

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет

Теорія та методика
навчання математики,
фізики, інформатики

*Збірник наукових праць
Випуск XI*

Том 2

Кривий Ріг
Видавничий відділ КМІ
2013

Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск X : в 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – 234 с.

Збірник містить статті з різних аспектів дидактики фізики та астрономії і проблем їх викладання у ВНЗ та школі. Значну увагу приділено питанням впровадження комп'ютерного моделювання у навчальний процес та модернізації фізичної освіти в контексті орієнтирів Болонського процесу.

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

Редакційна колегія:

- В. М. Соловійов*, доктор фізико-математичних наук, професор
М. І. Жалдак, доктор педагогічних наук, професор, ак. НАПН України
Ю. С. Рамський, доктор педагогічних наук, професор
В. І. Клочко, доктор педагогічних наук, професор
С. А. Раков, доктор педагогічних наук, професор
Ю. В. Триус, доктор педагогічних наук, професор
П. С. Атаманчук, доктор педагогічних наук, професор
В. Ю. Биков, доктор технічних наук, професор, ак. НАПН України
О. Д. Учитель, доктор технічних наук, професор
І. О. Теплицький, кандидат педагогічних наук, доцент (відповідальний редактор)
С. О. Семеріков, доктор педагогічних наук, професор (відповідальний редактор)

Рецензенти:

- Н. П. Волкова* – д. пед. н., професор, завідувач кафедри загальної та соціальної педагогіки Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля
А. Ю. Ків – д. ф.-м. н., професор, завідувач кафедри фізичного та математичного моделювання Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського (м. Одеса)

Друкується згідно з рішенням ученої ради Криворізького металургійного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет», протокол №6 від 21 лютого 2013 р.

МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ РЕЗУЛЬТАТИВНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

П. С. Атаманчук, О. М. Семерня
Україна, м. Кам'янець-Подільський,
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
^а aps2005@mail.ru
^б Oksana543@yandex.ru

Постановка проблеми у загальному вигляді, зв'язок із науковими і практичними завданнями. Соціум цивілізованого світу визнає пріоритетність фізико-технічної освіти в контексті розвитку кожної держави. Основними запитуваними професіями залишаються лікар, учитель, інженер, тобто такі що визначають ціннісні здобутки нації.

Сутність проблеми висвітлюється через престижність педагогічної діяльності, спрямованої на підготовку майбутніх учителів фізико-технологічного профілю: саме ці фахівці є носіями та популяризаторами ідеології науково-технічного прогресу, тлумачами та коментаторами сучасних уявлень про наукову картину світу, новаторами та трансляторами науково-технологічних упроваджень. Отже, специфічна риса підготовки майбутніх учителів – оволодіння такою методологією впливу на процедуру навчання, що гарантовано забезпечує можливість опанування науковими та прикладними основами фізики на результативному (а не формальному) рівні.

Процедура формування компетентнісно-світоглядних якостей фахівця лежить у площині такої діяльності, яка є логічним наслідком дії механізму освітньої доктрини. Остання виступає модулятором змістовно-методологічного трактування глобальної мети освіти, моделлю створення та впровадження вискоелективних технологій навчання, а також орієнтиром для здійснення якісного навчання. Якщо проблему забезпечення результативних знань підготовки фахівця високої кваліфікації розглянути з позицій формування компетенцій, то необхідно спроектувати чітку модель цієї якості.

Чітко й однозначно визначити наукову проблему дозволяє однобокість у навчально-пізнавальній діяльності, яку необхідно усунути через поєднання в навчанні раціонально-логічного та емоційно-ціннісного стилів діяльності.

Підготовка майбутнього учителя фізики – це одночасно набуття певних мір обізнаності з фізики та методики її навчання. Тому варто орієнтуватись на бінарну цільову програму, яка забезпечує можливість адекватного співвіднесення змісту конкретної навчальної дисципліни зі зміс-

том методичної підготовки майбутнього педагога. У методології підготовки фахівців має бути зорієнтованість навчання на прогнозовані предметні та професійні компетенції в змодельованих та реальних фахових умовах (ця діяльність і є засобом виявлення міри набутих індивідом компетентностей, тобто показника досягнення прогнозованих результатів навчання). Якість трактуємо як системну методологічну категорію, що віддзеркалює ступінь відповідності результату поставленій меті – фахового становлення майбутнього вчителя фізики [2; 4; 6].

Аналіз літературних джерел показав, що проблему результативного навчання майбутніх учителів не достатньо висвітлено і, зокрема, у контексті формування професійних компетентностей та вироблення авторського педагогічного кредо фахівця.

Актуальними твердженнями є такі: основою формування професійних якостей майбутнього фахівця є його залучення (древня мудрість гласить: «Скажи мені – і я забуду; покажи мені – і я запам'ятаю; залучи мене – і я навчусь») до активної навчально-пізнавальної діяльності, причому такої, щоб «теоретик» більше практикував, а «емпірик» більше теоретизував; результативний рівень обізнаності, професійних компетентностей та світогляду фахівця формується тільки через формування належного ставлення до об'єкта пізнання; принцип динамічного балансу раціонально-логічного і почуттєво-емоційного, покладений у основу навчання, сприяє формуванню у студентів власного педагогічного кредо.

Кафедрою методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, починаючи з 2007 року і дотепер проведено планові наукові дослідження за темою «Управління процесами формування фахових компетентностей майбутніх учителів фізико-технологічного профілю в умовах євроінтеграції». Розроблено дидактичну модель управління результативною фаховою підготовкою майбутніх учителів на компетентнісному рівні з орієнтиром на особистісно орієнтовані пошуково-креативні схеми навчання відповідно до вимог двоступеневої освіти (моделей бакалавра і магістра), яка вдовольняє потребам переходу людства на рівень гуманітаризації та демократизації суспільного життя, а також опанування техносферою, ергосферою, інфосферою; залучено студентів до результативної науково-дослідницької діяльності, яка сприяє розвитку змістової, методичної основи фахівця та творчого потенціалу особистості. Розроблено комплекс завдань спрямованих на розвиток професійної компетентності студентів у процесі вивчення предметів фізико-технологічного спрямування. На даний час нами доведено, обґрунтовано та репрезентовано наступні технологічні та методичні можливості:

– побудови освітнього прогнозу та розробки структурно-логічної схеми змісту моделі освіти;

– створення схеми-матриці цільової навчальної програми та використання її як засобу цілеорієнтацій відповідної освітньої моделі навчання;

– результативності системи управління навчально-пізнавальною діяльністю, що обслуговується різними галузями знань, яка виявляється у поступовому переведенні цього процесу в режим саморегульованого протікання;

– значущості освітнього (навчального) середовища у навчанні за дидактичною схемою, що орієнтує на фіксований результат-еталон, яка зумовлюється адресною інформаційно-технологічною та матеріально-технічною підтримкою навчально-пізнавальної діяльності тощо [2].

Постановка проблеми формування професійних компетентностей і вироблення авторського педагогічного кредо майбутнього учителя фізики уможливує реалізацію єдиної глобальної мети: забезпечення оптимальних умов для формування педагогічного кредо майбутнього вчителя фізики. Так, якщо професійну підготовку здійснювати на основі цільової освітньо-професійної програми, побудованої за бінарним принципом, суть якого полягає у чіткому визначенні і забезпеченні досягнення компетентнісних рівнів змістової (з конкретного навчального предмету) і професійної (методичної) обізнаності, то це сприяє результативності фахової підготовки майбутнього учителя.

Таким чином, результативне навчання сприяє актуальному оновленню змісту і якості освіти в аспектах формування компетентнісно-світоглядних, індивідуальних особливостей майбутнього вчителя-фізика. Професія вчителя фізики набуває ціннісного значення серед молоді як менеджера освіти, керівника навчально-пізнавальною діяльністю учня, того, хто веде за собою, учить наслідувати за фахівцем, залучає до активності. Майбутній фахівець-педагог активізує творче, нестандартне мислення, виробляє авторське професійне кредо, виявляє себе як тьютор, наставник підлітка в ознайомленні з функціональністю, закономірностями природних явищ, їх практичними реалізаціями в навколишньому світі, життєдіяльності індивіда.

Мета статті – описати прийоми результативного навчання майбутніх вчителів фізики з метою встановлення чинників якості вищої освіти.

Рішення проблеми. Підвищення якості професійних компетентностей майбутнього вчителя-предметника здійснюємо на основі залучення до пошуково-креативної діяльності (знання, цінності, проекти, діалогізм, творчість) та використання диференційованих методичних прийомів (табл. 1): споглядання, наслідування, спостереження, повного володіння методологією здобування знань, «навчання запам'ятовуванню», інфор-

маційного орієнтування, формулювання проблеми [1; 2; 4; 5; 6].

Таблиця 1

Методичні прийоми залучення до пошуково-креативної діяльності студентів-фізиків

Параметри	Рівні навчальних досягнень студентів				Період у часі
	Початковий (за ETSC – D)	Середній (за ETSC – C)	Достатній (за ETSC – B)	Високий (за ETSC – A)	
Пристрасненість	Розуміння символіки, термінології, окремих пізнавальних одиниць, фрагменти розуміння суті теорії пізнання	Прийом наслідування	Повне володіння методологією здобування знань	Прийом формулювання проблеми	Майбутній
Усвідомленість	Символіка, термінологія, фрагменти окремих пізнавальних одиниць дисципліни	Прийом спостереження		Прийом інформаційного орієнтування	Теперішній
Стереотипність	Певна обізнаність з символікою та термінологією теорії пізнання, неправильне трактування величин і понять пізнавальної одиниці дисципліни	Прийом споглядання		Прийом «навчання за пам'ятовуванням»	Минулий

Прийом споглядання (рівень заучування, параметр стереотипність) – позалогічне сприйняття образної інформації без явно поставлених цілей.

У такому виді сприйняття інформації студенти асоціюють свідомі або несвідомі образи із відповідним формуванням нелогічного, правопівкульового мислення (І. М. Сеченов) [7] (табл. 2).

Таблиця 2

Алгоритмічна схема прийому «навчання спогляданню»

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Психологічна установка сприйняття образної інфо-	Мотивація потреби споглядання образу	Алгоритмування дій споглядання поступово ускладнених образів у співвідно-	Дидактичний добір образів споглядання, обмін вражен-

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
	рмації		шенні із поясненнями викладача	нями від сприйняття окремих фрагментів
2.	Блокування логічних операцій мислення	Активізація образного мислення, тренування довільного виникнення уявлень	Медитації, сугестія	Прийоми релаксації, розслаблення
3.	Перехід у стан споглядання	Звільнення від установки на логічний аналіз дій	Інтеграція вражень	Сприйняття образів інтегральним, сенсорним способом

Приєм наслідування (рівень наслідування, параметр пристрасності) – цілеспрямоване варіювання інформацією, існуючої у свідомості студента, з метою її використання в конкретно нових умовах для корегування (трансформування) уже створених пізнавальних образів (табл. 3).

Таблиця 3

Алгоритмічна схема прийому «наслідування»

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Конкретизація нових функцій пізнавального об'єкту	Виявлення функцій пізнавального об'єкту, що забезпечують нові умови його існування	Власний світогляд, робота з інформаційно-пошуковими системами	Тренування у розв'язуванні аналогічних задач, аналіз відомих об'єктів з подібними функціями
2.	Добір прототипу пізнавального об'єкту із аналогічними функціями	Мінімізація необхідних змін у підбраному прототипі	Конкретизація нових умов, пошук засобів розв'язання сформульованої проблеми	Використання інформаційно-пошукових систем для пошуку об'єктів з подібними якостями
3.	Аналіз застосування обраного прототипу пізнавального об'єкту в нових умовах	Не виходити за межі допустимого	Аналіз умов	Тренування об'єктивного оцінювання обраного прототипу у запланованих змінах

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
4.	Проектування функцій зміни пізнавального об'єкту для його існування в нових умовах	Пристосування обраного пізнавального об'єкту до нових умов	Засвоєння операцій проектування	Тренування у проектуванні та аналізі
5.	Аналіз доцільності новоутворення пізнавального образу в конкретизованих умовах	Доведення можливості використання новоутвореного пізнавального об'єкту	Моделювання, розрахунки, експеримент	Тренування у проведенні експертизи допустимості новоствореного пізнавального образу

Приєм спостереження (рівень розуміння головного, параметр усвідомленість) – цілеспрямоване сприйняття інформації з метою формування раціонального типу мислення.

Навчання спостереженню проектує в студентів розвиток логічного апарату мислення, його основних характеристик (операції – аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, конкретизація; форми – поняття, судження, висновки, аналогія; види – наочно-дійове, образне, довільне; способи – індукція, дедукція) (табл. 4).

Таблиця 4

Алгоритмічна схема прийому «спостереження»

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Вибір концепції спостереження	Вибір об'єкта спостереження	Виділення завдань спостереження	Аналіз типових та перспективних завдань
2.	Створити умови спостереження за об'єктом пізнання	Формування логіки сприймання інформації	Складання плану діяльності спостереження	Послідовні та раціональні сприйняття та ідентифікації свідомих образів
3.	Проведення спостереження	Усвідомлення змісту концепції сприймання інформації	Варіювання психічних пізнавальних процесів	Багатогранне сприйняття об'єкту спостереження за різними класифікаційними ознаками
4.	Встановити побічні фактори та врахувати їх	Аналіз та корекція логічних міркувань	Логічні операції мислення	Контроль та корекція багатогранного сприй-

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
				няття образів інформації
5.	Зафіксувати результати спостереження	Узагальнення та систематизація операцій логіки сприйняття інформації	Фіксація змін у таблицях та звітах	Практика логічного запам'ятовування та змін інформації
6.	Проаналізувати результати спостереження	Розуміння глибокої суті сприймання інформації	Вибір орієнтирів для періодичних змін у потоці інформації	Практика об'єктивного сприйняття об'єкту спостереження
7.	Сформулювати висновки спостереження	Формування вміння логічного завершення дій у сприйманні інформації	Перспективний аналіз результатів спостереження	Практика створення образу подальшого розвитку сприймання інформації

Приєм «навчання запам'ятовуванню» (рівень навички, параметр стереотипність) – цілеспрямоване сприйняття інформації у вигляді її автоматичного перекодування, використання опорних сигналів, мови символів з метою спрощення у запам'ятовуванні [7] (табл. 5).

Таблиця 5

Алгоритмічна схема прийому «навчання запам'ятовуванню»

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Визначення та оптимізація об'єму сприйнятої інформації	Врахування об'єму оперативної пам'яті до 5-7 символів	Виділення 5-7 головних елементів у інформації	Тренування у редагуванні текстів для запам'ятовування
2.	Підбір або створення мнемопори	Змістові об'єднання запам'ятовувальних ознак	Кодування, символізація, створення опорних схем	Ознайомлення із відомими мнемопорами
3.	Виділення логічних зв'язків, структурування інформації у мнемопорах	Активізація логічної пам'яті	Запам'ятовування зв'язків між елементами інформації, складання начеркової опори	Запам'ятовування формули у процесі її вивчення
4.	Застосування	Активізація асоці-	Застосування	Тренування у

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
	схем мнемopoп у різних інформаційних середовищах	активної пам'яті	утвореної мнемopoпори у зв'язках з іншими, не менше 7 разів	виборі різних інформаційних середовищ
5.	Багаторазове повторення схематичних мнемopoп	Посилення первинного запам'ятовування	Заучування мнемopoп	Повторне відтворення без повторного сприйняття
6.	Закріплення сприйнятих мнемopoп у різних ситуаціях	Відтворення запам'ятовувальної інформації у професійному контексті	Моделювання застосування запам'ятовувальної інформації у професійній діяльності	Запам'ятовування через емоційну опору у створених ситуаціях

Приєм інформаційного орієнтування (рівень уміння, параметр усвідомленість) — уміння побудувати власну пізнавальну активність із опорою на відомі або спеціально вивчені орієнтири (табл. 6).

Таблиця 6

Алгоритмічна схема прийому «навчання інформаційному орієнтуванню»

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Орієнтування у предметній галузі для функціонального пошуку	Конкретизація напряму подальшого пошуку	Класифікатори, інформаційно-пошукові системи	Тренування у роботі з класифікаторами
2.	Орієнтування у розділі предметної галузі	Пошук необхідного засобу	Ознайомлення із відомими засобами	Тренування у порівнянні існуючих можливих засобів
3.	Засвоєння необхідного засобу	Підготовка до застосування конкретного засобу	Вивчення процедур застосування засобу	Ознайомлення із процедурними відомостями для конкретного засобу
4.	Цілеспрямований предметний пошук	Предметний пошук об'єкту	Ознайомлення із засобами предметного пошуку	Тренування у використанні засобів предметного пошуку

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
5.	Застосування засобів приблизної орієнтації у цій предметній галузі	Діагностика ситуації	Засвоєння та звичне використання приблизних засобів орієнтації	Тренування у прийнятті орієнтувальних рішень за умов відсутності звичних засобів

Приєм формулювання проблеми (рівень переконання, параметр пристрасність) – цілеспрямоване сприйняття інформації крізь призму світобачення з метою подальшого прогнозування наслідків реалізації власного стилю пізнання (табл. 7).

Таблиця 7

Алгоритмічна схема прийому «формулювання пізнавальної проблеми»

№	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Вивчення типових несприятливих ситуацій та вдалого їх розв'язання	Використання попереднього досвіду роботи у предметній діяльності для ідентифікації ситуації та типового розв'язання	Перелік ситуацій та способів їх розв'язання	Тренування у складанні переліку та аналіз способів розв'язків
2.	Виявлення категорично несприятливих впливів отриманої інформації	Виявлення факторів несприятливого впливу	Факторний, кореляційний аналіз, експертиза даних	Тренування з аналізу існуючих ситуацій, виявлення потенціально-впливових факторів
3.	Пошук успішного розв'язання ситуації у порівнянні з еталонним зразком результату	Виявлення напряду подолання несприятливої ситуації	Алгоритм виявлення, системний аналіз реалізації розв'язку проблеми	Тренування у розв'язуванні винахідницьких задач

Сукупність описаних прийомів сприймання інформації розгортає перед студентами основу для вироблення власного стилю професійної діяльності з фахового предмету, сприяє результативному навчанню [1; 6]. Тут ми говоримо про формування оптимальних умов навчального середовища з фізики та методики її викладання і мотивування пізнава-

льної активності студентів. Ми інтегрували та диференціювали прийоми за параметрами діяльності (стереотипність, усвідомленість, пристрастність) та рівнями якості знань (заучування, наслідування, розуміння головного, повне володіння знаннями, уміння, навичка, переконання) з метою здійснення особистісно орієнтованого навчання фізики та методики її викладання. Такий особистісно-орієнтований підхід реалізує проблему вироблення власного, неповторно стилю мислення, педагогічного кредо фахівця та пізнання оточуючого світу й націлює на результативний процес пізнання.

Експериментальне підтвердження щодо використання цих прийомів здійснюється у напрямках фізико-математичних, філологічних, соціально-педагогічних, педагогічних, психологічних, біологічних наук, на базі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка [1; 3; 4; 6].

Висновок. Ефективність результативного навчання фізики на сучасному етапі розвитку освіти в Україні визначається адекватним вибором цілей і завдань, організаційних форм, методів і засобів навчання в їх раціональному поєднанні. Орієнтація на інноваційні технології управління навчанням фізики й методики її викладання призводить до суттєвих змін його змістової й процесуальної складових, детермінує оновлення традиційної системи навчання цих дисциплін, розробку й реалізацію методичних основ результативного навчання фізики, що ґрунтується на таких положеннях [6]:

1. Чинники, які сприяють формуванню результативного навчання фізики – врахування індивідуальних нейрофізіологічних особливостей протікання психічних когнітивних процесів для забезпечення пізнання індивіда; становлення наукової творчості особистості відбувається через комбінування й управління теоретичних і емпіричних методів пізнання.

2. Характерні особливості такої діяльності: впровадження ідеї залучення в науково-практичний процес; використання інноваційних технологій управління навчанням фізики; вироблення авторського педагогічного кредо вчителя фізики.

3. Підвищення якості професійних компетентностей майбутнього вчителя-предметника здійснюється на основі використання диференційованих методичних прийомів: споглядання, наслідування, спостереження, повного володіння методологією здобування знань, «навчання запам'ятовуванню», інформаційного орієнтування, формулювання проблеми.

4. Освітній процес студентів-фізиків за педагогічним напрямом підготовки супроводжується етапами, які по чергово містять індукцію та дедукцію, аналізування, моделювання, абстрагування, формалізацію пі-

знання й нерозривно пов'язані з сформованим професійним середовищем.

5. Дидактичне забезпечення результативного навчання у вищих закладах освіти створюється з акцентами використання спеціальних компетентнісних і світоглядних завдань на формування відповідних якостей майбутнього вчителя фізики.

6. Оновлення змісту й структури навчання фізики й її викладання в магістрантів цілеспрямоване на розвиток авторського педагогічного кредо майбутнього викладача.

7. Упровадження теоретико-методологічних основ результативного навчання фізики в пізнавальний процес старшокласників, студентів і магістрантів ґрунтується на активному залученні до наукової творчості особистості починаючи з пропедевтичного рівня.

Список використаних джерел

1. Атаманчук П. С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання) : навчальний посібник / П. С. Атаманчук, О. М. Семерня, Т. П. Поведа. – Кам'янець-Подільський : КПНУ імені Івана Огієнка, 2011. – 384 с.

2. Атаманчук П. С. Основні пріоритети та орієнтири якісного навчання фізиці / П. С. Атаманчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : КПНУ імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 5-7.

3. Кафедра МВФ та ДТОГ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mvf.kam-pod.org>.

4. Семерня О. М. Основні прийоми методології дієвого навчання студентів-фізиків / О. М. Семерня // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : КПНУ імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 24-28.

5. Атаманчук П. С. Методичні основи управління навчанням фізики : монографія / П. С. Атаманчук, О. М. Семерня. – Кам'янець-Подільський : КПДУ, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – 196 с.

6. Семерня О. М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики : монографія. / О. М. Семерня. – Кам'янець-Подільський : КПНУ імені Івана Огієнка, 2012. – 376 с.

7. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга / И. Сеченов. – СПб. : Типография А. Головачева, 1866. – 186 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ ЗА ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

В. О. Балицька, Л. І. Ярицька
Україна, м. Львів, Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності
vbalitska@yahoo.com

Об'єм знань з фізики, що пропонується у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності, дозволяє розглядати досить складні задачі аналізу фізичних явищ. Проте досвід проведення контролю знань показує, що у деякої частини студентів спостерігається розрив між знанням теоретичного матеріалу і вмінням застосовувати ці знання на практиці.

У зв'язку із цим у навчальну програму з фізики введено виконання розрахункових робіт, які допомагають ліквідувати цей розрив.

Однією з таких робіт є розрахунок характеристик гармонічних коливань. Робота передбачає побудову графіків гармонічних коливань, аналітичного та векторного їх додавання, знаходження швидкості та прискорення в гармонічних коливаннях.

Для виконання розрахунково-графічної роботи потрібно опанувати такий теоретичний матеріал.

1. Гармонічні коливання описуються за законом косинуса або синуса:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0),$$

де x – зміщення від положення рівноваги,

A – амплітуда коливань;

ω – кругова (циклічна частота);

φ_0 – початкова фаза;

$(\omega t + \varphi_0)$ – фаза коливань.

$$\text{Період коливань: } T = \frac{2\pi}{\omega},$$

$$\text{частота: } \nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}.$$

Швидкість у гармонічних коливаннях визначається як перша похідна за часом від зміщення x :

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = A\omega \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right).$$

Прискорення в гармонічних коливаннях визначається як перша похідна за часом від швидкості, або друга похідна за часом від переміщення.

ня:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi).$$

2. Додавання двох гармонічних коливань однакової частоти аналітичним методом здійснюється згідно наступної схеми:

Нехай маємо 2 гармонічні коливання:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1), \quad x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2).$$

Сумарне коливання шукаємо у вигляді:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi).$$

Використовуємо наступні залежності:

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta,$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta,$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta,$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta - \cos \alpha \cdot \sin \beta.$$

Тоді перше і друге коливання запишуться так:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) = A_1 \cos \omega t \cos \varphi_1 - A_1 \sin \omega t \cdot \sin \varphi_1,$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) = A_2 \cos \omega t \cos \varphi_2 - A_2 \sin \omega t \cdot \sin \varphi_2,$$

$$x_1 + x_2 = \cos \omega t (A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2) - \sin \omega t (A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2).$$

Сумарне коливання:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) = A \cos \omega t \cos \varphi - A \sin \omega t \cdot \sin \varphi,$$

тоді:

$$\begin{aligned} \cos \omega t (A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2) - \sin \omega t (A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2) = \\ = A \cos \omega t \cos \varphi - A \sin \omega t \cdot \sin \varphi \end{aligned}$$

Використовуючи вище наведену систему рівнянь, можна знайти амплітуду сумарного коливання:

$$\begin{cases} A \cos \varphi = A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2 \\ A \sin \varphi = A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2 \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \right)$$

3. Додавання двох гармонічних коливань однакової частоти методом векторних діаграм

Нехай маємо два гармонічні коливання:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1), \quad x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2).$$

Будь-який гармонічний процес можна привести в однозначну відповідність з обертанням вектора (модуль якого дорівнює амплітуді коливання A) з кутовою швидкістю, що дорівнює циклічній частоті, причому кут φ , утворений цим вектором з віссю OX , дорівнює початковій фазі

коливання. Проекції цього вектора на осі OX і OY в будь-який момент часу t визначаються так:

$$A_x = A \cos \varphi, \quad A_y = A \sin \varphi.$$

За додавання двох коливань необхідно для моменту часу $t=0$ побудувати два вектори, що описують відповідні коливання, і знайти результуючий вектор (як векторну суму початкових векторів), модуль якого буде дорівнювати амплітуді A , а кут нахилу до осі OX – початковій фазі φ .

Амплітуда сумарного коливання A визначається так:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2 \cos \theta} \text{ м.}$$

Початкова фаза φ сумарного коливання визначається з наступного співвідношення:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_x}{A_y} = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \Rightarrow \varphi = \operatorname{arctg} \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}.$$

Приклад типової розрахункової роботи наведено нижче.

Маємо 2 гармонічні коливання:

$$x_1 = 3 \cos\left(6t + \frac{\pi}{4}\right), \quad x_2 = 4 \cos\left(6t - \frac{\pi}{4}\right).$$

У розрахунковій роботі пропонується виконати наступні завдання:

1. Графічно зобразити ці коливання.
2. Визначити амплітуду, циклічну частоту, період та початкову фазу цих коливань.
3. Аналітично додати коливання.
4. Додати коливання методом векторних діаграм.
5. Знайти швидкість і прискорення сумарного коливання в моменти часу 1 с і 1.4 с.

Виконання

Завдання 1. Графічне зображення коливань.

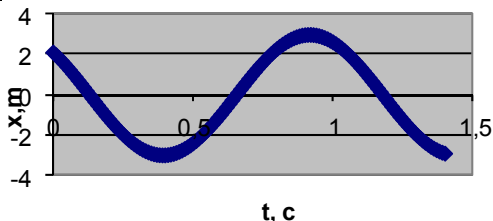
Перш за все, потрібно визначити період цих коливань, щоб зорієнтуватися, з яким кроком задавати час.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{3}.$$

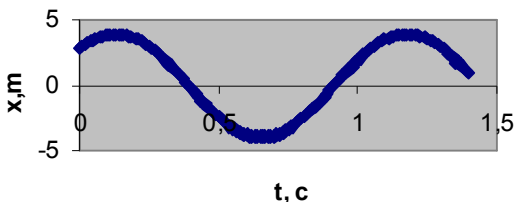
Відповідно, найменший часовий крок можна задати 0,05 с. Після цього студенти (курсанти) заповнюють таблицю (це можна зробити вручну з калькулятором, або ж за використання комп'ютерних програм Origin, Excel):

t	x	t	x	t	x	t	x
0	2.121369	0.4	-2.99713	0.8	2.298753	1.2	-0.39305
0.05	1.399743	0.45	-2.82446	0.85	2.765734	1.25	-1.25441

t	x	t	x	t	x	t	x
0.1	0.553082	0.5	-2.39949	0.9	2.985661	1.3	-2.00372
0.15	-0.34298	0.55	-1.76019	0.95	2.938888	1.35	-2.57405
0.2	-1.20841	0.6	-0.96365	1	2.629592	1.37	-2.74
0.25	-1.9659	0.65	-0.08103	1.05	2.085403	1.38	-2.80832
0.3	-2.54777	0.7	0.808824	1.1	1.354931	1.39	-2.86654
0.35	-2.90207	0.75	1.626431	1.15	0.503427	1.4	-2.91444



Аналогічно виконуємо побудову другого коливання:



Завдання 2. Визначаємо амплітуду, циклічну частоту, період та початку фази цих коливань.

Перше коливання: $x_1 = 3 \cos\left(6t + \frac{\pi}{4}\right)$

амплітуда: $A=3$ м,

циклічна частота: $\omega=6$ с⁻¹,

період: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{3}$ с,

початкова фаза: $\varphi_0 = \frac{\pi}{4}$.

Друге коливання: $x_2 = 4 \cos\left(6t - \frac{\pi}{4}\right)$

амплітуда: $A=4$ м,

циклічна частота: $\omega=6$ с⁻¹,

період: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{3}$ с,

початкова фаза $\varphi_0 = -\frac{\pi}{4}$.

Завдання 3. Аналітичне додавання коливань.

$$x_1 = 3 \cos\left(6t + \frac{\pi}{4}\right), \quad x_2 = 4 \cos\left(6t - \frac{\pi}{4}\right).$$

Використовуємо формули:

$$\begin{aligned}\cos(\alpha+\beta) &= \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta, \\ \cos(\alpha-\beta) &= \cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta, \\ \sin(\alpha+\beta) &= \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta, \\ \sin(\alpha-\beta) &= \sin \alpha \cdot \cos \beta - \cos \alpha \cdot \sin \beta.\end{aligned}$$

$$x_1 = 3 \cos\left(6t + \frac{\pi}{4}\right) = 3 \cos 6t \cos \frac{\pi}{4} - 3 \sin 6t \sin \frac{\pi}{4} = 3 \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 6t - 3 \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 6t,$$

$$x_2 = 4 \cos\left(6t - \frac{\pi}{4}\right) = 4 \cos 6t \cos \frac{\pi}{4} + 4 \sin 6t \sin \frac{\pi}{4} = 4 \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 6t + 4 \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 6t.$$

Сумарне коливання запишемо у вигляді:

$$\begin{aligned}x = x_1 + x_2 &= A \cos(6t + \varphi) = A \cos 6t \cos \varphi - A \sin 6t \sin \varphi = 3 \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 6t - \\ &- 3 \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 6t + 4 \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 6t + 4 \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 6t = 7 \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 6t + \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 6t.\end{aligned}$$

Тоді:

$$\left\{ \begin{aligned}A \cos \varphi &= 7 \frac{\sqrt{2}}{2} \\ -A \sin \varphi &= \frac{\sqrt{2}}{2}\end{aligned} \right\} \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = -\frac{1}{7} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{22,5},$$

$$A \cos\left(-\frac{\pi}{22,5}\right) = 7 \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow A = 5 \text{ м.}$$

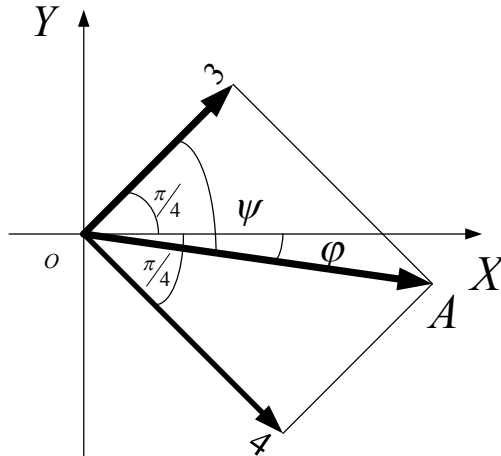
Сумарне коливання:

$$x = 5 \cos\left(6t - \frac{\pi}{22,5}\right).$$

Завдання 4. Додавання методом векторних діаграм.

$$x_1 = 3 \cos\left(6t + \frac{\pi}{4}\right), \quad x_2 = 4 \cos\left(6t - \frac{\pi}{4}\right).$$

На нижче наведеному рисунку зроблено таку побудову відповідно до умови задачі:



Амплітуду знаходимо так: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 5$ м.

З рисунку бачимо, що початкова фаза сумарного коливання:

$$\varphi = \psi - \varphi_1,$$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{A_2}{A_1} = \frac{4}{3} \Rightarrow \psi = \operatorname{arctg} \frac{4}{3} = 53^\circ,$$

$$\varphi = \psi - \varphi_1 = 53^\circ - 45^\circ = 8^\circ = \frac{\pi}{22,5}.$$

Сумарне коливання: $x = 5 \cos\left(6t - \frac{\pi}{22,5}\right)$.

Завдання 5. Знайти швидкість і прискорення сумарного коливання в моменти часу 1 с і 1.4 с, відповідно.

$$v(1) = \frac{dx}{dt} = -5 \cdot 6 \sin\left(6 \cdot 1 - \frac{\pi}{22,5}\right) = -30 \sin\left(6 \cdot 1 - \frac{\pi}{22,5}\right) = 12,31 \text{ м/с.}$$

$$v(1.4) = -30 \sin\left(6 \cdot 1.4 - \frac{\pi}{22,5}\right) = -27,57 \text{ м/с.}$$

$$a(1) = \frac{dv}{dt} = -180 \cos\left(6 \cdot 1 - \frac{\pi}{22,5}\right) = -164,15 \text{ м/с}^2.$$

$$a(1.4) = \frac{dv}{dt} = -180 \cos\left(6 \cdot 1.4 - \frac{\pi}{22,5}\right) = 71,15 \text{ м/с}^2.$$

Отже, виконавши дану розрахункову роботу, студенти (курсанти) на практиці засвоюють методіку дослідження коливних процесів, зокрема, гармонічних коливань у механіці.

НАТУРНО-ВИРТУАЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

В. В. Баракин, А. А. Мосунов
г. Севастополь, Севастопольский национальный технический
университет
mosunovandrey@mail.ru

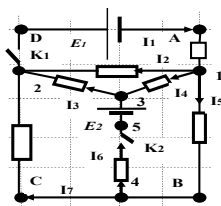
Модернизация высшего технического образования предусматривает улучшение традиционных форм и методов обучения и активное использование новейших компьютерных и видеотехнологий в учебном процессе. Однако многие вопросы организации качественного фундаментального физико-математического образования не решены. Преподавание фундаментальных курсов физики, высшей математики и целого ряда других базовых дисциплин проводится при значительном сокращении учебной нагрузки. Во многих технических вузах преподавание курса физики ведется по двухсеместровой сокращенной форме, оборудование лабораторий физики практически не обновляется, в учебном процессе применяются устаревшие приборы. Во многих вузах введена круговая система проведения физического практикума, в то время как фронтальная форма проведения занятий практически ликвидирована. Эти вопросы неоднократно обсуждались на различных совещаниях, однако положение не улучшается.

В данной работе вновь поднимается вопрос об изменении форм проведения занятий по физике и об активном применении фронтального метода проведения занятий лабораторного практикума. При этом предполагается применение изготовленных макетов лабораторных работ и достаточно распространенных электроконструкторов типа «Знаток» и других.

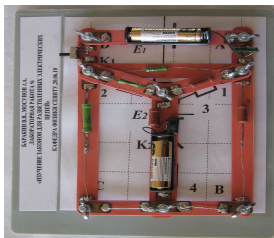
Рассмотрим некоторые примеры проведения натурно-виртуальных лабораторных занятий.

На рис. 1 представлена схема и фотографии экспериментальных установок лабораторной работы «Изучение законов Кирхгофа». Параметры резисторов, используемых в данной работе: $R_1=R_2=470$ Ом, $R_3=430$ Ом, $R_4=R_5=330$ Ом, $R_6=120$ Ом, $R_7=110$ Ом.

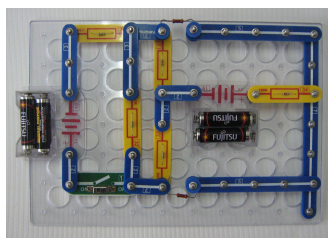
Подробное описание данной работы предложено в работах [1; 2]. На рис. 2, 3 приведены электрические схемы и результаты расчетов электрических параметров этой же виртуальной работы в программе «Открытая физика 1.1», раздел «Электричество и магнетизм», тема «Цепи постоянного тока».



а



б



в

Рис. 1. Электрическая схема (а), натурная (б), натурная с использованием конструктора «Знаток» (в) экспериментальные установки для проверки законов Кирхгофа

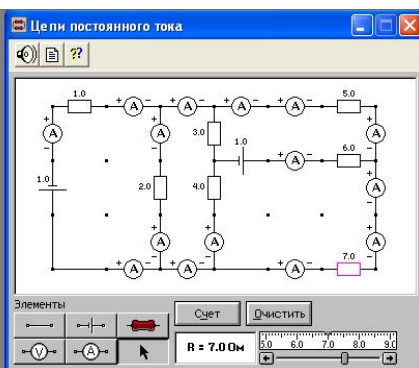
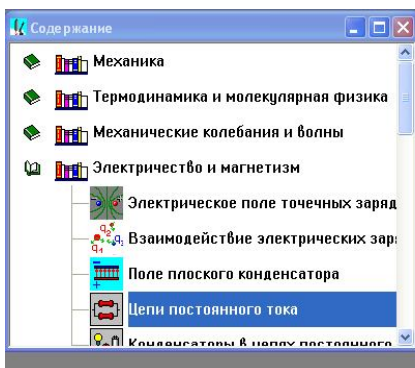


Рис. 2. Виртуальная лабораторная работа «Изучение законов Кирхгофа» (исходное состояние)»

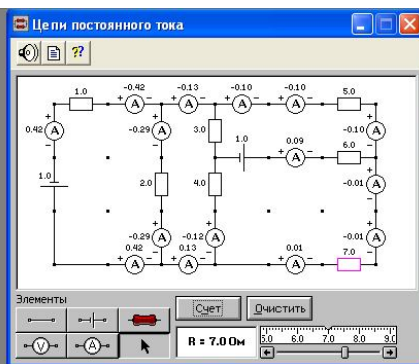
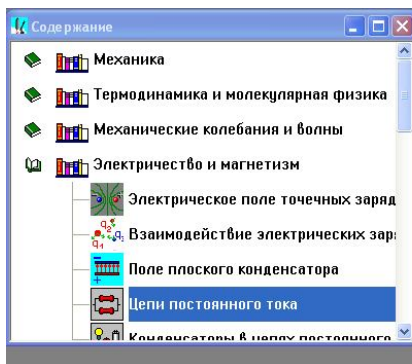


Рис. 3. Виртуальная лабораторная работа «Изучение законов Кирхгофа» (определение падения напряжений и силы тока в различных участках электрической цепи после нажатия клавиши «Счет»)

На рис. 4 изображена электрическая схема и фотографии экспериментальной установки «Изучение разряда конденсатора и определение его емкости». В данной работе использован конденсатор с параметрами: $C=1000 \text{ мкФ}$, $U=16 \text{ В}$, сопротивление резистора $R=1 \text{ МОм}$.

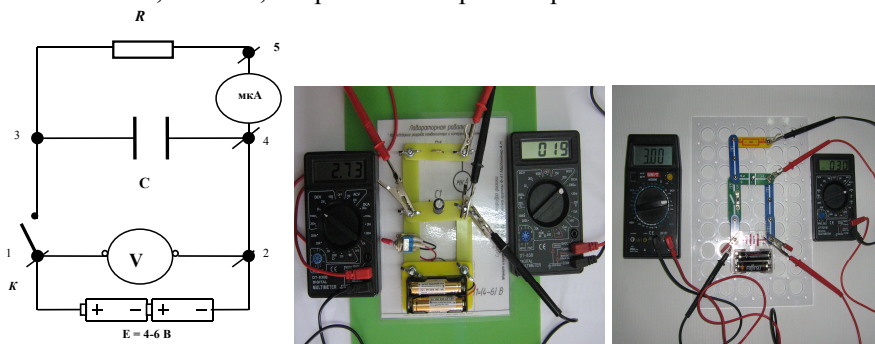


Рис. 4. Электрическая схема (а), натурная (б), натурная с использованием конструктора «Зналок» (в) экспериментальная установка «Изучение разряда конденсатора и определение его емкости».

На рис. 5, 6 приведены схемы и результаты определения электрических параметров этой работы в программе «Открытая физика 1.1», раздел «Электричество и магнетизм», тема «Цепи постоянного тока». Роль резисторов в виртуальной лабораторной работе выполняют электрические лампочки: в верхней схеме (рис. 6) – 10 электрических лампочек, в нижней – 5. Подробное описание этой работы дано в [4; 6].

● – Электрическая лампочка в работе используется в качестве внешнего сопротивления (нагрузки).

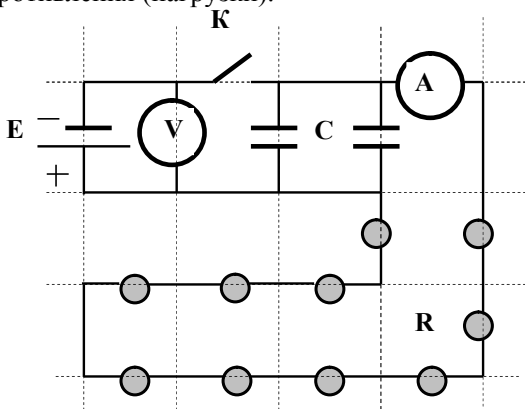


Рис. 5. Электрическая схема для выполнения виртуальной лабораторной работы «Изучение разряда конденсатора и определения его емкости»

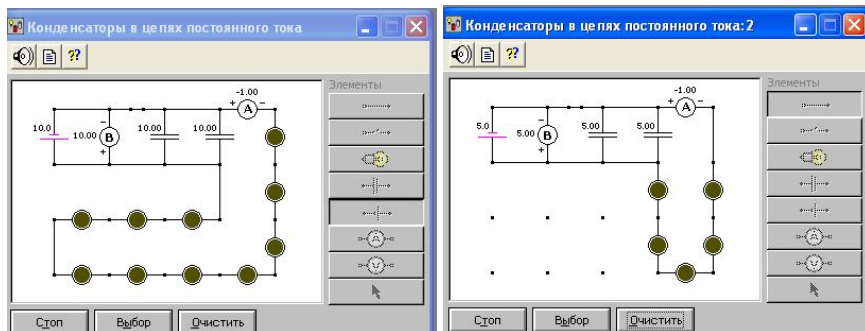


Рис. 6. Виртуальная лабораторная работа «Изучение разряда конденсатора и определение его емкости»

На рис. 7 изображена электрическая схема и фотографии экспериментальной установки «Исследование изменения полезной мощности и КПД источника постоянного тока в зависимости от его нагрузки». Подробное описание данной работы дано в [2; 3]. Сопротивление резистора, моделирующего внутреннее сопротивление источника ЭДС в данной работе $r \approx 10$ кОм.

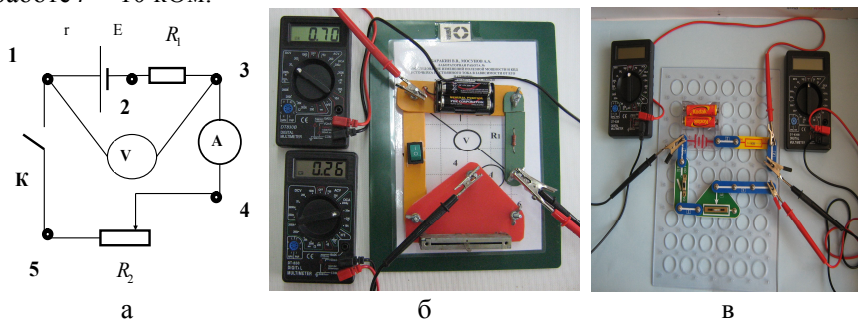


Рис. 7. Электрическая схема (а), натурная (б), натурная с использованием конструктора «Знаток» (в) экспериментальная установка «Исследование изменения полезной мощности и КПД источника постоянного тока в зависимости от его нагрузки»

На рис. 8 приведены схемы и результаты определения электрических параметров этой виртуальной работы в программе «Открытая физика 1.1», раздел «Электричество и магнетизм», тема «Цепи постоянного тока».

На рис. 9 изображена электрическая схема и фотографии экспериментальной установки «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока». Описание данной работы дано в [5]. В

данной работе использованы резисторы $R_1=1\text{ МОм}$, $R_2=500\text{ кОм}$.

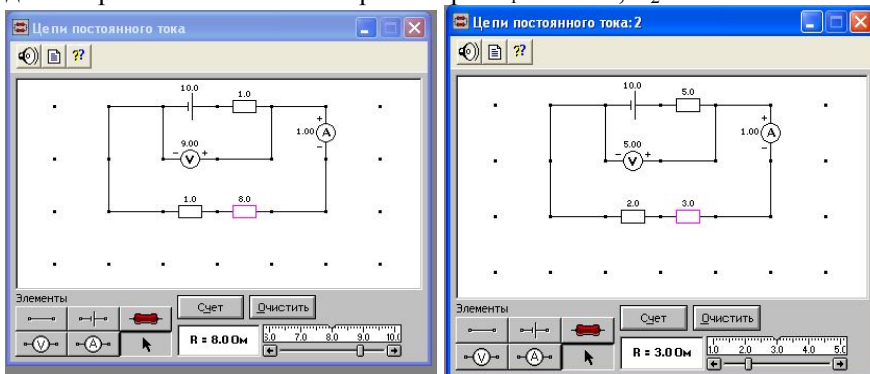


Рис. 8. Виртуальная лабораторная работа «Исследование изменения полезной мощности и КПД источника постоянного тока в зависимости от его нагрузки»

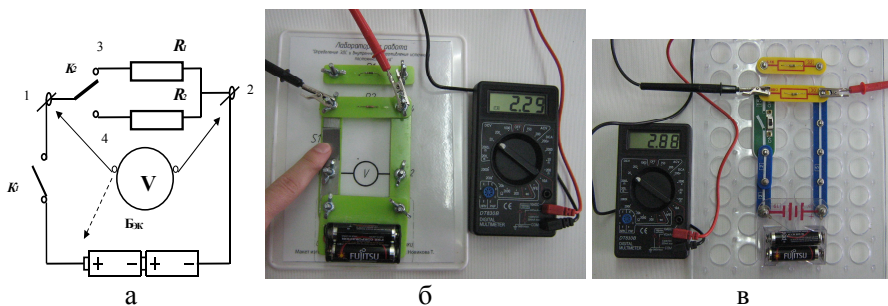


Рис. 9. Электрическая схема (а), натурная (б), натурная с использованием конструктора «Знаток» (в) экспериментальная установка «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока».

На рис. 10-13 приведены схемы и результаты определения электрических параметров этой виртуальной работы в программе «Открытая физика 1.1», раздел «Электричество и магнетизм», тема «Цепи постоянного тока». На рис. 14 изображена электрическая схема и фотографии экспериментальной установки «Измерение емкости конденсатора на переменном токе». Параметры конденсатора, используемого в данной работе: $C=1\text{ мкФ}$, $U=300\text{ В}$.

На рис. 15 изображена электрическая схема и фотографии экспериментальной установки «Измерение индуктивности катушки на переменном токе». Катушка должна быть рассчитана на работу в цепи с напряжением $U=220\text{ В}$ и частотой $\nu = 50\text{ Гц}$.

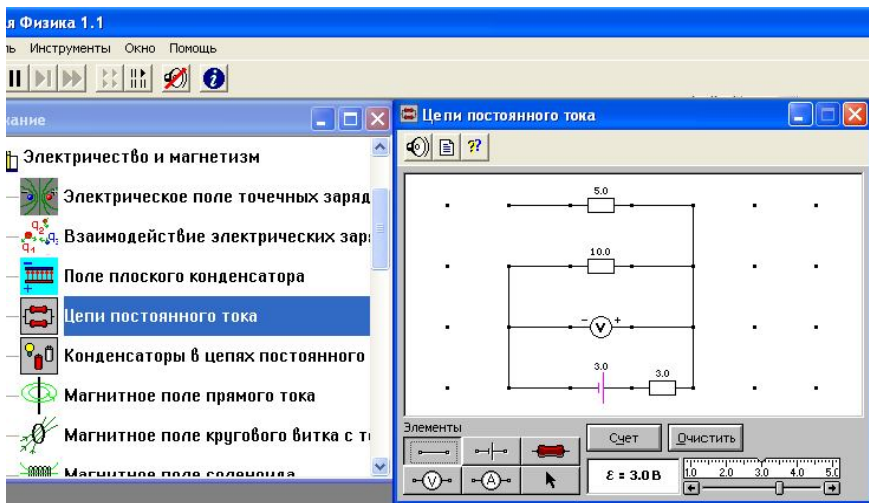


Рис. 10. Виртуальная лабораторная работа «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока» (исходное состояние при подключенной внешней нагрузке 10 Ом. Внутреннее сопротивление источника постоянного тока равно 3 Ом)

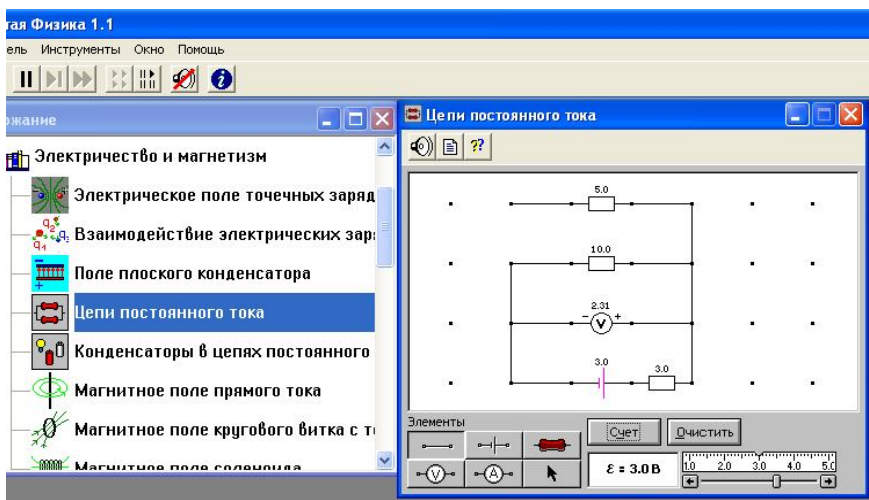


Рис. 11. Виртуальная лабораторная работа «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока» (Внутреннее сопротивление источника равно 3 Ом. После нажатия клавиши «Счет» определяем падение напряжения на внешней нагрузке 10 Ом. Падение напряжения при этом равно 2,31 В)

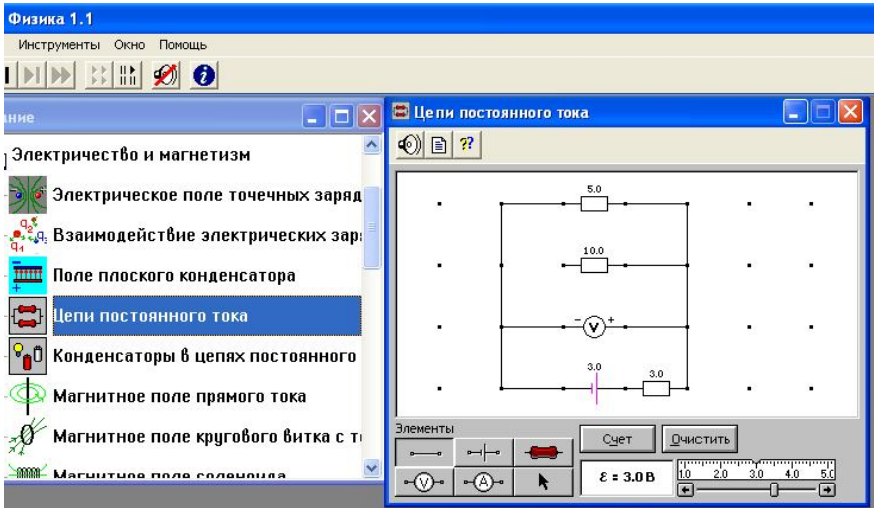


Рис. 12. Виртуальная лабораторная работа «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока» (исходное состояние при подключенной внешней нагрузке 5 Ом. Внутреннее сопротивление источника равно 3 Ом)

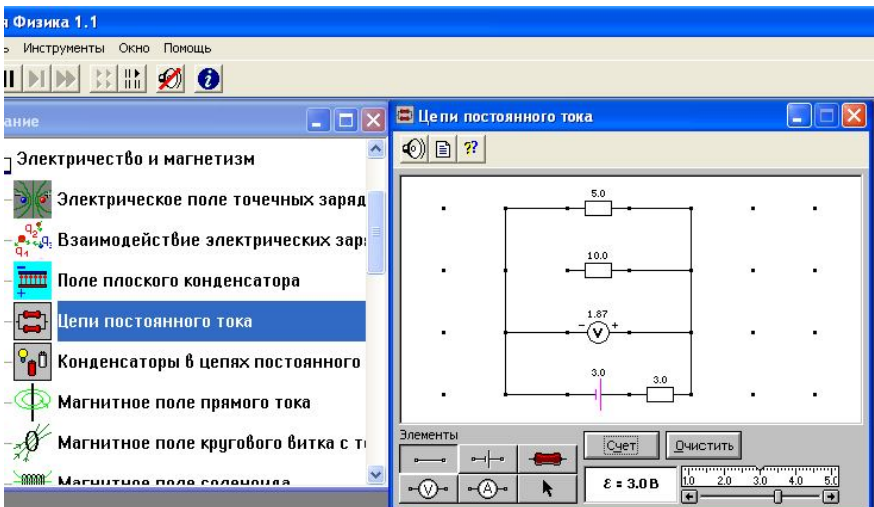


Рис. 13. Виртуальная лабораторная работа «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока» (Внутреннее сопротивление источника равно 3 Ом. После нажатия клавиши «Счет» определяем падение напряжения на внешней нагрузке 5 Ом. Падение напряжения при этом равно 1,87 В)

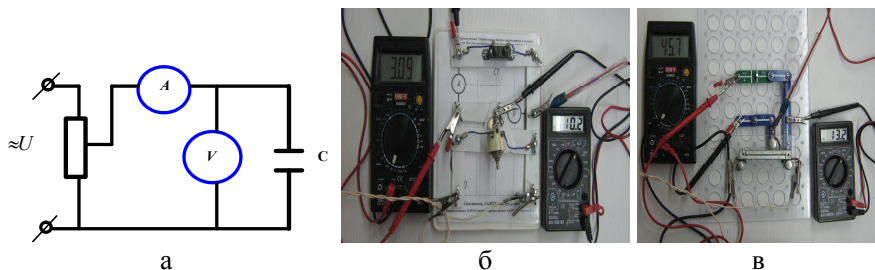


Рис. 14. Электрическая схема (а), натурная (б), натурная с использованием конструктора «Знаток» (в) экспериментальная установка «Измерение емкости конденсатора на переменном токе»

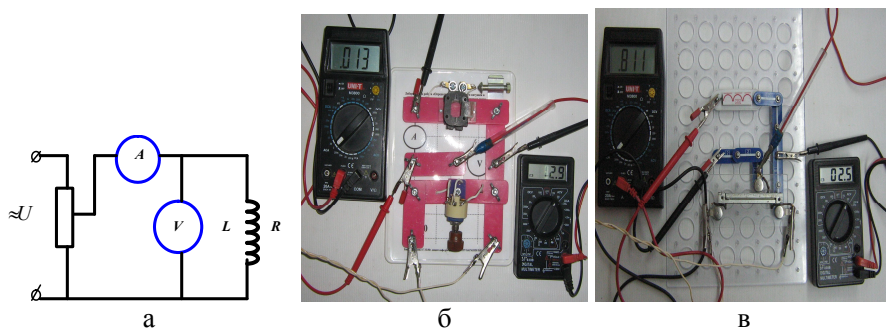


Рис. 15. Электрическая схема (а), натурная (б), натурная с использованием конструктора «Знаток», (в) экспериментальная установка «Измерение индуктивности катушки на переменном токе»

Фронтальное проведение занятий лабораторного практикума должно существенно повлиять на улучшение качества обучения физике. Это, безусловно, должно сказаться в целом на улучшении подготовки инженерных специалистов.

Список использованных источников

1. Баракин В. В. Натурно-виртуальный физический практикум в технических университетах / В. В. Баракин, А. А. Мосунов. // Материалы VIII Международной научно-технической конф. БФФХ–2012. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2012. – С. 289-291.

2. Баракин В. В. Натурно-виртуальный практикум и информационные технологии – основа современной методики обучения физике студентов технических специальностей / В. В. Баракин, А. А. Мосунов // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : зб. наук. пр. – Т. 2. – Кривий Ріг : Видавн. від. НМетАУ, 2012. – С. 14–23.

3. Баракин В. В. Методика проведения натурно-виртуального практикума в технических университетах / В. В. Баракин, А. А. Мосунов, В. А. Сигаев // Материалы VII Международной научно-технической конф. БФФХ–2011. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2011. – С. 357-359.

4. Баракин В. В. Натурно-виртуальный практикум, информационные технологии – основа современной методики изучения физики в технических университетах / В. В. Баракин, А. А. Мосунов // Материалы VII Международной научно-технической конф. БФФХ–2011. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2011. – С. 346–348.

5. О некоторых аспектах организации физического практикума в технических университетах / В. В. Баракин, Ю. Е. Бушуев, Р. Б. Лысенко, А. А. Слободянюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Випуск 11 : Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський, 2005.– С. 235-237.

6. К вопросу о дальнейшем совершенствовании физического практикума / В. В. Баракин, Ю. Е. Бушуев, Р. Б. Лысенко, А. А. Слободянюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія педагогічна. Випуск 12. – Кам'янець-Подільський, 2006. – С. 10-12.

ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ШКОЛЬНЫХ ОЛИМПИАД ПО АСТРОНОМИИ

Б. И. Бешевли¹, Н. А. Охрименко², Я. Д. Приходченко¹

¹ Украина, г. Донецк, Донецкий национальный университет

² Украина, г. Донецк, Донецкий областной институт последипломного педагогического образования
beshevli@mail.ru

В современных условиях глобализации и стремления Украины к интегрированию в мировое научное сообщество общеобразовательная школа должна обеспечить такой уровень подготовки выпускников, чтобы они могли не только эффективно усваивать всё возрастающий поток информации, но и умели самостоятельно повышать свой научный уровень. Дидактика и методика преподавания органически связана с мировоззренческими и методологическими установками учителя. В то время, когда человечество стремится получать все большую выгоду от результатов научных исследований, явно недооценивается роль «глобальных» проблем, в частности вопрос об устройстве и развитии Вселенной, который сопряжен с вопросом о месте каждого из нас в этом мире. Важнейшее место в процессе понимания этого вопроса занимает изучение естественнонаучных дисциплин: именно астрономия и астрофизика как наиболее «романтические» из всех естественнонаучных дисциплин способны побуждать интерес к познанию мира и своего места в нем. К сожалению, в современной школе изучению астрономии, как и большинству естественных наук, уделяется не просто мало внимания – её роль сведена к элементарному рассмотрению интересных картинок. В результате ученики не обладают полноценной базой знаний естественных наук, тогда как знание именно этих предметов весьма существенно в эпоху всё возрастающей наукоёмкости производственных процессов. Таким образом, выпускник школы не только не готов к изучению более сложных научных дисциплин, но и не подготовлен к работе на производстве.

В последние годы акцентируется внимание на гуманизацию образования. Следует отметить, что астрономия как раз и является весьма гуманизированной наукой. Являясь одной из древнейших наук, она органически связана как с естественнонаучными дисциплинами, такими как физика, математика, химия, биология, так и с искусством, литературой, живописью. Астрономия формирует научную картину мира, рассматривая человека как частицу природы, Вселенной. Без знания элементарных основ астрономии невозможно сформировать всесторонне развитую личность.

Как положительный фактор можно отметить то, что ряд педагогов пытаются рассматривать отдельные вопросы астрономии в курсах физики, математики, биологии. Однако в этом случае, как правило, теряется основа астрономии как интегрированной науки, снижается глубина и систематичность знаний о Вселенной.

При изучении астрономии, в первую очередь необходимо учитывать её основополагающую роль в формировании целостной научной картины мира, тесные межпредметные связи и косвенный характер проведенных измерений различных характеристик космических объектов. При объяснении того или иного астрономического явления необходим фактический материал, который может быть получен как из личных наблюдений за звездным небом, движением Солнца, Луны, планет, так и из многочисленных источников в интернете. Объекты астрономических наблюдений доступны и увлекательны, сами наблюдения создают положительную мотивацию в обучении. Наблюдения можно рассматривать как первый шаг к научному познанию окружающего мира. Непосредственное же формирование знаний о природе космических тел, о многообразных связях астрономических объектов должно происходить постепенно, по мере изучения необходимых для этого фактов.

В связи с тем, что преподавание астрономии в школе как обязательного предмета введено относительно недавно, большинство учителей не имеют опыта преподавания астрономии и ориентируются на личное представление о данном предмете. Материал излагается, исходя как из предварительного опыта учеников, так и из интерпретации хорошо известных из жизни астрономических явлений, таких как восход-заход солнца, смена времён года, солнечные и лунные затмения, картина звёздного неба. Однако, как правило, при подобном феноменологическом подходе учащиеся не могут связать воедино физическую сущность процессов с результатами наблюдений, в результате чего астрономические знания носят сугубо формальный характер. Вполне очевидно, что основой астрономических знаний должны являться физические закономерности и законы. Только на основе понимания физических процессов, протекающих во Вселенной, можно построить научную картину астрономических явлений и процессов.

С одной стороны, содержание курса астрономии чрезвычайно сложно и требует от учеников высокой самодисциплины, умения оперировать новыми знаниями, применять их на практике. С другой стороны, астрономия интересна на любом этапе её изучения. Особенно это актуально в настоящее время, когда поток информации о новейших достижениях астрономии и астрофизики буквально захлестывает. Учитывая очень объём часов, который отводится учебными планами на изучение

астрономии, учителя должны использовать в своей работе различные методы мотивации изучения астрономии: социальные, личностные, научно-увлекательная, научно-исследовательская деятельности, астрономические туры, наблюдения звёздного неба.

Одним из таких методов мотивации являются школьные олимпиады. Несмотря на то, что олимпиады различаются по уровню и форме проведения, по субъекту организации, все они выполняют следующие функции:

- 1) углубление знаний по предмету;
- 2) расширение мировоззрения учащихся;
- 3) диагностика навыков самостоятельной работы;
- 4) мониторинг уровня подготовки учащихся, степень соответствия уровня их знаний государственным стандартам;
- 5) выявление талантливых учеников и содействие развитию их творческого потенциала.

Однако не следует думать, что школьные олимпиады несут только учебно-методическую нагрузку. Не менее важной является воспитательно-просветительская функция. Участие в олимпиадах формирует у учеников дух коллективизма (оказание дружеской помощи при подготовке), умение правильно формулировать свои мысли, отстаивать свою точку зрения. С другой стороны, школьные олимпиады по астрономии весьма полезны для учителей, т. к. позволяют обмениваться передовым опытом, служат поддержкой преподавателей, увлекающихся астрономией.

Подготовка учащихся к участию в олимпиаде осуществляется в несколько этапов.

На первом этапе производится отбор участников. При этом педагогам необходимо использовать различные методы психоанализа, диагностирования, позволяющие выявить склонность и способность к изучению астрономии. Как правило, отбираются учащиеся, проявившие высокую мотивацию к изучению астрономии, имеющие высокий уровень подготовки по естественнонаучным дисциплинам, навыки работы с различными источниками информации, проявившие способности к многовариантным решениям задач. Учащиеся должны иметь развитое наглядное представление о рассматриваемых объектах, достаточно богатый чувственный опыт в наблюдении астрономических явлениях и небесных объектов. Можно провести внутришкольную олимпиаду по астрономии с использованием программного учебного материала.

На втором этапе проводится непосредственная подготовка уже отобранных претендентов к районной (городской) олимпиаде. Она осуществляется на внеурочных занятиях. В этом случае учителю необходимо создать развивающую среду, направленную на стимулирование любо-

знательности, стремление к самостоятельному изучению как программного, так и дополнительного материала.

На *третьем этапе* осуществляется углублённая подготовка победителей районной (городской) олимпиады к участию в областной олимпиаде. Анализируются как ошибки, допущенные на предыдущем этапе, так и удачные, нестандартные решения. На этом этапе основную роль играет психологическая подготовка учащихся, формирование уверенности в своих силах, выработка умения отвлекаться от различных мешающих факторов, настрой на конкретный результат.

При подготовке учащихся к любому этапу олимпиады следует придерживаться следующих **принципов**:

Заинтересованности ученика. При подготовке учащихся к участию в олимпиаде необходимо прежде всего заинтересовать его, активно использовать побудительные мотивы к участию в олимпиаде. В данном случае абсолютно неприемлемо административное давление.

Активизации творческих способностей. Развитие активности учащихся, стремления к углублению ранее полученных знаний. Необходимо органически соединять материал, предусмотренный школьной программой, с результатами новейших достижений в области астрономии.

Логической последовательности изучаемого материала. Изучение материала должно быть построено на логической связи предыдущего, чувственного опыта учащихся и формировании образного, абстрактного мышления при решении каждой конкретной задачи.

Последовательного повышения сложности заданий. Вне зависимости от времени подготовки, сложность рассматриваемых задач должна возрастать последовательно. Переход на более высокий уровень сложности осуществляется только после досконального овладения материалом предыдущего уровня сложности.

Неразрывности эмпирического и теоретического материала. В связи с тем, что большинство измерения в астрономии носит косвенный характер, необходимо обращать внимание на методики определения расчётных параметров, которые основаны на эмпирических зависимостях.

Максимальной сложности. Уровень сложности материала, который изучается при подготовке учащихся, должен превышать уровень сложности не только программного материала, но и уровень задач предыдущих олимпиад. Учащиеся должны не бояться сложных заданий.

Самостоятельности. Роль учителя должна быть сведена к выполнению консультативных функций. Надо стремиться к тому, чтобы ученики развивали навыки самостоятельной работы с научной литературой, сами находили ответы на непонятные вопросы.

При подготовке заданий для олимпиад следует разделять их как по

сложности, так и по уровню тура. Задания на второй и третий тур составляет областная комиссия, в состав которой входят как преподаватели Донецкого национального университета и методисты Донецкого областного института последипломного педагогического образования, так и ведущие школьные учителя астрономии. Это позволяет выработать единые требования к уровню сложности задач и объективные критерии их оценивания.

Для заданий второго тура олимпиад – районных и городских, уровень сложности невысок – простейшие расчетные задачи и качественные вопросы, не выходящие за рамки учебника. Предлагается 5 теоретических задач. Четыре из них имеют односложную структуру решения, связанную с применением одного-двух астрономических фактов или физических законов. Одно задание более сложное, требующее последовательное применение сразу нескольких фактов или законов. При этом система оценивания всех заданий идентичная.

Как показывает опыт, в следующий тур олимпиады проходят, как правило, только школьники, прошедшие подготовку в астрономическом кружке или в ходе дополнительных занятий с учителем – факультативных или индивидуальных. Однако даже для тех школьников, которые не прошли в следующий тур, участие в олимпиаде является весьма знаковым событием и стимулирует их дальнейший интерес к этому предмету.

Задания третьего (областного) тура являются более сложными. Как правило, они также ориентированы на школьную программу, однако требуют отличных знаний по математике и физике. На теоретическом туре предлагаются 5 не связанных друг с другом заданий различной степени трудности и направленности, охватывающие весь программный материал (оцениваются до 15 баллов). На практическом – одна задача, которая оценивается в 25 баллов. Практическое задание требует от школьников умения анализировать данные с использованием справочников, атласов, карт, глобусов, планшетов с фотографиями, спектрограммами, понимания астрономической, физической сути явления и т. д.

Анализируя результаты третьего тура олимпиады по астрономии учеников школ Донецкой области, которая проводилась в январе 2013 г., можно отметить, что высоких результатов достигли именно те участники, при подготовке которых выдерживались принципы, изложенные в данной работе. Заслуживает внимания тот факт, что высокие результаты в группе десятиклассников показали участники девятых и даже восьмых классов. Это говорит как об их высокой мотивации и достаточным уровнем знаний, так и о кропотливой, ответственной работе педагогов при подготовке учеников к участию в олимпиаде.

ПРО ЕКОЛОГІЗАЦІЮ КУРСУ ФІЗИКИ

В. І. Вайданич, Н. Д. Довга, Г. М. Пенцак

Україна, м. Львів, Національний лісотехнічний університет України
forestviv@ukr.net

Зміна клімату на Землі – одна з найгостріших екологічних проблем, яка стоїть перед людством. Причиною такої зміни є динамічні процеси на Землі, коливання інтенсивності сонячного випромінювання, діяльність людини та інші чинники. Спалювання викопного невідновлювального палива (вугілля, нафти, газу), вирубування лісів, лісові пожежі, викиди транспорту тощо – основні складові людської діяльності, що призводить до зростання емісії парникових газів, в першу чергу, вуглекислого газу та виникнення «парникового ефекту». Як наслідок, може розвинути глобальне незворотне потепління на Землі, підвищення рівня Світового океану і затоплення прибережних зон. Наукова спільнота забила на сполох. У 1992 році на саміті в Ріо-де-Жанейро була підписана Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, а в 1997 році Кіотський протокол, який передбачав скорочення до 2012 року викидів парникових газів на 5% порівняно з 1990 роком [1].

Проте емісія вуглекислого газу продовжувала зростати. Так, за даними Міждержавної групи експертів зі зміни клімату (IPCC1) від 2007 р. концентрація CO₂ в атмосфері в 2005 році склала 0,0379 %, в той час як в доіндустріальний період вона становила 0,0280 % і збільшується на 0,0002 % за рік [2]. Відбулося порушення біосферного вуглецевого кругообігу: надходження вуглекислого газу в атмосферу почало перевищувати його споживання живими організмами.

Стало зрозумілим, що таким своєрідним кавалерійським наскоком проблеми екології не вирішити. Висновок: потрібно починати здалека – з освіти. Від дня народження треба готувати людей до екологічно усвідомленого життя на нашій планеті. Ще 40–50 років тому чимало сіл і хуторів використовували воду для побуту, в тому числі і для приготування їжі, з невеличких потічків та струмочків, що протікали поруч. Чи можливо сьогодні утамувати спрагу з такого потічка без ризику для здоров'я? Ці колись питні джерела води забруднилися не лише промисловими скидами а й бездумною людською діяльністю та безсоромною поведінкою. Виховання й освіта покликані змінити такий стан речей і найперше щодо промислового забруднення. Екологічні акценти освіти прозвучали на Шостій міжнародній екологічній конференції в Белграді у 2007 р.

Конференція Організації об'єднаних націй зі збалансованого розви-

тку «Ріо+20» у підсумковому документі «Майбутнє, якого ми прагнемо» підтвердила курс на стійкий розвиток і на забезпечення побудови економічно, соціально та екологічно збалансованого майбутнього для нашої планети, для нинішнього і майбутнього поколінь. Для досягнення цілей збалансованого розвитку, Україна з поміж трьох основ них пріоритетів, запропонованих на конференції, вважає за доцільне запровадження процесу екологізації освіти у всіх навчальних закладах з метою підготовки фахівців для збалансованого розвитку, підвищення рівня екологічної освіти населення. Реалізація концепції екологізації освіти має вирішальне значення для формування зеленого мислення та побудови зеленої економіки і, відповідно, була врахована у підсумкових документах «Ріо+20» [3].

Виконання взятих Україною зобов'язань передбачає запровадження наскрізної екологізації усіх дисциплін навчального плану, в тому числі фізики. Мова йде не лише про дисципліни з напряму підготовки фахівців – екологів, а й про підготовку фахівців усіх без винятку напрямів. Для реалізації поставленої мети треба, насамперед, щоб навчальна література (підручники, посібники, збірники задач, навчально-методичні вказівки та рекомендації тощо) була орієнтована на висвітлення екологічних проблем, щоб з її допомогою змінювати мислення учнів та студентів, необхідно, зрештою, виробляти відповідний підхід професорсько-викладацького складу.

Екологічну складову в курсі фізики можна представити в різних варіаціях:

- з'ясуванням незадовільного стану довкілля;
- переліком екологічних питань, що вимагають вирішення;
- те саме з рекомендацією шляхів вирішення проблеми з точки зору фізика;
- пропозицією щодо вжиття конкретних заходів для запобігання негативного екологічного впливу на довкілля в майбутньому з точки зору фізичної науки тощо.

Національний лісотехнічний університет України проводить підготовку фахівців як з екологічних (екологія, екологічна економіка) так і з технічних та технологічних напрямів (інженерна механіка, автоматизовані і комп'ютерно інтегровані технології, технологія лісозаготівлі, технологія деревообробки, лісове і садово-паркове господарство тощо.). Усі спеціальності орієнтовані на лісопромисловий комплекс. То ж не дивно, що навіть технічні спеціальності, в більшій чи меншій мірі, дотичні до екології. Для студентів перерахованих напрямів підготовки другий навчальний рік поспіль викладається курс фізики за підручником «Фізика (з лісоекологічними і біофізичними аспектами)» [4] і відповідному йому

збірнику задач з фізики, в яких викладений цілісний курс фізики, а питання екології подібно до професійної спрямованості курсу [5] не виділені в окремі розділи чи теми, а органічно «вплетені» в теоретичний курс. Проілюструємо таке стикування проблем екології з програмними засадами курсу фізики на найбільш показових темах (розділах).

У розділі «Елементи механіки рідин і газів» розглянуті сили в'язкості, що впливають з боку повітря на рух пристиглого насіння з дерева лісового насадження. Під дією горизонтальних повітряних потоків, які можуть змінювати свій напрям, падаюче насіння відхиляється від вертикальної осі і займає більшу за крону площу. На траєкторію польоту в першу чергу впливає вітрильність насіння. Випадкові зіткнення насіння з гілками крони зумовлюють значно більші відхилення від осі падіння, створюючи додаткові можливості природного лісовідновлення. Останні важливі в умовах радіоактивного забруднення, де роботи лісогосподарського персоналу поєднуються з підвищеним ризиком для здоров'я. Природне лісовідновлення в забруднених радіонуклідами зонах винятково важлива лісоекологічна проблема.

У розділі «Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів» на основі розподілу Больцмана для частинок у зовнішньому потенціальному полі розглядається можливість визначення висоти одно-, дво-, триярусних зелених насаджень, які необхідно висадити обабіч автомобільних трас і в населених пунктах, щоби концентрація частинок пилу у верхів'ї насаджень залежно від діаметра частинок зменшилася в пропорції $n : m : k$ разів, приймаючи частинки пилу круглої форми.

У темі «Основи термодинаміки» підкреслюється, що підвищення коефіцієнта корисної дії роботи двигунів внутрішнього згоряння пов'язується з підвищенням температури нагрівача і використанням холодильника з якомога нижчою температурою. Разом з тим зростає забруднення довкілля тепловими викидами та вихлопними газами. «Зайве» тепло великих енергетичних об'єктів скидають у водойми, річки, озера, і це може спричинити екологічну кризу. Наведений аналіз токсичних домішок, які викидаються в атмосферу з їх негативним впливом, а також кроки, які здійснюють країни для переведення двигунів внутрішнього згоряння на природний газ, етанол, біогаз тощо – все це спрямовується на екологічний захист. Фахівцям важливо знати шляхи мінімізації таких негативних впливів.

Зріджені гази, холодильна техніка створюють сприятливе тло для вивчення властивостей і поведінки реальних газів. Кріобіологія вивчає дію на живі організми низьких і наднизьких температур, стійкість організмів до переохолодження, способів захисту живих клітин і тканин в процесі заморожування, виведення морозостійких рослин. Адже різні

мікроорганізми та безхребетні, а також спори, мохи, лишайники і насіння здатні переносити у висушеному стані глибоке охолодження до температури, близьких до абсолютного нуля. З'явилася можливість зберігати тривалий час насіння головних материнських видів культур, які згодом використовуються для створення нових сортів рослин. Про екологічне значення збереження в первісному вигляді розмаїття лісо- і сільськогосподарських культур свідчить той факт, що світова спільнота виношує ідею про будівництво гігантського кріобанку культур в зоні вічної мерзлоти на архіпелазі Шпіцберген, якому були б не страшні жодні катаклізми на Землі.

Властивості рідини, її проміжний стан та дірковий характер найкраще ілюструвати на прикладі фізичних властивостей води з огляду на те, що вода відіграє важливу роль у біологічних системах. Для їх пояснення важливо розкрити аномальні властивості води, її структуру в рідкому стані, особливості переходу в кристалічний стан, що зумовлює «пухку» структуру льоду.

Виняткової уваги заслуговує біофізика води. Тут на перший план виходить зв'язана вода. Її час осілого життя, провідність, рухливість, температура кристалізації різко відрізняються від звичайної води.

Ретельні дослідження показали, що вода в живих об'єктах стає зовсім іншою, мало подібною на всім нам добре відому рідину. Всі її властивості міняються кардинальним чином, а структура, ймовірно, наближається до структури льоду. Було також встановлено, що вода в біологічних об'єктах залишається рідкою, навіть коли їх охолодити до -40°C . Її називають зв'язаною водою.

Джерельна структурована вода володіє від'ємним окиснювально-відновлювальним потенціалом (ОВП) ~ -100 мВ, в той час як для водопровідної води ОВП складає $+400$ мВ, а кип'яченої $+1000$ мВ. Саме така висока якість питної води гарантує сьогодні людині здоров'я. Адже, за оцінками експертів ВООЗ, близько 70–80 % усіх захворювань пов'язані із споживанням неякісної води. Турбуючись про долю майбутніх поколінь, ООН оголосила 2005 рік початком десятиліття води (2005–2014). Після викладеного зрозуміло, що поки не пізно, необхідно всіляко покращувати екологію відкритих джерел води, забезпечити прийдешнім поколінням не гірші умови проживання, ніж мають нинішні.

Молекулярні сили мають електричну (в загальному аспекті – електромагнітну) природу. Отож усі біологічні явища володіють електромагнетизмом. Взаємодія всередині біологічних клітин, так само як і сигнали, якими вони обмінюються є електромагнітними.

Нервові м'язи здатні генерувати електрорушійні сили – біопотенціали. Потенціал спокою, який існує в живих клітинах, становить $-60 \div -90$

мВ, а потенціал дії додатний і сягає величин 60 мВ і більше. Електрична активність клітин проявляється у формі коротких розрядів, кожен з яких триває ~1 мс. Нервові закінчення є хорошими провідниками. Особливо чутливі до дії струму серце, мозок і нервові центри, які контролюють дихання. Біоструми, які генеруються в живому організмі внаслідок життєдіяльності клітини, породжують низькі магнітні поля з індукцією 10^{-14} – 10^{-11} Тл. Завдяки застосуванню сквід-магнітометрів виявилось можливим фіксувати ці низькі магнітні поля і використовувати їх в цілях магнітодіагностики. Магнітоенцефалограми, магнітокардіограми в багатьох випадках більш інформативні, ніж їхні електричні аналоги. Все живе адаптувалось до постійно діючого магнітного поля Землі, яке біля її поверхні досягає $5 \cdot 10^{-5}$ Тл. Штучне екранування геомагнітного поля несприятливо впливає на життєдіяльність тварин, рослин і мікроорганізмів, що підтверджує екологічну значущість геомагнітного поля і вікового пристосування біологічних об'єктів до його дії. Натомість магнітні поля з індукцією $0,01 \div 0,1$ Тл зумовлюють переважно гальмівну дію на нервову систему, змінюють електроенцефалограму, відбувається розширення судин, крововиливи тощо. Тому максимально допустима норма індукції магнітного поля на виробництві прийнята за $0,03$ Тл ($2,4 \cdot 10^4$ А/м). Потужні магнітні поля близько 1 Тл пригнічують ріст коренів, уповільнюють процеси фотосинтезу, викликають зміни в окиснювальних процесах та інші ефекти. Тому, з метою зменшення негативного впливу на людину і рослинний світ з боку магнітних полів, що генерують потужні лінії електропередач, їх споруджують на високих опорах. Розрахунок таких полів спроможні провести студенти.

Сьогодні екологія потерпає від генерованих потужними промисловими джерелами акустичних та електромагнітних хвиль. Так, ультразвуки впливають на фізіологічні процеси біологічних об'єктів і мікрівібрацію на клітинному і субклітинному рівнях: руйнування біомакромолекул, пошкодження біологічних мембран, зміну їх проникності тощо. Інфразвуки теж несприятливо впливають на функціональний стан організму. Спостерігається втомлюваність, біль голови, сонливість, дратівливість, відчуття необґрунтованого страху тощо. Передбачається, що це зумовлено резонансною дією звукових хвиль (5–12 Гц) з найважливішими біоритмами людського організму. Зниження рівня інтенсивності інфразвуків у житлових, виробничих і транспортних приміщеннях – важливе екологічне завдання.

З появою мережі стільникового зв'язку щораз піднімається дискусія щодо шкідливості цього електромагнітного випромінювання. Розгляд обертальних, коливальних та електронних частот молекул дає можливість студентам з'ясувати проблему. Сучасні радіомовні та телевізійні

станції, радіолокатори, супутникові та стільникові системи зв'язку з частотами близькими до 10^{10} Гц досягають потужності $3 \cdot 10^{10}$ Вт. Їхнє випромінювання зумовлює теплову дію. За нормами Всесвітньої організації охорони здоров'я заборонено перебування людини в зонах, де інтенсивність радіохвиль сягає 100 Вт/м^2 . Безпечним вважається постійне поле з інтенсивністю радіохвиль $0,1 \text{ Вт/м}^2$. Важливо, щоб потужні випромінювальні станції не перешкоджали сезонним міграціям птахів у теплі краї.

Виняткової ваги для екології відіграють успіхи мікроелектроніки та нанотехнології. Майбутнє безпечної екології, без перебільшення, буде тісно пов'язане з успіхами нанофізики та нанотехнологіями. Сьогодні нанотехнологічна «лихоманка» охопила майже всі природничі науки та основні науково-технологічні напрями. ІЧ-технології на основі фотоприймачів HgCdTe допомагають відслідковувати стан посіву сільськогосподарських культур, лісових насаджень, проводити ранню діагностику їхніх захворювань, складати довгострокові прогнози врожайності, здійснювати глобальний контроль забруднення довкілля й розв'язувати на цій основі проблеми екології, здійснювати екологічний моніторинг. ІЧ-термографи дають змогу проводити діагностику багатьох захворювань. ІЧ-тепловізор бачить у темряві, крізь листя, пилюку й туман, крізь товщу води й навіть землі, тому використовується для контролю за пожежною безпекою, технологічними процесами в промисловості, для дистанційного виявлення лісових пожеж, осередків загорання торфовищ, їх підземних залишків, наявність корисних копалин, затоплених кораблів та ін., якщо їх температура відрізняється хоча б на одну – дві десяті градуса від навколишнього середовища. Він «побачить» найменший вогонь у лісі.

В курсі фізики неможливо оминати екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи. Бажано розглянути радіологічний контроль продукції сільського господарства, шляхи мінімізації наслідків аварії, використання лісового фонду, дозиметрію іонізуючих випромінювань, взаємодію іонізуючих випромінювань з речовиною. В цьому контексті варто відзначити і дію ультрафіолетових та рентгенівських променів. Наводячи максимальну допустиму біологічну дозу випромінювання для людини, треба акцентувати, що Міжнародна комісія з радіаційного захисту запропонувала концепцію відсутності порогу для генетичних порушень внаслідок опромінення, оскільки доведено, що мутація можлива навіть за одиничних актів іонізації. Отож, будь-яка дія іонізуючого випромінювання становить певний ризик появи в людини несприятливих чинників.

Вимагає належного висвітлення питання взаємозв'язку екології з проблемами енергетики, труднощів з утилізацією продуктів розпаду, що

утворюються в ядерному реакторі, здобутих успіхів на шляху керованого термоядерного синтезу, альтернативні та поновлювальні джерела енергії.

Екологізація курсу фізики поширюється на всю тріаду: лекції – практичні (семінарські) – лабораторні заняття. Для повноти додамо сюди і студентську наукову роботу. Практичні заняття треба привести у відповідність з лекційним курсом. Поважне місце має надаватись конкретним екологічним задачам, піднятим у лекціях. У нашому конкретному випадку це розрахунок витрат енергії при використанні екологічних ламп, оцінка їх економічності, знаходження висоти одно-, дво-, трьох-ярусних насаджень для затримання пилової зависі в екологічно проблемних місцях з використанням Больцманівського розподілу частинок у потенціальному полі, використання оптичних методів для моніторингу забруднення атмосферного повітря тощо. Вибір задач є індивідуальним для кожної конкретної спеціальності.

Лабораторний практикум має достатньо можливостей для посилення екологічної складової курсу фізики з врахуванням спеціальностей чи напрямів підготовки. Наш досвід показує, що зацікавленість студентів до вивчення теоретичних засад курсу фізики зростає, якщо, принаймні, одній з лабораторних робіт надати суто екологічного спрямування. Нами запропонована лабораторна робота з вивчення якісного складу радіоактивних забруднень ґрунтів, ягід, лікарських рослин та деревини, що виникли внаслідок Чорнобильської катастрофи, на сцинтиляційному гамма-спектрометрі. Лабораторний комплекс зібраний на базі багатоканального аналізатора імпульсів АІ–1024, підсилювального блока, сцинтиляційного лічильника NaI-Tl, програмного блока з виведенням інформації на ЕОМ. В програму вноситься маса наважки, найменування досліджуваної речовини, студентська група. Видрук результатів проводиться, як у графічному так і цифровому варіантах, що дає можливість визначити ізотопний склад забруднень, їх кількісні та якісні показники. Установка сертифікована, користується підвищеною зацікавленістю з боку студентів, адже кожний з них має можливість проводити вимірювання власних зразків матеріалів та вирощеної продукції зі своїх осель, порівняти отримані результати з допустимими рівнями радіації.

Студентська наукова робота – без сумніву найрезультативніша, найактивніша і найбільш творча робота з поміж усіх видів навчання. Завдання керівника полягає не тільки в тому, щоб запропонувати цікаву, творчу тему, але і в тому, щоб цій темі надати справжнє екологічне спрямування, зберігаючи при цьому фізичне тло. Остання вимога надто важлива для випадків, коли фізика викладається для екологічних напрямів підготовки. Найоптимальнішим варіантом є наукове зацікавлення

лектора на пограниччі фізика-екологія. Зокрема на запропонованому нами способі визначення приросту фітомаси [6] і зв'язаного при цьому атмосферного вуглекислого газу (вуглецевий стік) за квантами енергії сонячної радіації [7] студентам-екологам надається можливість порівнювати масу поглинутого деревостаном вуглекислого газу (основного компонента парникових газів) з реальними промисловими викидами цього газу в конкретному населеному пункті, пропонувати шляхи усунення можливого дисбалансу. Тема допускає до виконання великої кількості студентів з розмаїттям завдань. В процесі виконання студенти проявляють виняткову зацікавленість, самостійність, відповідальність і вдумливе застосування фізичних законів.

Наведений далеко не повний перелік екологічних аспектів, які викладені в згаданому підручнику. З огляду на обмеженість аудиторного часу, частина матеріалу виноситься на самостійне опрацювання. Загострення акцентів на питаннях екології – основне завдання запропонованих заходів. Для кожної спеціальності можуть бути інші підходи, інші проблеми екології, інші приклади. Поза тим, спільним для усіх спеціальностей і навчальних закладів залишається цілісність і повнота загального курсу фізики. З огляду на викладене бажано враховувати наступне:

1) екологізація курсу фізики жодним чином не обмежує загального курсу фізики в технічному ВНЗ;

2) питання екології не виділяються в окремі розділи, чи теми, а утворюють органічну єдність із загальним курсом фізики;

3) екологічні відомості мають бути системними, логічно пов'язаними зі змістом курсу фізики; їх використання спрямоване на конкретизацію і поглиблення фізичних знань;

4) екологічні знання, які включаються в розгляд, мають задовольняти принцип науковості, критичного осмислення наслідків впливу людини на навколишній світ з можливістю відвернення негативних результатів;

5) розглядувані екологічні питання направлені на активізацію розумової діяльності студентів, мають сприяти розвитку фізичного мислення;

6) розгляд екологічних питань повинен задовольняти принципу сталого розвитку, забезпечити для прийдешніх поколінь такі ж умови проживання, які має нинішнє покоління;

7) розглядаючи екологічні аспекти, треба неодмінно акцентувати увагу студентів на нормах щодо радіаційної безпеки, допустимих рівнів опромінення, існуючих стандартів та інших норм екологічної безпеки.

Покращення довкілля – обов'язок кожного члена суспільства. Не нашкодь собі, не нашкодь екології!

Список використаних джерел

1. Kyoto Protocol Status of Ratification [Electronic resource] // United Nations Framework Convention on Climate Change. – 14 January 2009. – 11 p. – Mode of access : http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf

2. Некліматичні чинники і їх вплив на зміну клімату. Парникові гази [Електронний ресурс] // Зміна клімату. – Режим доступу : http://uk.wikipedia.org/wiki/Зміна_клімату

3. Підсумки конференції ООН зі збалансованого розвитку Ріо+20 [Електронний ресурс] // Всеукраїнська екологічна ліга. – 09 липня 2012. – Режим доступу : <http://www.ecoleague.net/5623003-169-2631.html>.

4. Вайданич В. І. Фізика (з лісоекологічними та біофізичними аспектами) / В. І. Вайданич, Г. М. Пенцак. – Львів : ЗУКЦ, 2009. – 648 с.

5. Вайданич В. І. Професійно-орієнтована побудова курсу фізики – мотивація до вивчення дисципліни / В. І. Вайданич, Г. М. Пенцак // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск 8. – Т. 2. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2010. – С. 54–61.

6. Патент на корисну модель № 37596 Спосіб визначення приросту фітомаси деревостанів / Вайданич В. І. – u 200802387. Подання заявки: 25.02.2008. Опубл. 10.12.2008. Бюлетень № 23, 2008.

7. Патент на корисну модель № 45794 Спосіб визначення маси фотосинтетично зв'язаного атмосферного вуглекислого газу та депонованого деревостаном вуглецю / Вайданич В. І., Дейнека А. М., Миклуш С. І., Вайданич Т. В. u200906164. Подання заявки: 15.06.2009. Опубл. 25.11.2009. Бюл. № 22, 2009.

ДЕЯКІ ФАКТИ ЩОДО РАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОМЕНІВ

Б. М. Валійов, В. Д. Єгоренков
Україна, м. Харків, Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна
yegorenkov@univer.kharkov.ua

1. У ґрунтовному дослідженні Р. П. Гайди [1], а також у матеріалах конференцій, що проводилися у Кривому Розі у попередні роки [2; 3], досить детально обговорювалися історичні обставини відкриття рентгенівських променів. Крім того, існує багато публікацій інших авторів, присвячених різним аспектам цих досліджень та суперечностей в їх висвітленні та оцінках. Все ж, на наш погляд, викладачі фізики ВНЗ і дотепер переважно не мають достатньої інформації щодо самих експериментальних фізичних приладів, які могли бути чи такі були джерелами рентгенівського випромінювання на початковій стадії досліджень рентгенівських променів, оскільки далеко не кожен ВНЗ має належне обладнання. Наша лабораторія демонстраційного експерименту фізичного факультету ХНУ має цілу низку приладів цієї доби, і деякі з них, незважаючи на поважний вік, збереглися в робочому стані. Тому, наприклад, ми маємо нагоду показувати студентам властивості рентгенівського випромінювання за допомогою рентгенівської трубки із холодним катодом, яка живиться котушкою Румкорфа, як і в оригінальних дослідках самого В. Рентгена. Є у нас й інші старі прилади для демонстрації явища світіння речовин під дією катодних променів. Але про них дещо пізніше.

2. Якось приходять до мене (*В. Д. Є.*) на практикум із атомної та ядерної фізики наш завідувач практикуму з електрики і магнетизму І. Г. Чурілов, приносить якийсь скляний прилад (фото 1) і каже, що його презентував йому О. Д. Рошаль, доцент із хімічного факультету нашого ж університету, який є відомим колекціонером старих радіоламп. У мене аж дух перехопило. Невже я тримаю в руках трубку типу лампи Пулюя? Адже я вже протягом багатьох років використовую на лабораторних заняттях з атомної фізики фотографію лампи (фото 2), узятую із сайту університету в Іннсбруку (Австрія). Порівняйте конструкції обох приладів на фото 1 і 2. Неозброєним оком видно всередині трубки пластину, нахилену під кутом близько 45 градусів до осі трубки, яка є характерною ознакою ламп Пулюя, в чому можна пересвідчитися у каталогах кінця 19 та початку 20 сторіччя.

На фото 2 зображена фосфоресцентна (так у підписі на сайті) трубка Пулюя, що, датується 1870 роком(!) і виготовлена фірмою Мюллер-Урі

у Брауншвейгу. Тонкий шар слюди всередині трубки несе на собі фосфоресцентний матеріал: шееліт ($\text{CaWO}_4 + \text{CuWO}_4$), або суміш BaSO_4 , L_2SO_4 та оксиду вісмуту фосфоресціюють блакитним світлом, суміші CaS та MnSO_4 світять зеленим, суміші SrSO_4 and CuSO_4 світять рожевим, суміші MgSO_4 and MnSO_4 світять червоним, а суміші MgSO_4 та CdSO_4 світять інтенсивним жовтим світлом. Звичайно сьогодні це світіння звуть флуоресценцією. Внаслідок того, що слюда розташована під кутом 45 градусів, інтенсивність рентгенівських променів була достатньо високою, щоб робити рентгенівські знімки. Зокрема, перший медичний рентгенівський знімок у США було зроблено за допомогою такої лампи у 1896 році [5]. Доктори Едвін та Гілман Фрости використали лампу Пулюя задля їх першого рентгенівського знімку зламаної руки 14-річного хлопця 3 лютого 1896 року у Дартмутській медичній школі. Зверніть увагу на яскраве світло у центрі фото над лівою рукою пацієнта (він сидить до нас спиною), що створюється лампою, розташованою горизонтально, подібно до фото 1 (фото 3).



Фото 1. Трубка типу лампи Пулюя



Фото 2. Лампа Пулюя

Звичайно, сам І. Пулюй, як винахідник цієї лампи, мав після відкриття Рентгена можливість одним із перших дослідити як умови генерації рентгенівських променів, так і їх застосування [4]. У цій ґрунтовній роботі І. Пулюй використав свою лампу, яку він запропонував у якості

джерела світла для проєкцій за 14 років до відкриття Рентгена. У експериментах на слюдяну пластинку наносився шар сірчастого кальцію. Пуллой також запропонував у ній декілька модифікацій своєї лампи з метою «більш рівномірного розподілу невидимих променів» (рис. 1).



Фото 3. Зняття першої медичної рентгенограми у США

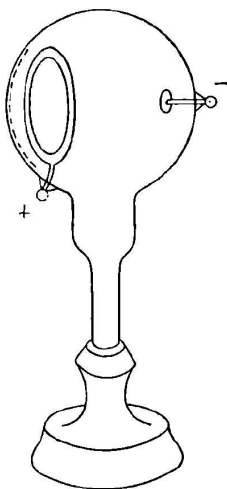


Fig. 5.

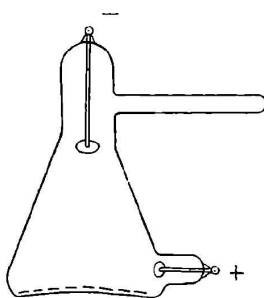


Fig. 6.

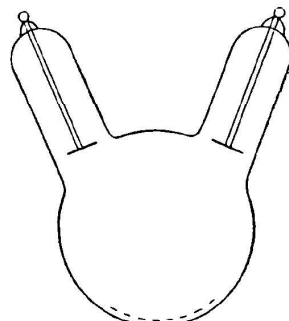


Fig. 7.

Рис. 1. Модифікації лампи. Штрихами зображено фосфоресцентний шар

3. Серед багатьох науковців, які негайно взялися до досліджень та застосувань рентгенівських променів у Російській імперії, згадаймо професора М. Д. Пильчикова. Він, до речі, був випускником Харківського університету і деякий час працював у ньому на кафедрі фізики, коли завідувачем її був професор А. П. Шимков. Підчас роботи у Новоросійському університеті в Одесі він повідомляв [6], що «оскільки X-промені випромінюються із флуоресціюючих плям на склі розрядної трубки, слід очікувати більш потужного ефекту, якщо замінити скло матеріалом із більшою здатністю до флуоресценції. Він тому спробував використати лампу Пулюя і знайшов, що вона «надзвичайно» вкоротила час, необхідний для зняття фотографії». Цікаво, що спочатку Пильчиков за допомогою магніту скерував катодні промені на скляну стінку трубки до їх потрапляння на слюдяну пластинку (відтворивши перший дослід Рентгена) і лише потім прибрав магніт, щоб катодні промені її бомбардували, що сприяло більш ефективній генерації X-променів. Детальний опис цих та інших досліджень можна знайти в книзі В. П. Плачинди [7]. Звичайно, ми не могли не спробувати, чи працює хоч якось наша трубка, відображена на фото 1. Для цього було зібрано установку (фото 4), яка складалася з котушки Румкорфа, трубки типу лампи Пулюя та сигналізатора-індикатора потужності дози СИМ-03 з автономним живленням від батареї на 9 Вольт. Лічильник Гейгера містився всередині жовтого корпусу СИМ-03 і мав окремий цифровий блок, з'єднаний із СИМ-03 чорним кабелем. Сам сигналізатор-індикатор мені (В. Д. Є.) багато років тому подарував мій приятель Є. І. Веселий, заслужений артист України, з яким ми вчилися грі на скрипці у М. В. Варгіна в музичній школі м. Кам'янця-Подільського. Цифровий блок (чорний корпус із цифровим табло) на моє замовлення виготовив кілька років тому для демонстраційних та лабораторних дослідів інженер нашої кафедри В. В. Нерубенко. При реєстрації цим приладом максимальна кількість імпульсів фону за 40 секунд експозиції зазвичай не перевищує 15-20. На приладі ми бачимо значення 84 імпульси, що значно перевищує фон. Максимальна кількість імпульсів, що їх ми спостерігали в експериментах із цією трубкою, складала (за 40 секунд) не набагато більше 200 імпульсів. У суцільній темряві під час роботи трубки в центрі овалу можна було спостерігати невелику пляму яскравого зеленуватого світіння, оточеного значно менш яскравим світінням в межах решти овалу. Таким чином, і лампа Пулюя, запропонована винахідником у якості джерела світла, обумовленого бомбардуванням різних матеріалів катодними променями, яка демонструвалася на Паризькій виставці 1881 року і отримала срібну медаль, без сумніву була джерелом не тільки світла, але і рентгенівських променів.



Фото 4. Робота трубки типу лампи Пулюя

4. Виникає природне запитання, а чи не були джерелами рентгеновського випромінювання інші історичні прилади, за допомогою яких упродовж багатьох років на лекціях у великій кількості навчальних закладів світу демонструвалося явище флуоресценції різних матеріалів під дією катодних променів. У фізичному кабінеті Харківського національного університету є ціла низка таких приладів, і деякі з них, як виявилося, є такими джерелами, причому навіть значно потужнішими, ніж трубка типу лампи Пулюя, хоча у їх описах це не було зазначено. Ми наведемо фото лише трьох таких приладів із колекції нашого кабінету. Оскільки всі вони знаходяться у робочому стані, ми мали нагоду спостерегти їх дію.

На фото 5 у схемі, аналогічній фото 4, вміщено відому трубку Крукса із зірочкою, яка може займати два положення (лежачи і стоячи) і тінь якої на склі (у положенні стоячи) покликана продемонструвати прямолінійність траєкторій катодних променів. Як бачимо, цей широковідомий демонстраційний дослід також супроводжується генеруванням рентгеновських променів, причому інтенсивність випромінювання є досить високою (2 687 імпульсів за 40 секунд). Зазначимо принагідно, що в Інтернеті можна знайти фото (фото 6) не дуже поширеної версії такої катодної трубки із подвійною тінню, що створюється двома фіксованими зірочками, запропонованої Пулюєм. Вона напевно теж могла бути джерелом рентгеновських променів. Ще більше рентгену надає відомий кру-

ксовий «Букет» (фото 7), але при полярності живлення, протилежній тій, при якій його квіти світяться різними кольорами (3 091 імпульс за 40 секунд).



Фото 5. Робота трубки Крукса



Фото 6. Пулюева катодна трубка із подвійною тінню

Легко собі уявити, якими небезпечними для спостерігачів були такі досліди, як лабораторні, так і публічні, якщо час їх неперервної роботи був великим.

Нижче вміщено ще один круксовий прилад (фото 8) (трубка «Кристал»), де поруч із світінням в оптичному діапазоні, спостерігається випромінювання рентгену, причому при довільній полярності напруги жи-

влення (в обох положеннях перемикача котушки Румкорфа) (2 420 імпульсів за 40 секунд в одному з них).



Фото 7. Робота трубки «Букет»



Фото 8. Робота трубки «Кристал»

5. Насамкінець дамо відповідь на запитання, як впливає на лічильник Гейгера його знаходження поблизу працюючої котушки Румкорфа.

Для цього ми зняли покази лічильника при видалених вакуумних приладах, коли котушка і лічильник залишалися на своїх місцях. При відключеній котушці лічильник давав близько 10-20 імпульсів за 40 секунд, а при включеній котушці кількість імпульсів сягала близько 30. Таким чином, кількість імпульсів, що була зареєстрована в усіх випадках спостереження рентгенівських променів від використаних вакуумних приладів, значно переважала кількість імпульсів у їх відсутності.

Перелік використаних джерел

1. Гайда Р. П. Иван Пулюй та становлення науки про X-промені : препринт ІМСР-97-17U [Електронний ресурс] / Р. П. Гайда ; Національна академія наук України, Інститут фізики конденсованих систем. – Львів, 1997. – 63 с. – Режим доступу : <http://www.icmp.lviv.ua/sites/default/files/preprints/pdf/9717U.pdf>

2. Крот Ю. Є. Роль викладача фізики в період комп'ютеризації та дистанціювання навчального процесу / Ю. Є. Крот // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг, 2001. – Т. 2. – С. 181–185.

3. Савчук В. С. Деякі проблемні питання викладання теми «Електромагнітне випромінювання і роль викладача у розкритті цих питань» / В. С. Савчук // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг, 2002. – Т. 2. – С. 288-292.

4. Puluj J. Über die Entstehung der Röntgen'schen Strahlen und ihre photographische Wirkung / J. Puluj // Sitzungsberichte der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. CV Band. III. Heft. Abteilung II.a – 1896. – S. 228-238. – http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/SBAWW_105_2a_0228-0245.pdf

5. Frost E. B. Experiments on the X-Rays / E. B. Frost // Science. – 1896. – Vol. III, No. 59. – P. 235-236.

6. Piltchikoff N. D. Sur l'émission des rayons de Roentgen par une tube contenant une matiere fluorescente / N. D. Piltchikoff // Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des sciences. – 1896, t. 122, 24 Fevrier. – P. 461.

7. Плачинда В. П. Микола Дмитрович Пильчиков (1857 – 1908) / В. П. Плачинда. – К. : Наукова думка, 1983. – 197 с.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНВАРІАНТ ПРОЕКТУВАННЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ПРИРОДНИЧИХ ПРЕДМЕТІВ

Т. Ю. Галатюк¹, М. Ю. Галатюк², Ю. М. Галатюк²

¹ Україна, м. Рівне, Рівненська загальноосвітня школа №6

² Україна, м. Рівне, Рівненський державний гуманітарний університет
Halatyuk@ukr.net

Успішне вирішення проблем, що виникають в організації навчального процесу, як правило, реалізується шляхом розробки і впровадження інноваційних технологічних систем. Технологічний рівень вирішення проблеми передбачає наявність певних інваріантів діяльності вчителя, які є інструментом для творчості і професійного становлення. Такий підхід вимагає випереджувального відображення (попереднього планування і передбачення) майбутніх змін у суб'єкта навчання і механізмів, засобів їх досягнення. Саме тому в теорії навчання на одне з перших місць виступає проблема проектування. Проектування є невід'ємною складовою технологізації навчання. Відомо, що поняття технології навчання найчастіше зустрічається у контекстах з категоріями цілепокладання, проектування, моделювання, конструювання.

З огляду на це, важливою особливістю функціонування дидактичної моделі розвитку навчально-пізнавальної компетентності [1] є технологізація діяльності учителя. Зрозуміло, що діяльності учителя притаманний власний стиль, який характеризується відносно-стійкою індивідуально-своєрідною активністю, що формується в процесі досягнення цілей навчання на основі індивідуальної професійної компетентності. Проте, як засвідчують науково-педагогічні дослідження [4], цілі й умови діяльності кожного учителя в контексті реалізації конкретної дидактичної моделі характеризуються певною типовістю, подібністю, визначеністю, повторюваністю. Це призводить до появи певних загальних рис, відносної стійкості у діяльності, що дозволяє говорити про її технологізацію.

Одним із підходів є виділення інваріантної та варіативної складової діяльності. Йдеться про узагальнений інваріант діяльності учителя, або, так званий, технологічний інваріант. Це узагальнений алгоритмічний припис, який визначає послідовність певних етапів діяльності вчителя, в межах яких передбачається варіативність в організації взаємодій відповідно до змісту навчального матеріалу і дидактичних цілей в конкретних умовах навчального процесу. В даному контексті інваріант – це послідовність етапів діяльності учителя, а операційний склад таких етапів – це варіативна складова, що конструюється учителем відповідно до конкре-

тних умов навчання.

Таким чином, під інваріантом розуміють структурно-логічну схему, припис, узагальнений план дій, що є орієнтовною основою діяльності і певним чином детермінує діяльність учителя.

Необхідно зазначити, що інваріант діяльності може мати різний рівень узагальнення. Наприклад, цикл навчального пізнання [3] може розглядатись як інваріант творчої навчально-пізнавальної діяльності високого рівня узагальнення. Зрозуміло, що інваріант може конкретизуватися, уточнюватися, бути об'єктом дослідження.

Технологічний інваріант моделювання навчально-пізнавальної діяльності складається з таких етапів (рис. 1):

1. Визначення дидактичних цілей на основі моделі навчально-пізнавальної компетентності [1].

2. Моделювання суб'єкта навчально-пізнавальної діяльності.

3. Вибір адекватної навчально-пізнавальної діяльності на основі тривимірної моделі її класифікації (за методологічним змістом, рівнем креативності і рівнем комунікації).

4. Моделювання процедури діяльності на основі узагальненої моделі навчально-пізнавального циклу.

5. Розробка проблемно-змістового забезпечення. Підбір адекватних навчально-пізнавальних завдань.

6. Вибір засобів навчального впливу і управління відповідно до процедури діяльності.

7. Розробка засобів контролю і забезпечення зворотного зв'язку.

Продемонструємо один із можливих варіантів застосування технологічного інваріанта. Для прикладу виберемо тему з фізики: «Закон Ома для замкнутого кола».

Розкриємо зміст основних етапів.

1. *Визначення дидактичних цілей на основі моделі навчально-пізнавальної компетентності.* На цьому етапі конкретизується очікуваний приріст навчально-пізнавальної компетентності в контексті кожного компонента [2], визначаються актуальні складові навчально-пізнавальної компетенції, які будуть задіяні у навчально-пізнавальній діяльності, що моделюється. В одному із можливих варіантів у контексті зазначеної теми це виглядатиме так.

1.1. *Інформаційно-когнітивний компонент:* вивчення закону Ома для замкнутого кола; засвоєння методологічних знань про фізичний експеримент, аналіз, порівняння, моделювання, висунення гіпотези, формулювання наслідків, узагальнення.

1.2. *Мотиваційно-ціннісний компонент:* розвиток пізнавального інтересу, зацікавленості до процесу навчального пізнання.

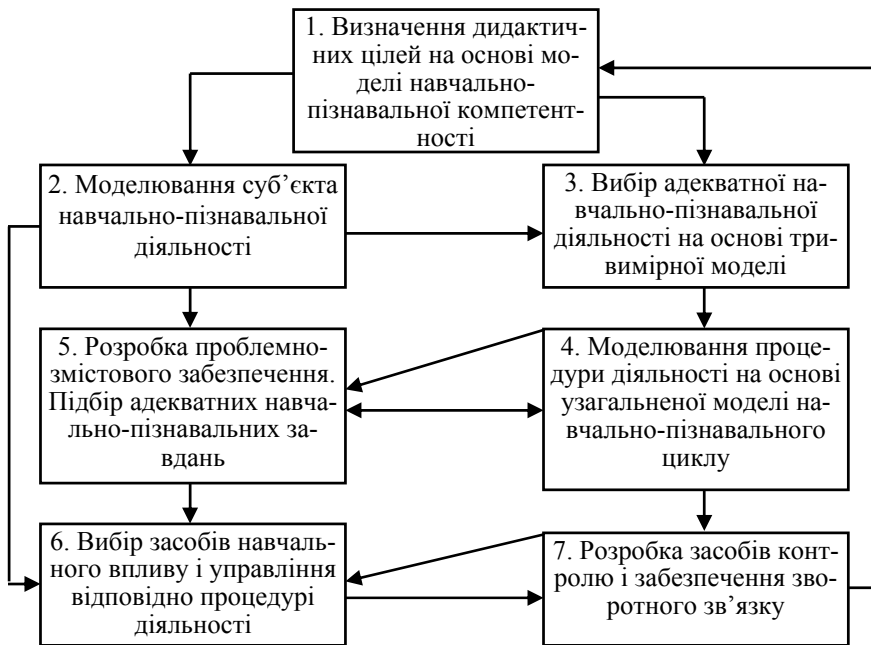


Рис. 1. Структурно-логічна схема технологічного інваріанта моделювання навчально-пізнавальної діяльності

1.3. *Операційно-діяльнісний компонент*: розвиток уміння планувати і виконувати експеримент, спостерігати, скласти електричне коло, вимірювати амперметром силу струму, вимірювати вольтметром електричну напругу, аналізувати і узагальнювати результати експерименту, формулювати гіпотезу, здійснювати обробку і аналіз результатів експерименту за допомогою табличного процесора Microsoft Office Excel.

1.4. *Рефлексивно-організаційний компонент*: розвиток уміння здійснювати самоконтроль, оцінку і рефлексію власної діяльності.

1.5. *Продуктивний компонент*: ознайомлення з творчим циклом наукового пізнання, засвоєння досвіду творчої навчально-пізнавальної діяльності [1].

2. *Моделювання суб'єкта навчально-пізнавальної діяльності*. Суб'єктом навчально-пізнавальної діяльності може бути окремих учень, мала група учнів чи колектив цілого класу. Моделюються зони актуального й ближнього розвитку суб'єкта діяльності в контексті компонентів навчально-пізнавальної компетентності. Наприклад, суб'єкт діяльності – група (4 учні); кожен з членів групи на достатньому рівні володіє актуальними знаннями: знає закон Ома для ділянки кола, поняття електрору-

шійної сили джерела струму, частково володіє орієнтувальною основою виконання фізичного експерименту; на достатньому рівні володіє умінням працювати за комп'ютером у середовищі табличного процесора Microsoft Excel; знає властивості лінійної функції і її графік; має середній рівень розвитку практичних умінь користуватися амперметром і вольтметром; середній рівень пізнавальної мотивації; учні не знайомі із законом Ома для замкнутого кола.

3. *Вибір адекватної навчально-пізнавальної діяльності на основі тривимірної моделі.* Як видно із структурно-логічної схеми (рис. 1), цей етап визначається дидактичними цілями (логічний зв'язок 1-3) і моделлю суб'єкта діяльності (зв'язок 2-3).

Виберемо вид діяльності для нашого випадку на основі тривимірної моделі [2]. У відповідності до вищезазначених чинників ця діяльність має бути *емпіричною, дослідницькою та індивідуальною.*

4. *Моделювання процедури діяльності на основі узагальненої моделі навчально-пізнавального циклу.* Визначимо етапи навчально-пізнавального циклу, які будуть реалізовуватись у процесі діяльності. Як видно із структурно-логічної схеми технологічного інваріанта (рис. 1), процедура визначається видом навчально-пізнавальної діяльності (логічний зв'язок 3-4), проблемно-змістовим забезпеченням (логічний зв'язок 4-5).

У наведеному прикладі вибираємо процедуру, що відтворює весь цикл навчального пізнання, тобто етапи: 1) виконання експерименту, нагромадження фактів; 2) аналіз результатів експерименту; 3) постановка проблеми, формулювання пізнавальної задачі; 4) розв'язування пізнавальної задачі на основі актуального рівня компетентності; 5) висунення гіпотези. Побудова теоретичної моделі; 6) формулювання наслідків; 7) експериментальна перевірка наслідків (перевірка гіпотези).

5. *Розробка проблемно-змістового забезпечення.* На цьому етапі визначається конкретний зміст навчально-пізнавальної діяльності у формі одного або декількох навчально-пізнавальних завдань. Як видно із структурно-логічної схеми (рис. 1), їх вибір визначається моделлю суб'єкта (логічний зв'язок 2-5), а також видом навчально-пізнавальної діяльності (зв'язок 3-5) і процедурою (зв'язок 4-5).

Нижче подаємо навчально-пізнавальне завдання і зміст основних етапів його виконання.

Навчально-пізнавальне завдання: дослідити, як залежить сила струму в колі від параметрів джерела і опору зовнішнього навантаження.
Обладнання: сухі гальванічні елементи з ЕРС 1,5 В, магазин опорів, амперметр, вольтметр, з'єднувальні проводи, ключ.

Розкриємо зміст основних етапів процедури навчального дослі-

дження.

- *Виконання експерименту. Нагромадження експериментальних фактів*

Експеримент виконується у два етапи. На першому етапі досліджується залежність сили струму від параметрів джерела, де зовнішнім навантаженням є магазин опорів (рис. 2). До одного і того ж самого зовнішнього опору спочатку підключають сухий гальванічний елемент з EPC 1,5 В, потім батареї з двох і трьох послідовно з'єднаних елементів і вимірюють силу струму в кожному випадку.

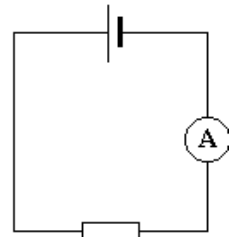


Рис. 2

На другому етапі досліджується залежність сили струму від опору зовнішньої ділянки кола при незмінному джерелі струму.

- *Аналіз результатів експерименту. Актуалізація знань*

У результаті експерименту отримуються такі факти: 1) із збільшенням кількості елементів у батареї, тобто із збільшенням EPC , сила струму в колі зростає; 2) збільшення зовнішнього опору кола при незмінному джерелі призводить до зменшення сили струму, але ця залежність між силою струму I та зовнішнім опором R не є обернено пропорційною.

На основі цього робиться припущення, що джерело чинить власний опір електричному струму, а отже, є необхідність враховувати внутрішній опір джерела.

- *Постановка проблеми. Формулювання пізнавальної задачі*

Конкретизується проблема дослідження. Суть її полягає у встановленні математичної моделі (формули), яка виражає залежність між силою струму в колі і параметрами елементів кола: EPC джерела, його внутрішнім опором і опором зовнішньої ділянки кола.

- *Спроба розв'язання пізнавальної задачі на основі актуального рівня компетентності*

На цьому етапі виконання завдання учням не відомий закон Ома для замкнутого кола, тому розв'язати проблему дискурсивним шляхом вони не можуть. Тому, проблема розв'язується на гіпотетичному рівні з подальшою експериментальною перевіркою гіпотези.

- *Висунення гіпотези. Побудова теоретичної моделі*

На основі актуалізації знань про фізичний зміст EPC джерела струму, аналогії із законом Ома для ділянки кола ($I = \frac{U}{R}$), а також застосу-

вання методу найменувань одиниць розмірності фізичних величин висувається припущення (гіпотеза), що формула сили струму для замкнутого електричного кола має вигляд:

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (1.1)$$

- *Формулювання наслідку з гіпотези*

З формули (1.1), як наслідок, отримується така функціональна залежність:

$$U = E - Ir, \quad (1.2)$$

де $U = IR$ – напруга на зовнішній ділянці кола.

Якщо параметри джерела струму (E , r) є сталими величинами, то графіком залежності між U і I має бути пряма лінія.

Щоб переконатися в цьому учні за допомогою табличного процесора Microsoft Office Excel будують графік теоретичної залежності $U_m(I)$ за формулою (1.2), для джерела з ЕРС $E=4,5$ В і внутрішнім опором $r = 1,3$ Ом (рис. 3).

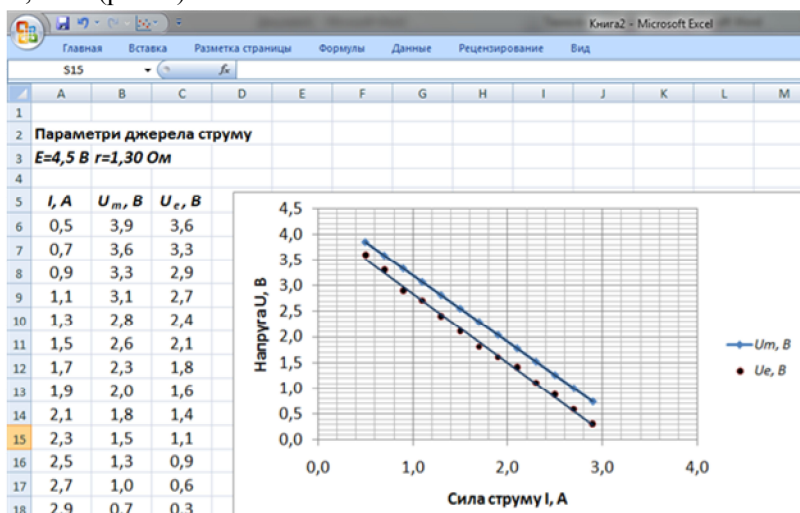


Рис. 3

Формула (1.2) є гіпотетичною, тому має бути перевірена експериментально.

- *Експериментальна перевірка наслідку (перевірка гіпотези)*

Для проведення експерименту складається електричне коло за схемою (рис. 4). Відповідна експериментальна установка зображена на рис. 5.

Джерелом струму є сухий гальванічний елемент. За допомогою реостата досягаються фіксовані значення сили струму (перший стовпець таблиці на (рис. 3) і для них визначаються відповідні значення напруги U_e (третій стовпець таблиці). За допомогою Microsoft Office Excel буду-

ють експериментальний графік залежності $U_e(I)$ (нижній графік на рис. 3). Як видно, цей графік так само, як і теоретичний, є прямолінійним, що наочно засвідчує правильність формули (1.2). А отже, і формула (1.1) є також правильною. Таким чином, висунута гіпотеза отримала своє експериментальне підтвердження.

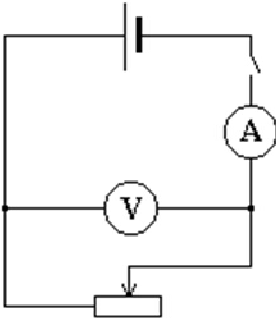


Рис. 4

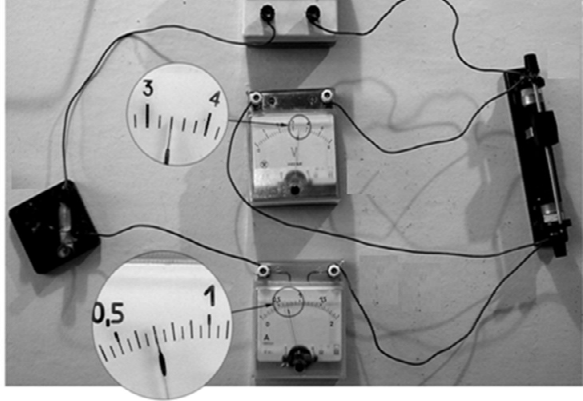


Рис. 5

Висновок: сила струму в замкнутому колі дорівнює відношенню електрорушійної сили джерела до повного опору кола. Це, власне, і є закон Ома для замкнутого кола.

З метою пропедевтики варто детальніше зупинитися на аналізі отриманих графіків, звернувши увагу учнів на тому, що точки перетину їхніх продовжень (результат екстраполяції) з осями координат дають значення EPC джерела ($U=E$, $I=0$) і струму короткого замикання I_k . За цими значеннями можна визначити внутрішній опір джерела:

$$r = \frac{E}{I_k} \quad (1.3)$$

Цей факт може бути використаний пізніше, у процесі виконання лабораторної роботи: «Визначення EPC і внутрішнього опору джерела струму».

6. *Вибір засобів навчального впливу і управління відповідно до процедури діяльності.* Як уже зазначалося, вчитель здійснює педагогічний вплив на навчально-пізнавальну діяльність, використовуючи для цього відповідні засоби. Мова, насамперед, йде про опосередковане управління з метою забезпечення відповідної дидактичної вимоги. Для здійснення такого управління використовується арсенал засобів: узагальнені плани-орієнтири, евристичні приписи, інструкції тощо. Ці засоби покликані в ході діяльності формувати орієнтувальну основу, вони є предме-

том вивчення і засвоєння учнями. При цьому, така опосередкована навчальна допомога поєднується з оперативною навчальною допомогою, яка надається вчителем безпосередньо в ході виконання учнями навчально-пізнавальної діяльності. Як бачимо із структурно-логічної схеми (рис. 1), вибір засобів навчального впливу визначається моделлю суб'єкта (зв'язок 2-6), процедурою діяльності (зв'язок 4-6) і змістом проблемно-змістового забезпечення (зв'язок 5-6).

7. *Розробка засобів контролю і забезпечення зворотного зв'язку.* Для ефективного управління навчально-пізнавальною діяльністю вчителем необхідно здійснювати рефлексію власних дій, використовуючи засоби управління і зворотного зв'язку. Як показує практика, при організації навчально-пізнавальної діяльності важливо оцінювати і контролювати її процес в інтерактивному режимі. Пріоритет надається методам педагогічного спостереження і педагогічної оцінки. У процесі взаємодії учитель поряд з управлінською функцією веде спостереження за діями учнів (зв'язок 6-7 на структурно-логічній схемі (рис. 1)), оцінює кожний пройдений етап процедури діяльності (зв'язок 4-7) в контексті відповідного компонента навчально-пізнавальної компетентності за відповідною ранговою шкалою. Результати спостереження і оцінки порівнюються із поставленими дидактичними цілями (зворотний зв'язок 7-1), у такий спосіб учитель здійснює рефлексію власної діяльності.

Отже, технологічний інваріант проектування навчально-пізнавальної діяльності є орієнтувальною основою для вчителя і дозволяє проектувати різні види навчально-пізнавальної діяльності залежно від поставлених дидактичних цілей.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці конкретних засобів проблемно-змістового забезпечення до відповідних видів навчально-пізнавальної діяльності

Список використаних джерел

1. Галатюк М. Ю. Модель навчально-пізнавальної компетентності у контексті вивчення природничих предметів / М. Ю. Галатюк // Наукові записки. – Випуск 98 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – С. 21–26.
2. Галатюк М. Ю. Розвиток навчально-пізнавальної компетентності у процесі вивчення природничих предметів : навчально-методичний посібник / Галатюк М. Ю. – Рівне : РДГУ, 2011. – 92 с.
3. Галатюк Ю. М. Дослідницька робота учнів з фізики / Галатюк Ю. М., Тишук В. І. – Харків : Основа ; Тріада +, 2007. – 192 с.
4. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі : моногр. / Іваницький О. І. – Запоріжжя : Прем'єр, 2001. – 266 с.

ПРОЦЕСС ПОСТРОЕНИЯ ПОНИМАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА КАК ДИДАКТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

А. В. Грицких^α, А. Т. Проказа^β

Украина, г. Луганск, Луганский национальный университет
имени Тараса Шевченко

^α aleksiig@gmail.com

^β prokaza_r@mail.ru

Образовательные системы являются чрезвычайно сложными. Они обладают множеством явных и скрытых свойств, которые закономерно, а порой «неожиданно» проявляются в образовательном процессе, как триедином процессе обучения, воспитания и, как следствие, развития личности. Образовательные системы, которые создаются и функционируют на научной основе, называются педагогическими.

Творческое и продуктивное развитие педагогической науки возможно только на основе оптимального сочетания новых информационных технологий обучения и «законов сохранения» в педагогике [1].

Образовательный процесс, как процесс учебно-познавательный, является дидактическим эквивалентом научно-познавательного процесса, хотя цели науки и образования, безусловно, разные.

Научное познание – это открытие неизвестного и добывание достоверных знаний.

Учение – это усвоение знаний, выделенных «педагогическим сепаратором».

Учебное познание – это дидактический эквивалент научного познания, это специально организованная деятельность «добывания» знаний в определенных, контролируемых педагогических условиях.

Действенность знаний – т.е. их технологичность, представляется наличием понимания в структуре знаний. Процесс построения понимания (ППП) содержания учебного материала (СУМ) начинается с первоначального ознакомления с ним (объяснение учителя, самостоятельное чтение учебного текста).

Необходимо различать ППП с собственно пониманием, являющимся положительным результатом этого процесса. Достижение состояния понимания возможно лишь с помощью определенных логических операций (анализ, синтез, анализ через синтез, абстрагирование, конкретизация и др.) и логических форм (понятие, суждение, умозаключение). Однако бывает и так, что для достижения состояния понимания одной мыслительной деятельности недостаточно. Необходимо «включать» в

ППП представление, воображение и всю образно-художественную сферу личности с ее эмоциями и чувствами.

Своеобразие понимания каждой личности зависит от сложившейся ранее системы знаний и представлений, от познавательных интересов и других особенностей познающего субъекта [2]. Учащийся «конструирует» свою личность путем творческого сотрудничества с учителем и другими субъектами образовательного процесса. Овладение знаниями на основе понимания, развитие всех сфер личности и, прежде всего, интеллектуальной сферы осуществляется только при условии, когда учащийся этого желает, когда логически и психологически сосредоточены его внимание, память, мышление, чувства, когда он (учащийся) находится в состоянии «вопросительности», познавательного интереса и познавательной активности.

Знания на основе понимания должны обладать определенными качествами: полнотой и глубиной, оперативностью и гибкостью конкретностью обобщенностью, аспектностью и системностью. Обеспечить такие качества знаний на основе традиционных педагогических технологий проблематично. Вместе с тем обеспечить эти качества знаний, игнорируя классические педагогические технологии, также невозможно. Следовательно, речь должна идти об оптимальном сочетании инновационных (прежде всего компьютерных) и традиционных (классических) педагогических технологий.

Понимание характеризуется постоянным и непрерывным изменением самого познающего субъекта (учащегося), включением его в обновленную или новую систему связей и отношений. Эта нелинейность образовательного процесса увеличивает степень его сложности.

Об уровнях понимания можно судить по результативности и правильности ответов на конкретные вопросы в структуре решения физической задачи или выполнения задания.

Важно, чтобы задания, требующие субъективно-творческого понимания СУМ, были в достаточной мере представлены в образовательном процессе [3; 4].

ППП разных уровней и соответствующих форм сочетается с активным, самостоятельным, творческим мышлением. При этом активное мышление может и быть самостоятельным, а самостоятельное – не всегда творческое. А вот творческое мышление всегда реализуется и как активное, и как самостоятельное.

Обеспечить необходимые качества знаний, необходимые уровни понимания, задействовать продуктивные мыслительные процессы, включить воображение учащегося в образовательном процессе можно при наличии оптимально разработанных теоретических моделей процес-

са обучения.

Рассмотрим один из многих примеров ППП СУМ, систематически используемых нами в процессе обучения физике. Вероятность понимания СУМ как результата процесса обучения значительно больше, если использовать системы физических задач на исследование.

Зададим физическую ситуацию схематически.



Начальные условия: $v_{01} = v_{02} = 0$; Инертные свойства тел: $m_1 = 2$ кг; $m_2 = 8$ кг. Физические свойства трущихся поверхностей: $\mu_1 = 0,2$; $\mu_2 = 0,1$.

Внешние воздействия варьируются:

№	1	2	3	4	5	6
F_1 , Н	2	4	6	1	1	2
F_2 , Н	28	26	12,4	38	7	4

Задание: Выполнить теоретические исследования и ответить на вопросы:

1. Каковы ускорения первого и второго тела в каждом из шести случаев?

2. Каковы силы трения, действующие на каждое из тел?

Исследование. Предположим, что между первым и вторым телом, а также между вторым телом и неподвижной опорой имеет место трение скольжения. Тогда силы трения можно определить по закону Амонтона-Кулона, а именно: $F_{mp} = \mu N$.

1. Применительно к первому телу:

$$N_1 = F_{m1}; F_{m1} = m_1 g; F_{mp1} = \mu_1 m_1 g = 0,2 \cdot 2 \cdot 10 = 4 \text{ (Н)}.$$

Такая же по модулю сила согласно третьему закону Ньютона действует на верхнюю поверхность второго тела, т.е. $F'_{mp2} = F_{mp1} = 4 \text{ Н}$.

На нижнюю поверхность второго тела будет действовать сила $F''_{mp2} = \mu_2 N_2$; $N_2 = F_{m2} + P_1$; $F_{m2} = m_2 g$; $P_1 = N_1 = F_{m1} = m_1 g$. В итоге: $F''_{mp2} = \mu(m_1 + m_2)g = 0,1 \cdot (2 + 8) \cdot 10 = 10 \text{ (Н)}$.

Теперь ясно, что a_1 не может быть больше a_2 , так как в этом случае сила трения $\vec{F}_{mp1} \downarrow \uparrow \vec{F}_1$ и $F_1 < F_{mp1}$. Следовательно, $a_1 \leq a_2$. Предположим, что $a_1 < a_2$. Тогда, $\vec{F}_{mp1} \uparrow \uparrow \vec{F}_1$ и $a_1 = \frac{F_1 + F_{mp1}}{m_1} = \frac{2 + 4}{2} = 3 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right)$.

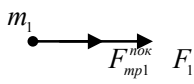
$$\text{Ускорение второго тела } a_2 = \frac{F_2 - F'_{mp2} - F''_{mp2}}{m_2} = \frac{28 - 4 - 10}{8} = 1,25 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right),$$

т.е. $a_2 > a_1$, что противоречит нашему предположению. Это учебно-познавательное противоречие позволяет сделать вывод о том, что $a_1 = a_2$. Значит, между первым и вторым телами нет проскальзывания, а для определения силы трения покоя закон Амонтона-Кулона нельзя применять (границы применимости закона).

Тогда физическую ситуацию можно моделировать в виде материальной точки с массой $m = m_1 + m_2$, на которую в горизонтальном направлении действуют силы $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_{mp}''$. Силы трения покоя $\vec{F}_{mp1}^{ноч}$ и $\vec{F}_{mp2}^{ноч}$ равны по модулю и направлены в противоположные стороны, а поэтому их сумма равна нулю.

$$\text{Тогда } a_1 = a_2 = \frac{F_1 + F_2 - F_{mp2}''}{m_1 + m_2} = \frac{2 + 28 - 10}{2 + 8} = 2 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right).$$

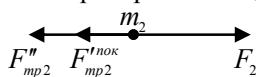
Теперь можно определить и силы трения покоя между первым и вторым телами. Чтобы «вскрыть» эти силы, необходимо использовать другие модели, а именно: материальная точка массой m_1 или материальная точка массой m_2 .



$$F_1 + F_{mp1}^{ноч} = m_1 a_1 \Rightarrow$$

$$F_{mp1}^{ноч} = m_1 a_1 - F_1 = 2 \cdot 2 - 2 = 2(\text{Н}).$$

Проверочная модель:



$$F_2 - F_{mp2}^{ноч} = m_2 a; \quad F_{mp2}^{ноч} = F_{mp2}^{ноч} = 2(\text{Н})$$

$$28 - 10 - 2 = 8 \cdot 2 = 16; \quad 16 \equiv 16$$

Итак, в результате исследования этой физической ситуации имеем:

$$a_1 = a_2 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; \quad F_{mp1}^{ноч} = 2\text{Н}; \quad F_{mp2}^{ноч} = 2\text{Н}; \quad F_{mp2}^{ноч} = 10\text{Н}.$$

Равнодействующая $F_{mp2} = 12\text{Н}$.

2. Исследование второй физической ситуации позволяет выявить общее и особенное по отношению к первой ситуации. Предположения о том, что $a_1 > a_2$ и $a_2 > a_1$ приводят к учебно-познавательным противоречиям. Следовательно, и в этом случае $a_1 = a_2 = 2$. Однако «силовая игра» изменяется. Теперь ускорение первому телу сообщает заданная сила $F_1 = 4\text{Н}$, а поэтому силы трения между первым и вторым телами не возникают. Тела 1 и 2 касаются друг друга, но «не пытаются» проскальзывать, так как ускорения $a_1 = a_2 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ сообщаются силами \vec{F}_1, \vec{F}_2 и \vec{F}_{mp2}'' .

В результате этого исследования имеем: $a_1 = a_2 = 2 \frac{M}{c^2}$;
 $F'_{mp2} = 0$; $F''_{mp2} = 10N$. Равнодействующая $F_{mp2} = 10N$.

ППП «конструируется» путем сопоставления вариантов, анализа конкретных физических ситуаций и выявления общего и особенного в каждом конкретном случае при варьировании внешних воздействий. Причем направления и точки приложения \vec{F}_1 и \vec{F}_2 остаются неизменным, изменяются только их модули. Для каждой из сил, которые возникают в каждой из ситуаций, существенными являются «фамилия, имя и отчество», т. е. направление, модуль и точка приложения! [5].

Каждая из ситуаций тщательно исследуется, а потом сравнивается и анализируются результаты. Этот процесс построения понимания предопределяет достижение понимания СУМ в результате научения.

Мера педагогической помощи уменьшается, доля самостоятельности возрастает, у учащихся возникают положительные эмоции от учебного познания и «ощущение» понимания!

Вот конечные результаты исследования:

№ исследования	$a_1, \frac{M}{c^2}$	$a_2, \frac{M}{c^2}$	F_{mp1}, N	F'_{mp2}, N	F''_{mp2}, N	F_{mp2}, N
3	1	0,8	4 «←»	4 «→»	10 «←»	6 «←»
4	2,5	3	4 «→»	4 «←»	10 «←»	14 «←»
5	0	0	1 (покоя) «←»	1 (покоя) «→»	8 (покоя) «←»	7 (покоя) «←»
6	0	0	2 (покоя) «←»	2 (покоя) «→»	6 (покоя) «←»	4 (покоя) «←»

Выводы:

Педагогическая доверительная платформа взаимопонимания и стиль (дух!) отношений в системе «Учитель–Ученик» порождает желание учащегося стать личностью с положительными качествами (с точки зрения учителя), ориентирующейся на общечеловеческие ценности. Личность, не обладающая системой знаний, – ущербная личность. Вот поэтому-то никогда не потеряет своей актуальности проблема обучения, воспитания в процессе обучения и развития личности, как следствие двуединого процесса обучения-воспитания.

Понимание содержания учебного материала будет наиболее вероятным при условии теоретической разработки и практической реализации процесса построения понимания в системе тонких педагогических технологий, пример которых имеется в нашей статье. При этом «внешние»

знання стаються особистими («моїми!»).

Без педагогічного «вмешательства» в зміст навчального матеріалу і його логічну структуру розробка тонких педагогічних технологій малоефективна.

Процес побудови розуміння змісту навчального матеріалу сприяє розвитку творчих здібностей як учителів, так і учнів.

Глибоке розуміння, особисті знання на цій основі призводять до суттєвих змін у стилі мислення, у системі цінностей, у світогляді, у ставленні до життя і в стилі життя. Це означає, що прогресивно розвиваються всі сфери особистості, особливо інтелектуальна, що повинно позитивно проявлятися у всіх сферах діяльності особистості.

Список використаних джерел

1. Проказа А. Т. Нові інформаційні технології навчання і «закономірності збереження» в педагогіці // А. Т. Проказа, А. С. Меньяленко // Нові педагогічні технології в контексті сучасних концепцій змісту освіти : збірник статей за матеріалами Всеукраїнської науково-методичної конференції. – Луганськ: ЛДПУ, 1998. – С. 214–218.

2. Проказа О. Т. Чому не всі учні розуміють фізику і що означає її розуміти? / О. Т. Проказа // Освіта Донбасу. – 2001. – №3 (89). – С. 36–39.

3. Проказа О. Т. Завдання для тематичного оцінювання з фізики. 10 клас : навчальний посібник. Ч. 1 / О. Т. Проказа. – К. : Шкільний світ, 2010. – 128 с. – (Бібліотека «Шкільного світу»).

4. Проказа О. Т. Завдання для тематичного оцінювання з фізики. 10 клас : навчальний посібник. Ч. 2 / О. Т. Проказа. – К. : Шкільний світ, 2010. – 104 с. – (Бібліотека «Шкільного світу»).

5. Проказа О. Т. Обережно! «Нове» значення поняття сили? / Олександр Проказа // Фізика та астрономія в школі. – 2011. – №4(91). – С. 38–40.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

С. В. Доросевич

Беларусь, г. Могилёв, Могилёвский государственный университет
имени А. А. Кулешова
sergej_d@tut.by

Проблема повышения и сохранения качества знаний была и остаётся одной из важнейших проблем в методике обучения физике. Современное обучение строится на внедрении личностно-ориентированных технологий, широком использовании компьютерных средств как на уроках, так и во внеурочной деятельности школьников. На занятиях по методике преподавания физики студенты должны использовать современные технические средства обучения и учитывать изменения к построению самого урока: вместо комбинированного урока всё чаще говорят об использовании лекционно-практических занятий в школе.

На наш взгляд, это актуально и связано с изменением в восприятии и обработке информации современными школьниками. Каждый день сознание учащихся обрабатывает множество разрозненных единиц информации, среди которых и понятия о физических явлениях и процессах. Если каждое такое понятие изучать поурочно, то, с точки зрения сознания, оно будет рядовым фактом и на фоне множества других фактов будет быстро забываться. Изучение понятий и законов физики укрупненным блоком повышает их значимость для сознания, способствует сохранению знаний в долговременной памяти.

П. М. Эрдниев вводит понятие укрупненной дидактической единицы – клеточки учебного процесса, состоящей из логически различных элементов, обладающих в то же время информационной общностью. Она обладает качествами системности, целостности, устойчивости, сохранением во времени и быстрым проявлением в памяти. Он полагает, что укрупненное знание может быть обеспечено такими факторами, как общий графический образ, общность символов для группы формул, наличие одинаковых слов или словосочетаний в сравниваемых высказываниях, совместное и одновременное изучение взаимосвязанных определений [1].

Изучение понятий и законов физики укрупненным блоком позволяет раскрыть все их существенные признаки, взаимосвязи и отразить особенности применения на практике, то есть способствует формированию осознанности знаний.

Под осознанностью понимают такой принцип дидактики, при кото-

ром обеспечивается основательное знание фактов, определений, законов; глубокое осмысление выводов и обобщений, умений самостоятельно пользоваться знаниями на практике [2].

С другой стороны, осознанность является одним из качеств знаний. Определение осознанности как наиболее общей характеристики знаний дается в педагогической энциклопедии: «... осознанность – осмысленность, насыщенность конкретным содержанием, четким представлением и пониманием изучаемых предметов, явлений, их закономерностей, умение не только называть и описывать, но и объяснять изучаемые факты, указывать их связи и отношения, обосновывать усваиваемые положения, делать выводы из них» [3, 119].

По мнению И. Я. Лернера [4], осознанность знаний имеет следующие характеристики:

- 1) понимание характера связей между знаниями;
- 2) различие существенных и несущественных признаков;
- 3) понимание механизма становления и проявления этих связей;
- 4) понимание оснований усвоенных знаний (их доказательность);
- 5) понимание способов получения знаний;
- 6) усвоенность областей и способов применения знаний;
- 7) понимание доступных принципов, лежащих в основе этих способов применения.

Изложение информации укрупненными дидактическими единицами способствует формированию осознанных знаний благодаря систематизации, наглядному представлению внутренних связей между отдельными понятиями блока информации, выделению различных структурных и классификационных связей, осознанию алгоритмов решения задач.

Применительно к знаниям по физике можно выделить 3 уровня проявления осознанности:

- 1) учащиеся умеют правильно различать физические понятия в соответствии с их существенными признаками;
- 2) учащиеся способны сопоставлять идеализированные (абстрактные) физические модели с реальной предметной действительностью;
- 3) проявляется в умениях творчески применять и использовать полученные знания при решении практических и экспериментальных задач, объяснении субъективно новых явлений и процессов.

Необходимыми условиями формирования осознанных знаний являются выбор оптимальной структуры урока и наиболее рациональных методов обучения, таких, которые бы обеспечивали активную деятельность учащихся в течение всего урока. Оптимальный процесс обучения предполагает, что каждый ученик достигает реально возможного для него в данный период уровня успеваемости, но не ниже удовлетвори-

тельного, и исключается перегрузка учителей и учеников. Какие же методы будут оптимальны при изучении физики?

Общепризнанной является классификация методов по видам познавательной деятельности: репродуктивные, частично-поисковые и исследовательские. В рамках каждого метода есть свои особенности формирования осознанных знаний.

Наиболее эффективны репродуктивные методы при усвоении принципиально новых разделов учебного материала, где не может быть применен принцип опоры на прежний опыт; при изложении сложных тем, где крайне необходимо объяснение учителя, а самостоятельный поиск для большинства школьников недоступен. На этом основании в старших классах применяют изложение крупных блоков информации со всеми их связями, как внутренними, так и внешними, в форме лекции.

Лекционное изложение материала нужно строить так, чтобы учащиеся вместе с учителем мысленно следовали по пути поиска, установления и обоснования изучаемых закономерностей и границ их применения. Правильное лекционное изложение материала требует активной мыслительной деятельности школьников по ответам на вопросы учителя, высказыванию гипотез, выделению существенных условий протекания явлений, самостоятельному выводу аналогичных формул и др.

Изложение укрупненных блоков информации удачно решается с помощью проведения лекций с применением опорных конспектов и различных структурных схем, в которых выделяются определения, основные понятия и связи между ними. Такой конспект позволяет сформировать целостный укрупненный блок знаний по теме, который легче запомнить, воспроизвести и применить к решению задач, что способствует осознанности знаний школьников. Эффективная лекция экономит время, способствует систематизации материала и делает более доступным для учащихся сложный материал.

Частично-поисковый метод – это метод «открытия», выполненного учеником, условия для такого открытия подготовлены и организованы учителем. Самостоятельное открытие оставляет неизгладимый след в сознании учащегося, оно побуждает к дальнейшей активности и формирует познавательный интерес. Поисковые методы способствуют осмысленному и самостоятельному овладению знаниями, но, к сожалению, очень велики затраты времени на изучение учебного материала по сравнению с репродуктивными методами. Они недостаточно эффективны при формировании практических умений и навыков, где показ и подражание имеют большое значение. Поэтому возникает необходимость разумного сочетания поисковых и репродуктивных методов.

Физика, как учебный предмет, имеет свою специфику: она изучает

окружающую действительность своим инструментарием – экспериментальным исследовательским методом.

Сущность решения исследовательских проблем заключается в особенностях физики как науки. Особенностью физики является постоянный переход от практических ситуаций к их идеализированным моделям, исследование с помощью теоретического аппарата закономерностей этих моделей и перенос закономерностей вновь на реальные объекты [5, 65].

Перенос проявлений физических законов на практические ситуации – способность (свойство мышления) ставить в соответствие физическим понятиям и законам определенный набор явлений и практических ситуаций, в которых эти законы проявляются. Перенос – движение от закона, понятия к конкретной задаче или ситуации, то есть происходит идентификация закона с задачей.

Последовательность мыслительных операций, соответствующих переносу:

- 1) анализ существенных признаков понятия, закона;
- 2) анализ признаков практических явлений и объекта;
- 3) сопоставление этих признаков;
- 4) усмотрение единства природы признаков объекта и закона;
- 5) мысленный эксперимент для самопроверки (этап рефлексии).

Усмотрение физических знаний в практических ситуациях – способность (свойство мышления) в физических явлениях и практических ситуациях инсайтно выделять физические законы и закономерности, которыми можно их описать полностью или в какой-то части. Усмотрение – движение от случайной ситуации, проблемы к знанию, закону, понятию, модели. Происходит идентификация ситуации с известными законами.

Последовательность мыслительных операций, соответствующих усмотрению:

- 1) восприятие противоречия;
- 2) анализ признаков ситуации;
- 3) инсайтное усмотрение в ситуации физических законов и моделей;
- 4) осознание и формулировка проблемы;
- 5) решение проблемы;
- 6) осознание решения.

Перенос и усмотрение очень тесно переплетаются. Одно без другого не существует, как анализ и синтез. Как только проблема усматривается, сразу идет перенос способа решения или уже известных закономерностей.

Решение исследовательских задач имеет ряд особенностей. Так,

А. Ф. Эсаулов выделяет многоуровневость решения, когда приходится многократно переформулировать цель решения задачи и, соответственно, степень включения исходных данных и требований в новые системы связей [5]. А по исследованиям Л. Л. Гуровой [6] простое восприятие объекта, его созерцание не ведет к генерации гипотез. Генерирующую функцию в формировании общей структуры мыслительной деятельности зрительный образ объекта приобретает только в том случае, если этот объект становится объектом практических действий.

Таким образом, осознанность знаний и методы направленные на развитие осознанности, на наш взгляд, являются основой повышения качества обучения учащихся по физике. При таком обучении ставится задача научить школьников самостоятельно приобретать знания, научить методам познания окружающей действительности. Наиболее эффективно для формирования осознанности знаний разумное сочетание поисковых, репродуктивных и исследовательских методов, которые должны использоваться и в обучении студентов на занятиях по методике преподавания физики.

Список использованных источников

1. Эрдниев П. М. Преподавание математики в школе: из опыта обучения методом укрупненных упражнений / П. М. Эрдниев. – М. : Просвещение, 1978. – 303 с.
2. Ганелин Ш. И. Дидактический принцип сознательности / Ш. И. Ганелин. – М. : Просвещение, 1961. – 224 с.
3. Педагогическая энциклопедия // Под ред. И. А. Каирова в 4 т. – Т. 2. – М.: Советская энциклопедия, 1966.
4. Лернер И. Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? / И. Я. Лернер. – М. : Знание, 1978. – 47 с.
9. Эсаулов А. Ф. Психология решения задач / А. Ф. Эсаулов. – М. : Высшая школа, 1972. – 216 с.
10. Гурова Л. Л. Психологический анализ решения задач : научное издание / Л. Л. Гурова ; Акад. пед. наук СССР, Науч.-исслед. ин-т общ. и пед. психологии. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. – 327 с.

ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Ю. В. Єчкало

Україна, м. Кривий Ріг, Криворізький національний університет
uliaechk@mail.ru

«Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» [6] найважливішим для держави пріоритетом визначає виховання людини інноваційного типу мислення та культури через забезпечення виконання завдань та заходів державних цільових соціальних програм, зокрема – підвищення якості природничо-математичної освіти, створення сучасного психолого-педагогічного та науково-методичного супроводу навчально-виховного процесу і забезпечення умов для розвитку сучасних засобів навчання (навчально-методичних, електронних, технічних, інформаційно-комунікаційних тощо).

Аналіз стану досліджень проблеми впливу навчального середовища, яке відповідає сучасному технологічному стану суспільства та побудоване на базі сучасних засобів навчання, на результати навчального процесу та динаміку формування особистісних якостей студента показує, що найактуальнішими в умовах широкого використання у навчально-виховному процесі вищого навчального закладу сучасних засобів навчання залишаються такі проблеми [1; 5]:

- формування та організація національного, педагогічно виправданого навчального середовища природничо-математичних дисциплін вищих навчальних закладів;

- пошук і обґрунтування ефективних засобів організації навчально-пізнавальної діяльності студентів за умов широкого використання новітніх засобів навчання;

- формування мотивації і пізнавального інтересу студентів через систему навчального експерименту на базі новітніх засобів навчання;

- поєднання індивідуальних, групових і колективних форм навчання у вищих навчальних закладах з використанням новітніх засобів навчання;

- активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів, розвиток їхньої самостійності в процесі опанування природничо-математичними дисциплінами з використанням новітніх засобів навчання;

- організація оперативного контролю та самоконтролю результатів навчально-пізнавальної діяльності студентів вищих навчальних закладів за умови використання новітніх засобів навчання з подальшою корекцією процесу навчання;

- створення педагогічно доцільних комплексів програмно-

методичного забезпечення використання новітніх засобів навчання у вищих навчальних закладах;

– оптимальний режим роботи студентів у навчальному середовищі, яке побудоване на базі новітніх засобів навчання, в умовах вищих навчальних закладів.

Соціальні мережі сьогодні є одним з найбільш популярних сервісів – інструментом спілкування, обміну думками та отримання інформації. Під соціальною мережею розуміють мережу суб'єктів (індивідуальних або колективних) та множину зв'язків між суб'єктами (знайомства, співробітництва, комунікації тощо) [2].

Останнім часом у світовій педагогічній спільноті обговорюються можливості використання соціальних мереж в освіті [3; 7; 10]. Так, за даними дослідження [9], до сотні найкращих засобів, що застосовуються для створення і оприлюднення матеріалів навчального призначення або у якості інструментів для особистісного та професійного навчання, увійшли популярні соціальні мережі, зокрема Twitter, Facebook та Google+ (відповідно 1, 9 та 17 місце у рейтингу).

Виділяють наступні переваги використання соціальних мереж перед іншими видами мережевих технологій [4; 8].

1. Інтерфейс, способи комунікації та оприлюднення інформації в цьому середовищі досконало вивчені більшістю користувачів. Цьому сприяє як зручність та зрозумілість системи, так і активний та тривалий досвід її використання. Етап адаптації студентів до нового комунікативного простору значно скорочується.

2. Форуми, опитування, голосування, коментарі, підписки, відправлення персональних повідомлень забезпечують широкі можливості для спільної роботи у соціальній мережі. Окрім формування навичок співпраці, це стимулює самостійну пізнавальну діяльність, прискорює отримання конкретного інтелектуального або творчого результату, розвиває критичність мислення.

3. Однозначна ідентифікація користувачів.

4. Можливість для студентів дізнаватися про всі зміни, що відбуваються в процесі навчальної діяльності, відслідковувати освітню активність одногрупників та викладача, який, у свою чергу, спостерігає за роботою студентів та координує її.

5. Позитивна оцінка такої форми навчальної діяльності та її результатів самими студентами. Серед переваг навчання за допомогою соціальних мереж студенти вищих навчальних закладів відзначають інтерактивність і безперервність навчального процесу, можливість виконання завдання в зручний для себе час і в зручному місці.

Можливості використання соціальних мереж у навчальному процесі

з фізики показані на схемі, складеній нами за [3] (рис. 1).



Рис. 1. Використання соціальних мереж у навчанні фізики

Одним з важливих елементів підготовки до занять з фізики є робота з навчальним матеріалом. Сучасні соціальні мережі надають багато можливостей для зберігання файлів. У цьому випадку файли (підручники, методичні посібники, навчальне відео) зберігаються у виділеному сховищі на сервері, а студенти отримують до них доступ і мають можливість працювати з ними через Інтернет. При цьому зручно пересилати і поширювати файли (шляхом передачі тільки посилання на файл).

Результати пошуку навчальної та наукової інформації супроводжується накопиченням великої кількості сайтів, документів, які містять корисні матеріали. Скачування навчальних матеріалів не завжди є доцільним, тому зручним способом роботи з джерелами інформації в Інтернеті може бути організація і зберігання посилань на джерела. У соціальній мережі викладачем можуть бути розміщені посилання на комп'ютерні моделі фізичних процесів, що використовуються студентами для виконання віртуальних лабораторних робіт.

Підготовлені до використання та розміщені у соціальній мережі навчальні матеріали можна використовувати в аудиторії або ж надати студентам для самостійного вивчення. Розповсюдження навчальних матеріалів можливо здійснювати традиційним способом (шляхом обміну повідомленнями між викладачем та студентами) або відкрити до них спі-

льний доступ для студентів та колег.

Важливим елементом навчання студентів є спільна робота. Соціальні мережі дозволяють організувати ефективну комунікацію між студентами і викладачем, а також професіоналами в області, що вивчається, ділитися матеріалами і планувати роботу. Соціальні мережі об'єднують багатьох професіоналів, які обговорюють актуальні питання теорії і практики. Таким чином, спільнота розглядає коло питань з різних точок зору. Викладачі та студенти можуть включатися в роботу професійного співтовариства. У цьому випадку дискусія зі студентами виходить за рамки аудиторії і навчальної програми, включає прикладні та практичні питання, що підвищує мотивацію студентів.

Для організації спільної дослідницької діяльності студентів з фізики може бути використана наступна методика [8]. Постановка завдань, самоорганізація і взаємодія студентів відбуваються в навчальній групі соціальної мережі. Створені в процесі навчання віртуальні навчальні групи використовуються в якості додаткової до аудиторних занять форми взаємодії студентів і викладача. Таке поєднання є результативним з точки зору організації студентських проектних робіт і формування у них навичок самоорганізації, взаємодії та співпраці. Після отримання завдань та інструкцій від викладача студентська група ділиться на декілька мікрогруп. Потім кожна група самостійно працює над завданням (наприклад, віртуальною лабораторною роботою) до тих пір, поки всі її учасники розберуться в ньому і успішно його виконають. Успіх у виконанні загального завдання залежить від результатів діяльності кожного учасника мікрогрупи. Очевидним є і соціальне значення такої моделі навчання: акцентується роль кожного студента у виконанні загальної задачі, формується групова свідомість, позитивна взаємозалежність, комунікативні навички.

Роль викладача в цьому процесі – загальна координація, консультування й оцінка результатів діяльності. Подібна форма навчання вимагає від викладача серйозної організаційної діяльності: необхідні відповідні зусилля для того, щоб побудувати структуру курсу, сформулювати конкретні завдання, чітко і своєчасно діагностувати проблеми, що виникають в ході спільної роботи студентів.

Інформаційне забезпечення дозволяє зробити навчальний процес прозорим, динамічним і ефективним. Викладач обирає необхідний матеріал, передає його студентам, консультує окремо кожного студента або групу, інформує про нові завдання, матеріали, навчальні заходи і дати здачі робіт. Соціальні мережі є ефективним інструментом для спрощення інформаційного забезпечення навчального процесу.

Контрольні заходи з фізики призначені для оцінки знань студентів і

можуть проводитися у вигляді екзаменів, заліків, проміжних і підсумкових тестувань, письмових самостійних робіт, рефератів, лабораторних робіт. Спільна робоча область для студентів (віртуальна навчальна група) дозволяє заздалегідь оприлюднювати завдання до контрольних заходів, план їхнього виконання та критерії оцінювання. Це дозволить студентам заздалегідь спланувати свій час на виконання контрольного заходу.

Контрольні заходи можуть включати елементи спільної роботи або вивчення додаткових джерел інформації з їх подальшим аналізом та обробкою. Окрім підготовки змістової частини контрольного заходу викладачеві корисно продумати і організаційні моменти: хто, коли і кому здає результати роботи, який спосіб комунікації буде використовуватися. Саме в цьому плані соціальні мережі надають максимум можливостей (планування контрольних заходів, обмін файлами, миттєві повідомлення тощо).

У якості проблемних моментів при використанні соціальних мереж у навчальному процесі відмічають [8; 10]:

- значні зусилля та витрати часу, яких вимагають від викладача організація та підтримка навчального процесу в умовах безперервного навчання;

- відсутність відкритого доступу до соціальних мереж з навчальних аудиторій;

- велика кількість факторів, присутніх у соціальних мережах, відволікають студентів від навчальної діяльності (активна комунікація, стрімкий інформаційний потік, розважальне наповнення);

- відсутність зручного інструментарію для організації та управління навчальним процесом.

Виявлені проблеми можна вирішити шляхом більш глибокого вивчення освітніх можливостей соціальних мереж, вироблення й апробації ефективних методик їхнього використання у навчальному процесі, розробки спеціалізованих додатків для соціальних мереж, що розширюють можливості організації та управління навчанням. Однак застосування у навчальному процесі з фізики соціальних мереж може сприяти підвищенню якості навчання через освоєння студентами навичок спільної роботи та колективної творчості; використання відкритих, безкоштовних і вільних електронних ресурсів; самостійне створення мережевого навчального змісту; освоєння інформаційних концепцій; управління та спостереження за діяльністю учасників мережевої спільноти. Для викладачів соціальні мережі можуть виступати у якості інструменту для професійного розвитку.

Список використаних джерел

1. Биков В. Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти / В. Ю. Биков // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : збірник. Вип. 9 (16). До 25-річчя інформатики в школі та педагогічному університеті / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова ; редкол. В. П. Андрущенко (голова) [та ін.]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – С. 9-16.

2. Губанов Д. А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили // Под ред. чл.-корр. РАН Д. А. Новикова. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2010. – 228 с.

3. Интернет в образовании: путеводитель / [Тихомирова Е. В., Рожков М. Н., Козлов А. Н. и др.] ; под ред. М. Н. Рожкова. – НИИ Управления знаниями МЭСИ, 2009. – 70 с.

4. Качан В. М. Перспективи використання соціальних мереж в освіті / В. М. Качан, В. Г. Гриценко // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 31-32.

5. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі : посібник / [Ю. О. Жук та ін.] ; Нац. акад. пед. наук України, Ін-т інформ. технологій і засобів навчання. – К. : Педагогічна думка, 2011. – 151 с.

6. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки [Електронний ресурс]. – [К.] : [2011]. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/images/files/news/12/05/4455.pdf>

7. Патаракин Е. Д. Социальные взаимодействия и сетевое обучение 2.0 / Патаракин Е. Д. – М. : Современные технологии в образовании и культуре, 2009. – 176 с.

8. Фещенко А. В. Социальные сети в образовании: анализ опыта и перспективы развития [Электронный ресурс] / А. В. Фещенко // Гуманитарная информатика. – 2011. – Вып. 6. – С. 124-134. – Режим доступа : http://huminf.tsu.ru/jurnal/vol6/fav_soc_set/

9. Hart J. Top 100 Tools for Learning 2012 [Electronic resource] / Jane Hart // Centre for Learning & Performance Technologies. – 1 October 2012. – Mode of access : <http://c4lpt.co.uk/top100tools/>

10. Psotha J. Social Networks Analysis and the Learning Sciences / Joseph Psotha // Encyclopedia of the sciences of learning / Norbert M. Seel, editor. – New York etc : Springer Science+Business Media, LLC, 2012. – P. 3119-3121.

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

О. М. Завражна^{1α}, О. М. Лобас^{2β}

¹ Україна, м. Суми, Сумський державний педагогічний університет
імені А. С. Макаренка

² Україна, м. Суми, Сумська загальноосвітня школа №4

^α zavagna@gmail.com

^β lobas2006@ukr.net

У сучасному суспільстві зростає потреба в людях неординарно мислячих, активних, творчих, здатних нестандартно вирішувати поставлені цілі і завдання. Тому зараз в освіті широко обговорюється питання про створення умов для підвищення якості навчально-виховного процесу. В арсеналі інноваційних педагогічних засобів і методів особливе місце займає навчальна дослідницька діяльність. Дуже важливо, щоб ця робота була добре поставлена вже з початкової школи, так як саме в цьому віці у дітей повинен закладатися фундамент знань, умінь і навичок активної, творчої і самостійної діяльності учнів, прийомів аналізу, синтезу та оцінки результатів своєї діяльності. А дослідна робота – один із найважливіших шляхів у вирішенні даної проблеми. Подібна діяльність, що ставить учнів в позицію «дослідника», займає провідне місце в сучасних системах розвиваючого навчання.

Дитяча потреба в дослідному пошуку обумовлена біологічно, дитина народжується дослідником. Невтомна жага нових вражень, допитливість, постійне прагнення спостерігати та експериментувати, самостійно шукати нові відомості про світ розглядаються як найважливіші риси дитячої поведінки. Саме це внутрішнє прагнення до дослідження створює умови для того, щоб психічний розвиток дитини спочатку розгорталося як процес саморозвитку.

У сучасних умовах школа та ВНЗ повинні не тільки формувати в учнів та студентів знання, вміння і навички, а й створювати умови для розвитку особистості, їх індивідуальності, творчих здібностей, потреби вчитися протягом усього життя, здобуваючи досвід практичної діяльності в різних сферах. На жаль, аналіз досвіду масового навчання, результати опитувань учнів, студентів і викладачів свідчать, що дослідницькі методики та технології в освітніх установах недостатньо поширені. Здатністю самостійно «відкривати» навчальні істини володіють лише деякі; причому її наявність є скоріше результатом випадкового збігу сприятливих обставин, ніж націленої роботи, так як спеціально дослідницької

діяльності в школах не навчають, або, і це теж виняток, вона стає турботою лише деяких ентузіастів. Посилаючись на навчальну зайнятість, перевантаження, жорсткі вимоги навчальних програм, багато вчителів вважають навіть неможливим навчати учнів прийомом дослідницької діяльності на уроках і, як наслідок, прийшовши до ВНЗ, такі діти мають певні проблеми у науково-дослідницькій діяльності.

Особливе значення на сучасному етапі розвитку методики навчання фізики в основній школі мають проблеми, пов'язані з передпрофільною підготовкою учнів і реалізацією вимог до мінімуму змісту і результатами навчання фізики.

Перераховані вище проблеми вказують на виявлення суперечностей й у вищому навчальному закладі:

- між потребою в якісній підготовці студента до вирішення завдань науково-дослідної діяльності та недооцінкою можливостей формування його дослідницьких компетенцій на старших й на молодших курсах;

- між потенційними можливостями практикуму з предмету і недостатньою розробленістю його змісту і методики для формування дослідницьких компетенцій кожного студента;

- між необхідністю діагностики формування дослідницьких компетенцій студентів і невизначеністю їх структурного складу.

Названі суперечності свідчать про актуальність дослідження проблеми, що полягає в пошуку відповідей на питання: які провідні ідеї організації і забезпечення дослідницької діяльності і якою має бути технологія навчання дослідницької діяльності, спрямована на творчу самореалізацію. Актуальність теми зумовлена й тим, що в процесі навчання існує недостатня розробленість змісту і меж застосування дослідницького методу навчання, системи управління навчально-дослідницькою діяльністю в процесі пізнання і критеріїв оцінки дослідницьких умінь.

М. О. Князян пропонує використовувати поняття «самостійно-дослідницька діяльність». Дослідницька діяльність розглядається науковцем як один з видів організації самостійної роботи [4].

П. І. Підкасистий [5], В. К. Буряк [2] зазначають, що науково-дослідна діяльність студентів визначається вищою формою самостійного навчального пізнання, оскільки воно набуває форм наукового передбачення (студент сам ставить мету та шукає шляхи її вирішення).

Проблеми активності й самостійності студента в навчанні вирішують творчі роботи, що потребують дослідницького підходу до вивчення. Така робота більш відповідає поняттю – дослідницька активність. «Дослідницька активність – це інтенсивна цілеспрямована пізнавальна діяльність пошукового характеру, обумовлена найвищим рівнем самостійності і творчого ставлення до неї» [1].

У своїй практичній діяльності орієнтуємось на розуміння, що дослідницька діяльність – це не тільки робота над заданою проблемою і написанні дослідницької роботи. У рамках цієї статті розглянемо процес формування дослідницьких умінь студентів кафедри експериментальної та теоретичної фізики фізико-математичного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка та ряд питань, що стосуються проектування змісту та організації дослідницької діяльності.

Важлива роль дослідницької діяльності у формуванні у студентів умінь і досвіду вирішення фізичних задач визначається рядом її особливостей, у тому числі:

- цілісність – від постановки проблеми до оцінки отриманих результатів;
- продуктивність – досягненням конкретного рішення і його практичною реалізацією;
- системність використання методів дослідницької діяльності;
- інтегрованість академічної та практичної діяльності;
- затребуваність і, відповідно, розвитком всієї сукупності особистісних якостей: когнітивних, креативних і організаційно-діяльнісних.

Вимоги до проблематики дослідницької діяльності студентів включають:

- актуальність проблеми, її відповідність тому або іншому пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки;
- новизну змісту для студентів;
- органічність в контексті змісту фізичної освіти в цілому;
- наявність альтернативних підходів до вирішення;
- доступність рішення для студентів як в теоретичному, так і в експериментальному плані;
- затребуваність при освоєнні основних методів та засобів дослідницької діяльності;
- варіативність тематики в межах єдиного проблемного поля.

В організаційному аспекті принципово важливе значення має забезпечення високого рівня активності і самостійності дослідників (учня або студента) на всіх етапах їх дослідницької діяльності, для чого необхідно:

- використовувати методи і прийоми, що додають діяльності особистісну значимість для тих, хто навчається;
- розглядати студента як самостійного і діючого суб'єкта, що пізнає, а саму діяльність як сферу формування у нього індивідуального стилю мислення і власних підходів до вирішення проблем;
- створювати умови для самостійного прийняття студентом рішення проблеми і його практичної реалізації;

– використовувати в якості критеріїв оцінки результатів діяльності ступінь активності і самостійності студентів в процесі пошуку і реалізації рішення проблеми.

Відзначимо особливу роль викладача в реалізації дослідницької діяльності. Тут він не джерело готових знань, а організатор діяльності тих, хто навчається, провідний співробітник, що здійснює спільно зі студентами пошук і реалізацію рішення проблеми. Акцент переноситься, таким чином, з навчально-педагогічної діяльності викладача на самостійну теоретичну і практичну діяльність студента-дослідника як повноправного суб'єкта освітнього процесу, формування його професійної компетентності за допомогою придбання предметного досвіду продуктивної цілеспрямованої діяльності. Підкреслимо, що при наявності різних, пропонованих самими студентами варіантів вирішення проблеми викладач повинен бути готовим до того, що який-небудь з них виявиться краще ніж заздалегідь їм продуманий, і, відповідно, повинен бути готовим до коректування і, при необхідності, перебудові всього початкового плану дій.

При всій різноманітності проблематики дослідницької діяльності, спрямованої на вирішення фізичних проблем, і її конкретного ходу, вона включає в себе ряд інваріантних, обов'язкових компонентів. Це дозволяє певним чином структурувати дослідну діяльність, що може бути покладено в основу її організації.

Виділимо наступні етапи формування дослідницьких умінь студентів:

Підготовчо-мотиваційний етап спрямований на виявлення рівнів сформованості дослідницьких умінь і мотивації до дослідницької діяльності у студентів за рахунок використання таких методів як спостереження за студентами на лекціях, семінарах, тестування, анкетування, бесіди з викладачами і студентами.

Дослідна робота студентів на даному етапі включає проведення нескладних досліджень в рамках предмета. Для цього на практичних заняттях пропонуються завдання по підбору літератури за темою, читання уривків з методичної літератури з критичним аналізом тексту, складання плану відповіді та ін. У результаті, студенти набувають одну з важливих навичок дослідження – вміння працювати з першоджерелами, самостійно знаходити й аналізувати інформацію.

На даному етапі формуються інформаційні, а так само операційно-гностичні вміння (аналізувати факти і явища, робити висновки та ін.), які постійно відпрацьовуються і удосконалюються при виконанні випереджальних завдань, що вимагають роботи з методичною літературою. В результаті набувається досвід самостійного пошуку інформації з різ-

номанітних джерел, її систематизації та узагальнення, аналізу, складання анотацій та інших видів робіт.

Операційно-діяльнісний етап. На даному етапі продовжують формуватися операційно-гностичні вміння (знаходити і формулювати проблему і протиріччя в педагогічних явищах, ставити цілі і задачі, знаходити і формулювати предмет і об'єкт дослідження) і конструктивно-проектувальні вміння (планувати хід дослідницької роботи, здійснювати відбір теоретичних методів дослідження відповідно до поставленої мети та дослідницьких завдань).

На аудиторних заняттях студентам пропонуються завдання з розробки цілей, завдань і плану майбутнього дослідження. Виконання даних завдань сприяє формуванню конструктивно-проектувальних умінь та підготовці студентів до виконання курсової або випускної роботи.

Завдання з проведення анкетування, опитування, інтерв'ювання сприяють вихованню таких якостей особистості, як толерантність, емпатія, доброта та інші, необхідні майбутньому фахівцеві. Важливу роль у формуванні дослідницьких умінь студентів відіграє виконання проектів. Тому на практичних заняттях студенти виконують матеріальні, інтелектуальні і сервісні проекти, які дозволяють розвивати творчу самостійність, уміння аналізувати протиріччя, цілепокладання, планування і організації своєї діяльності, оцінювати і коректувати кінцеві та проміжні результати.

В організації дослідницької діяльності на аудиторних заняттях переважають такі методи як проблемна і евристична бесіда, диспут, спільний пошук і методи активізації творчого мислення. Урок-дискусія, семінарське заняття, використання ІКТ також орієнтовані на розвиток дослідницьких умінь, так як в умовах моделювання педагогічної діяльності набувають досвіду формулювання та вирішення проблемних педагогічних завдань.

Для самостійної дослідницької діяльності на кафедрі експериментальної та теоретичної фізики СумДПУ імені А. С. Макаренка зосереджені частина методичної літератури, досвід фізиків-науковців Інституту прикладної фізики НАН України, кращі дослідницькі роботи студентів, кращі звіти з переддипломної практики, робота з якими дає змогу майбутнім спеціалістам критично оцінювати і аналізувати свої роботи, здійснювати проектування своєї дослідницької діяльності.

Спостереження за професійним і особистісним ростом студентів приводить до висновку: дослідницька діяльність має організовуватися на підставі мотивів суспільної значимості. Тому принципово важливо, щоб діяльність, що організується в навчальному процесі, давала можливість переживання успішності. Дану проблему вирішуємо через виступ

студентів на щорічній студентській конференції в рамках університету, де вони демонструють уміння пропагувати та відстоювати актуальність проблеми, шляхи її вирішення, аргументованість висновків, власні дослідницькі позиції.

У ході виконання випускної роботи студенти навчаються моделювати пізнавальні і професійні завдання, аналізувати отримані результати, накопичувати діагностичні методики, проектувати і здійснювати науковий процес з використанням дослідницьких методів, усвідомлюють цінність і важливість дослідницької діяльності у своїй професійній підготовці.

Також на даному етапі велика увага приділяється формуванню норм толерантної поведінки, норм здорового способу життя. Для цього включаємо в навчальні заняття елементи здоров'язберігаючих технологій, ситуації з практики, аналіз яких формує у студентів уміння адекватно оцінювати реальні ситуації, можливість передбачати вихід з неї.

Відстеження результатів здійснюємо через захист курсових, кваліфікаційних, дипломних та магістерських робіт. Виконання випускних робіт показує ступінь сформованості дослідницьких умінь: володіння студентами методикою роботи з джерелами інформації, узагальнення і систематизації матеріалу, аналізу і оцінки отриманих результатів. Зазначені уміння служать основою для освоєння цілого ряду діагностичних умінь: планувати, організовувати та проводити дослідно-експериментальну роботу, збирати й обробляти дані, отримані в результаті дослідно-експериментальної роботи, наочно їх представляти у вигляді письмових звітів, графіків, таблиць, схем.

Показником ефективності даного етапу є підготовка та захист випускної роботи.

При підготовці та виконанні курсових, кваліфікаційних, дипломних та магістерських робіт можна також виділити завдання, що розв'язуються студентами та викладачами (табл. 1).

Переддипломна виробнича практика дозволяє визначити ступінь готовності випускників до використання дослідницьких підходів у професійній діяльності, ступінь прояву творчості та самостійності, здатності до аналізу та оціночної діяльності. Відбувається ознайомлення студентів з сучасним експериментальним обладнанням і основними методами досліджень із застосуванням знань, одержаних в процесі навчання базовим дисциплінам теоретичної та експериментальної фізики, а також спеціальним курсам.

Виробнича практика, як завершальна частина навчального процесу, формує уявлення про стан наукових досягнень і передових технологій на підприємствах міста, області й України, знайомить з сучасними елек-

тронно-променевими, іонними, вакуумними й спектральними дослідженнями, підвищує науковий світогляд, розвиває експериментальні, практичні та творчі навички.

Таблиця 1

Етапи дослідницької діяльності при підготовці та виконанні курсових, кваліфікаційних, дипломних та магістерських робіт

Етапи дослідницької діяльності	Завдання, що розв'язуються студентами	Завдання, що розв'язуються викладачами
Постановчий	Вибір теми проекту. Визначення фізичного змісту і формулювання проблеми.	Відбір тематики та подання її студентам. Участь в обговоренні фізичного змісту проблеми в якості консультанта.
Інформаційно-аналітичний	Збір та аналіз інформації щодо вирішення проблем даного класу. Розробка конкретного підходу до вирішення проблеми. Стратифікація проблеми на завдання.	Рекомендація джерел інформації. Формулювання завдань, що сприяють визначенню підходу до вирішення проблеми. Коригування завдань.
Пошуково-дослідницький	Вибір і реалізація методів дослідження. Виконання експериментальних і теоретичних досліджень.	Надання допомоги студентам у методичному забезпеченні досліджень. Обговорення отриманих результатів дослідження. Участь в обговоренні та коригування пропозованих рішень
Дослідний	Практична реалізація запропонованого рішення. Критична оцінка отриманих результатів та процесу їх досягнення. Подання (захист) результатів роботи.	Надання студентам допомоги в практичній реалізації прийнятого рішення. Організація експертизи результатів розв'язку.

Науковому керівнику виробничої практики доцільно зосередити увагу студента на наступних моментах: сформулювати мету його роботи; з'ясувати умови, необхідні для проведення дослідження; спроектувати експеримент; освоїти роботу на сучасних експериментальних установках (електростатичний прискорювач пучків заряджених частинок, магнетронна установка нанесення плівкових покриттів, вакуумний уні-

версальний пост, мас-спектрометр вторинних іонів, електронний мікроскоп і т. д.); виконати вимірювання; зафіксувати результати вимірювань (у вигляді графіків, таблиць, діаграм); провести математичну обробку результатів; порівняти, якщо в цьому є необхідність, розрахункові і експериментальні результати; сформулювати висновки. Всі ці пункти формулюються науковим керівником в індивідуальному завданні на практику. Обов'язково в завдання включається пункт про роботу з літературою в бібліотеці підприємства, організації або учбового закладу, в якому відбувається практика.

Основною і найбільш складною частиною практики є її експериментальна частина. Відповідно до теми дипломної роботи й індивідуального завдання, експеримент студента може бути кількісним або якісним; ілюстративним, демонстраційним, дослідницьким; технічним або науковим. Експеримент складає важливу сторону практики, є одним з головних шляхів зв'язку науки і виробництва, найважливішим засобом дослідження й винаходу нових приладів, матеріалів, процесів в промисловості й техніці, удосконалення технологічних процесів. Самостійне проведення експерименту дає студенту змогу розширити зв'язок теорії та практики, розвинути здібності до винаходів, підготуватися до подальшої роботи в науці й різних галузях виробництва.

Основною метою і завданнями практики є ознайомлення з діючими експериментальними установками, вивчення їх будови, принципу дії, оволодіння методиками фізичних досліджень на сучасному експериментальному обладнанні, а також конкретне застосування знань, отриманих при вивченні дисциплін, передбачених навчальним планом, для отримання результатів, що становлять основу дипломної роботи.

У відповідності з поставленими індивідуальними завданнями, студентам надаються індивідуальні завдання і пропонується виконати певні робіт в наукових експериментальних підрозділах ІПФ НАН України.

Рефлексивний етап формування дослідницьких умінь у студентів передбачає усвідомлення дій, виконаних на кожному етапі, виявлення помилок і причин, що стали перешкодою для досягнення мети, співвіднесення отриманих результатів у процесі формування дослідницьких умінь із запланованим результатом.

Динаміку розвитку дослідницьких умінь відстежуємо за допомогою діагностичних тестів, анкет і продуктів діяльності студентів.

Результатом своєї діяльності вважаємо наступні показники:

- якість теоретичної та практичної підготовки студентів;
- якість навчально-дослідницької підготовки;
- продукти дослідницької діяльності студентів;
- тиражування;

– участь у роботі проблемних груп.

Таким чином, розглянута система включення студентів у дослідницьку діяльність дозволяє підготувати майбутніх фахівців до успішної професійної діяльності.

До перспективних напрямків своєї діяльності відносимо планування та скорегованість дій викладача, студентів та науковців співробітників науково-дослідних інститутів для досягнення поставленої мети.

Список використаних джерел

1. Балагурова Т. А. Наукова робота учнів – міф чи реальність ? / Т. А. Балагурова // Українська мова і література в середніх школах, гімназіях, ліцеях та колегіумах. – 2004. – № 2. – С. 96-100.

2. Буряк В. К. Навчальна науково-дослідницька робота студентів / В. К. Буряк, Л. В. Кондрашова // Радянська школа. – 1990. – № 11. – С. 87-91.

3. Карнаухова И. Б. Поисково-исследовательская деятельность как средство развития творческой самостоятельности студентов в процессе профессиональной подготовки : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Карнаухова Ирина Борисовна ; Российская международная академия туризма. – М., 2000. – 158 с.

4. Князян М. О. Самостійно-дослідницька діяльність майбутніх учителів іноземних мов: теорія і практика : [монографія] / М. О. Князян. – Ізмаїл : Сміл, 2006. – 242 с.

5. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся : дидактический анализ процесса и структуры воспроизведения творчества / П. И. Пидкасистый. – М. : Педагогика, 1972. – 183 с.

ШКІЛЬНА ДОШКА ЯК СТЕНД ДЛЯ ФІЗИЧНИХ ДЕМОНСТРАЦІЙ

В. М. Здешиц, А. В. Здешиц

Україна, м. Кривий Ріг, Криворізький національний університет
didanaz@i.ua

Шкільна дошка може стати гарним стендом для демонстрації різних фізичних явищ, а також підтвердження достовірності розрахунків. Такі демонстрації не тільки поживляють атмосферу занять, але і вселяють в учнів упевненість в справедливості теоретичних розрахунків, доводять єдність теорії і практики.

Шкільна дошка, а також площина столів може стати хорошим стендом для проведення фронтальних лабораторних робіт з фізики.

Раніше повідомлялося про використання магнітних дошок для цих цілей. Магнітна робоча поверхня аудиторних, шкільних, офісних та інших модифікацій дошок дозволяє за допомогою магнітів фіксувати на дошці тільки плакати, ілюстрації та інші допоміжні матеріали, виконані на папері або з пластику. В роботі [1] запропонована нова концепція проведення фронтальних лабораторних робіт, заснована на мініатюризації дослідницьких установок. На цих принципах розроблена серія новітніх фронтальних лабораторних робіт [2].

Продовженням цієї ідеї є залучення вакуумних присосків для кріплення деталей демонстраційної установки на шкільній дошці. Їх застосування забезпечує мініатюрність і, як наслідок, мобільність установок, оперативність підготовки демонстрації фізичних явищ.

Для підтвердження можливостей підвищення якості навчання фізики, що відкриваються при цьому, розглянемо деякі з ряду розроблених пристроїв і методику їх використання.

1. Фронтальна робота № 1 з демонстрацією закону збереження енергії і кінематичних рівнянь

Прилади і матеріали: кейс з рулеткою і експериментальними установками у вигляді гнучкої прозорої трубки (завдовжки 85 мм), розміщеної на площині дерев'яного трикутника з вакуумними присосками, металевою кулькою \varnothing 7мм, двома лузами з присосками, магнітом пусковим.

Мета роботи: Визначити траєкторію руху кульки під дією сили тяжіння і параметри, що характеризують цей рух.

Завдання № 1. Кулька падає усередині зігнутої трубки, що є чвертю кола радіусом $R = 5$ см і вилітає з нього горизонтально. Обчислити відстань S до місця падіння, що знаходиться нижче горизонту вильоту

кульки з трубки на $H = 5, 20, 45, 80$ см. Встановити лузу в цю точку для доказу справедливості кінематичних рівнянь і закону збереження енергії. Визначити швидкість вильоту кульки з трубки. Визначити час падіння кульки з висоти R і з висоти $R + H$. Визначити швидкість падіння на поверхню і кут між вектором швидкості і горизонтом.

Завдання № 2. Фронтальна лабораторна робота.

Встановити на горизонтальну поверхню столу експериментальну установку так, щоб точка вильоту кульки №1 з трубки збігалася з краєм столу. За допомогою рулетки виміряти відстань H по вертикалі від точки вильоту кульки з трубки до верхньої поверхні лузи, розташованої на підлозі. Розрахувати дальність S польоту кульки і для підтвердження своїх розрахунків встановити там лузу. Провести досліди, висновок разом з розрахунками записати в зошит і представити викладачеві.

Теоретичне відомості

Падаючи з висоти R , кулька за рахунок спаду потенціальної енергії $E_n = mgR$ набуває кінетичну енергію $E_k = \frac{mv_0^2}{2}$.

З рівності кінетичної і потенційної енергії (згідно із законом збереження енергії), знайдемо горизонтальну швидкість кульки при вильоті її із шланга:

$$v_0 = \sqrt{2gR} = 1,414\sqrt{gR} \quad (1)$$

Таким чином, шлях S , який пройде кулька по горизонталі до моменту її падіння в лузу, буде:

$$S = v_0 t = \sqrt{2gR} \cdot t \quad (2)$$

Час польоту визначатиметься висотою падіння. При вільному падінні прискорення $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

З кінематичного рівняння $H = gt^2/2$ знайдемо час падіння:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (3)$$

Підставивши значення t з рівняння (3) в рівняння (2), отримаємо вираз для обчислення відстані S до місця падіння:

$$S = \sqrt{2gR} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2\sqrt{RH} \quad (4)$$

Методика проведення заняття

Викладач нагадує аудиторії кінематичні рівняння руху матеріальної точки і закон збереження механічної енергії.

Для $R = 5$ см і $H = 5, 20, 45, 80$ см проводить розрахунки відстані S за формулою (4) і вписує результати в табл. 1.

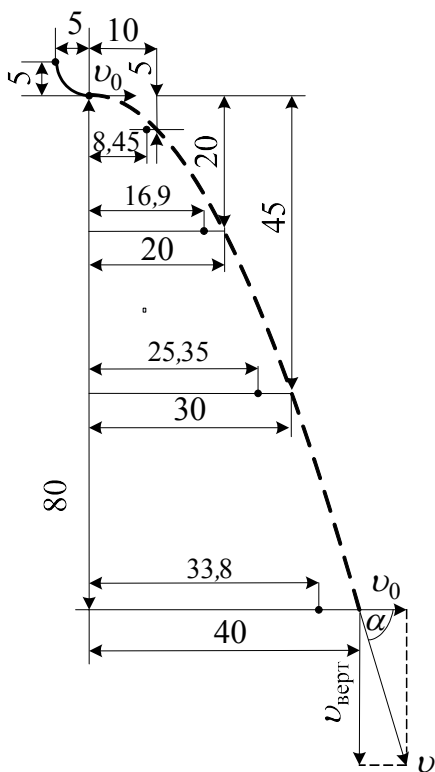


Рис. 1

Визначаємо за кінематичним рівнянням вертикальну складову швидкості

$$v_{\text{верт}} = gt_2, \quad (5)$$

де $t_2 = t_1 - t_0$, а $t_0 = 101$ мс – час руху кульки в зігнутій трубці. Результати обчислень вертикальної складової швидкості $v_{\text{верт}}$ вписуємо в табл. 3. Кут α між горизонтом і вектором швидкості v в момент падіння (рис. 1) знаходимо за відношенням $v_{\text{верт}}/v_0$, а саме:

$$\alpha = \arctg(v_{\text{верт}}/v_0) \quad (6)$$

Результати обчислень також заносимо до табл. 3.

І, нарешті, швидкість падіння кульки визначаємо як

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_{\text{верт}}^2} \quad (7)$$

або за формулою:

Таблиця 1

Результати вимірювань і обчис-

лень

R , см	H , см	S , см
5	5	10
	20	20
	45	30
	80	40

Викладач малює на дошці схему демонстраційного експерименту у відповідності з рис. 1 (розміри дані в сантиметрах).

Виконує розрахунки швидкості v_0 при $R = 5$ см:

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05} = 0,99 \text{ м/с.}$$

Визначаємо час падіння кульки t_1 з висоти $R + H$ за формулою (3) і вписуємо результати до табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків

R , см	H , см	t_1 , мс
5	0	101
	5	142,8
	20	225,8
	45	319,3
	80	416,3

$$v = v_0 / \cos \alpha. \quad (8)$$

Результати обчислення швидкості v заносимо до табл. 3.

Викладач відзначає на дошці точки падіння кульки для відповідних H і S і по ним малює траєкторію руху кульки (пунктирна лінія на рис. 1).

Викладач встановлює в будь-якій точці траєкторії вісь приймальної лузи під кутом α до горизонту у відповідність з даними табл. 3. Тільки в цьому випадку кулька, діаметр якої збігається з діаметром лузи, може потрапити всередину порожнини цієї лузи.

Таблиця 3

Результати обчислення швидкості v, м/с				
t_2 , мс	$v_{\text{верт}}$, м/с	$v_{\text{верт}}/v_0$	α , град	v , м/с
0	0	0	0	0,99
41,8	0,41	0,41	22,3	1,07
124,8	1,22	1,23	50,9	1,57
218,3	2,14	2,16	65,2	2,36
315,3	3,09	3,12	72,2	3,24

Підсумовуючи результати розрахунків, викладач звертає увагу аудиторії на той факт, що попадання кульки в лузу можливо тільки при безумовному виконанні кінематичних рівнянь і закону збереження енергії.

Після проведення дослідів з'ясовується, що кулька не рухається за розрахованій траєкторії.

«Суша наука, – а древо життя зеленіє!» (Йоганн Вольфганг фон Гете) і «дивися в корінь» – вислів Кузьми Пруткова, як не можна краще характеризують результати фізичних дослідів. Теоретичні розрахунки з використанням деякої моделі і результати натурних дослідів ніколи не збігаються. Так і в нашій демонстрації спроби зловити кульку в місцях розрахункової траєкторії ні до чого не приведуть. Справа в тому, що розрахунки проводяться з використанням моделей фізичних об'єктів.

У наших розрахунках траєкторії руху кульки також використовувалася модель матеріальної точки, а не абсолютно твердого тіла, чим, насправді, і є кулька. Тому необхідно розуміти це і донести до учнів, що слід чекати зміни траєкторії руху кульки, оскільки вона, на відміну від матеріальної точки, має моментом інерції. Необхідно з'ясувати, до яких змін це приведе. Окрім цього, не врахований опір повітря, тертя кочення кульки по жолобу. Чи можна цим нехтувати?

Таким чином, проста на перший погляд демонстрація дозволяє перейти до теми обертального руху твердого тіла, руху тіла в газах і рідинах, оцінити величину сили тертя кочення.

Знайдемо, як зміниться швидкість вильоту кульки радіусом R з трубки, якщо врахувати той факт, що потенціальна енергія mgR перейде не

тільки в кінетичну енергію руху центру мас, але і кінетичну енергію обертання кульки:

$$mgR = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I_c \omega^2}{2} = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{0,4mr^2 \cdot (v_c^2 / r^2)}{2} = 0,7mv_c^2, \quad (9)$$

момент інерції якого:

$$I = \frac{2}{5}mr^2 = \frac{2}{5}\rho \frac{4}{3}\pi r^3 R^2 = \frac{8}{15}\pi r^5. \quad (10)$$

Таким чином, швидкість вильоту кульки буде:

$$v_0' = \sqrt{\frac{gR}{0,7}} = 1,195\sqrt{gR}, \quad (11)$$

що в 1,18 рази менше величини швидкості матеріальної точки, розрахованої за формулою (1).

Виявляється істотною відмінністю швидкостей v_0 , обчислених за допомогою різних моделей. В наших експериментах вона становила 15%. Тобто траєкторія руху кульки має бути уточнена. Для обчислення відстані S до місця падіння кульки тепер:

$$S = v_0' \cdot t = \sqrt{\frac{gR}{0,7}} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 1,69\sqrt{RH} \quad (12)$$

Результати розрахунків зведені до табл. 4 і представлені на рис. 1 у вигляді точок.

Таблиця 4

Результати розрахунків

R , см	H , см	S , см
5	5	8,45
	20	16,9
	45	25,35
	80	33,8

Визначити коефіцієнт тертя кочення можна за допомогою U-подібної форми трубки. Якщо пустити металеву кульку з деякої висоти h в одній стороні трубки, то в другій стороні за законом збереження енергії вона повинна викотитися на таку ж саму висоту h . Але в реальних умовах, де існують сили тертя, кулька викотиться на висоту меншу, ніж h . Різниця потенціальних енергій ΔE_n дорівнює роботі сил тертя $-A_{тер}$. Далі саме з роботи сил тертя, за формулою: $A_{тер} = M \cdot \varphi$, визначаємо M – момент сил, а потім і сам коефіцієнт тертя кочення $\mu = \frac{M}{N}$, де N – сила

реакції опори, $\varphi = 2\pi N = 2\pi \frac{s}{2\pi r} = \frac{s}{r}$ (s – проекція шляху, по якому про-

котилася кулька радіусом r , на горизонтальну площину).

Після проведених викладачем роз'яснень і демонстрацій учні встановлюють на поверхню столу експериментальні установки, які знаходяться в кейсі у необхідній кількості. Після цього вони за допомогою рулетки вимірюють відстань H по вертикалі від точки вильоту кульки із шланга до верхньої поверхні приймальної лузи, розташованої на підлозі, розраховують далькість S польоту кульки і для підтвердження своїх розрахунків встановлюють там лузу.

Провівши досліди, учні пред'являють результати вимірювань викладачеві.

У тому випадку, коли висота столів однакова, всі надані результати вимірювань є тією базою даних, які можуть бути використані для колективного обговорення методики обробки і визначення величини похибки вимірювань.

Таким чином, ми спостерігаємо кругообіг ідей і технологій: поява в масовому виробництві матеріальних об'єктів, створених фізиками, приводить до нового осмислення методів навчання і їх удосконалення, а також народження ідей, які раніше з'явитися не могли б.

Тому ідея використовувати шкільну дошку на новому витку розвитку техніки і технології, як стенд для фізичних демонстрацій, є плідною і вимагає свого розвитку.

Практична частина. Для доказу теоретичних розрахунків та підтвердження методики вимірювання було виготовлено експериментальну установку (рис. 2).

На віконному склі установка трималася за допомогою присосок. Вертикаль встановлювалася за допомогою виску, що дозволяло вилітати кулі з трубки строго горизонтально.

На фото наведено, як куля утримується в гнучкій трубці на старті за допомогою магніту. При зсуві його догори куля торкається упора і далі не просувається. Це є точкою відліку висоти падіння R . В цій установці ця висота дорівнювала 11,5 см, відстань $S = 20$ см, $H = 12$ см.

У моделі матеріальної точки відстань $S = 23,5$ см, що у 1,18 разів відрізняється від дослідних даних. Це підтверджує наші висновки про необхідність врахування обертового руху кулі в трубці.

Висновки

1. Доведено, що шкільна дошка, а також площина столів є хорошим стендом для проведення фронтальних лабораторних робіт з фізики.

2. Розроблена новітня фронтальна лабораторна робота “Визначення траєкторії руху кульки під дією сили тяжіння”.

3. Дослідні дані повністю підтвердили теоретичні розрахунки щодо руху кулі в просторі.

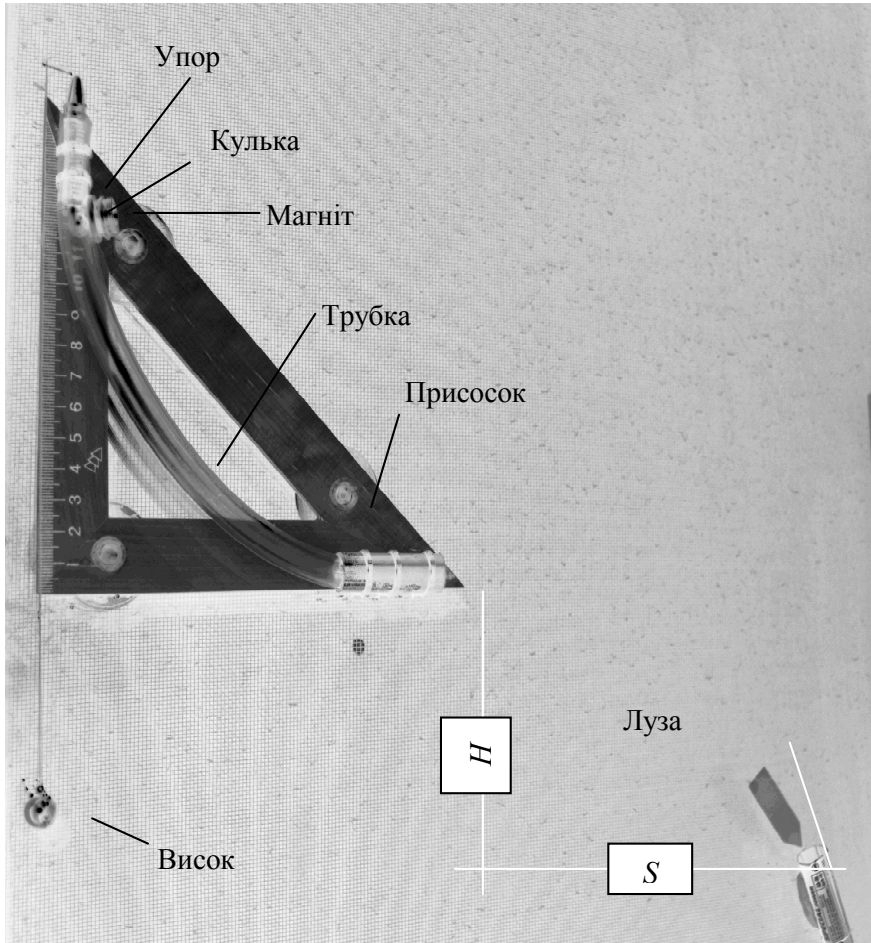


Рис. 2. Постановка вимірювання

Список використаних джерел

1. Здешиц В. М. Застосування новітніх технологій для проведення лабораторних занять з фізики / В. М. Здешиц // Збірка наукових праць III Всеукраїнської конференції «Сучасні технології в науці та освіті». – Кривий Ріг : Вид. від. КДПУ, 2003. – Т. 2. – С. 67-71.
2. Методичні вказівки до фронтальних лабораторних робіт з курсу загальної фізики / Укл. В. М. Здешиц, В. П. Ржепецький. – Кривий Ріг : ДВНЗ КНУ, Криворізький педагогічний інститут, 2012. – 77 с.

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МОДУЛЬНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У КЛАСАХ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

Н. А. Іваницька
Україна, м. Чернігів, Чернігівський ліцей №32
ivanytska@bigmir.net

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасна система навчання фізики у вищих навчальних закладах обирає за основу технологію модульного навчання, що обумовлено входженням системи освіти України до єдиного європейського та світового освітнього і наукового простору. Оскільки випускники шкіл продовжують своє навчання у ВНЗ, то виникає потреба у попередній підготовці старшокласників до діяльності, яка покладена в основу технології модульного навчання. Доцільність використання зазначеної технології у навчально-виховному процесі у профільних класах загальноосвітньої школи відображена у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [2]: «У старшій школі, де навчання є профільним, обов'язковий для вивчення зміст освітніх галузей реалізується через вивчення окремих предметів, курсів за вибором відповідно до загальної кількості годин або завдяки застосуванню модульної технології». Таким чином, однією з **проблем** сучасної дидактики фізики є організація технології модульного навчання фізики учнів 10-х – 11-х класів фізико-математичних профілю загальноосвітньої школи. Зазначена проблема пов'язана із важливим **практичним завданням**: підвищенням якості знань, вмінь та навичок старшокласників.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Згідно означення, поданого в Енциклопедії педагогічних технологій та інновацій [3], **технологія модульного навчання** – це технологія, сутність якої полягає в тому, щоб той, хто навчається, міг самостійно працювати із запропонованими йому індивідуальними програмами, що містять банк інформації та методичні рекомендації щодо виконання завдань. Дослідники дотримуються спільної думки про те, що технологія модульного навчання є одним із видів особистісно орієнтованого навчання та відрізняється від традиційної системи цілями й завданнями, програмно-методичним забезпеченням та організаційними формами. Технологія модульного навчання зародилося як альтернативний напрям навчання, що базується на позиціях інноваційно-творчого (дійового, активного, гнучкого) погляду на педагогічний процес у протизагу традиційному (інформаційно-авторському) навчанню, в процесі якого переважають негнучкі стандарти змісту на-

вчання.

Наукові засади модульного принципу побудови навчального курсу фізики в українській вищій школі розроблялися й адаптувалися такими фахівцями-методистами як В. М. Андоронов, Ю. М. Галатюк, С. М. Меньяйлов, М. І. Шут та ін. Концептуальні основи розвитку модульної фізичної освіти закладалися в працях П. С. Атаманчука, О. І. Бугайова, Г. П. Грищенко, О. І. Ляшенка, Б. А. Суся та ін. Введення технології модульного навчання фізики у 10-х – 11-х класах загальноосвітньої школи відображено у дисертаційних дослідженнях російських науковців: Н. Г. Белих – запровадження модульного навчання при вивченні розділу «Електродинаміка», Л. І. Васильєв – педагогічні умови модульної організації фізичної освіти; О. М. Корольова – модульне навчання в системі розвитку самостійної пізнавальної діяльності учнів.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Дослідження зазначених науковців не визначають особливості побудови модульної програми навчання фізики у 10-х – 11-х класах фізикоматематичного профілю. Відповідно, запровадження у навчально-виховний процес загальноосвітньої школи технології модульного навчання фізики у профільних класах є актуальною проблемою сьогодення, розв'язання якої спрямоване на активне засвоєння учнями навчального матеріалу та практичне застосування знань старшокласниками.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно сучасних педагогічних досліджень, технологія модульного навчання має розгалужену складну структуру, яка містить у собі, в межах навчання фізики у вищому навчальному закладі, модуль, змістовний модуль, заліковий кредит.

Основним структурним елементом технології модульного навчання є модуль, який пояснюється науковцями по-різному. Згідно [3], **модуль** (від. лат. *modulus* – «міра») – самостійний, функціонально-орієнтований етап розвитку навчання, що має власне програмно-цільове та методичне забезпечення. В. І. Бондар [1] зазначає, що **модуль** – це не просто частина навчальної діяльності (тема чи розділ), а інформаційний вузол, який є одиницею, що уніфікує підхід до структурування цілого на частини. При цьому навчальний матеріал поділяється на логічно завершені частини, відповідно до яких розробляється пакет дидактичних прийомів, необхідних для оволодіння учнями змісту і одночасного контролю. Згідно досліджень В. В. Куліша, **модуль** – це задокументована завершена частина освітньої програми (навчальної дисципліни), що реалізується відповідними формами навчального процесу. У дисертаційному дослідженні П. А. Юцявичене, **модуль** – цілісна структурна одиниця освітнього процесу, яка включає в себе цільову програму дій, складену у відповідності до мотивації учнів, відносно закінчений блок інформації та

методичне забезпечення.

Відповідно, неоднозначність тлумачення поняття «модуль» вказує на те, що питання модульного навчання, особливо у профільній школі, залишається недостатньо розв'язаним, що підтверджує його актуальність на сучасному етапі становлення методики навчання фізики.

Дидактичне призначення модуля полягає у: створенні умов для актуалізації знань учнів та забезпеченні пошуково-дослідницької діяльності старшокласників; фіксації готовності кожного учня до засвоєння навчального матеріалу; організації пізнання нового шляхом самостійної роботи старшокласників з навчально-інформаційними блоками; оцінюванні досягнення засвоєння учнями базового рівня навчального матеріалу; наданні можливості поглиблювати та розширювати навчальний матеріал; забезпеченні індивідуальної траєкторії оволодіння кожним учнем програмних знань [3].

До складу модуля входять **змістовні модулі** або **навчальні модулі (НМ)**, які містять систему навчальних елементів, об'єднаних за ознакою відповідності певному навчальному об'єктові. Таким чином, запровадження у навчально-виховний процес технології модульного навчання фізики учнів профільних класів потребує розробки відповідного методичного забезпечення, яке би враховувало дидактичне призначення модулів та НМ, що передбачає розробку *модульної програми*, узгодженої з навчальною програмою з фізики для учнів 10-х – 11-х класів фізико-математичного профілю загально-освітньої школи.

Згідно досліджень Ю. Т. Герасименка, С. М. Меньялова, модульна програма має містити комплексну дидактичну мету та сукупність модулів, які визначають інтегруючу дидактичну мету. Оскільки до складу модуля входять НМ, то кожний НМ узгоджений з певною локальною дидактичною метою.

Розробка будь-якої модульної програми потребує дотримання основних принципів її побудови: принцип цільового призначення; принцип взаємоузгодження комплексних і локальних дидактичних цілей; принцип зворотного зв'язку, який передбачає постійний контроль, аналіз та корекцію результатів навчальної діяльності учнів.

Для визначення особливостей побудови модульної програми для 10-х – 11-х класів фізико-математичного профілю загальноосвітньої школи проаналізуємо діючу навчальною програму з фізики [4]. Згідно з навчальною програмою, курс фізики для профільного 10-го класу (210 год. на рік, 6 годин на тиждень) містить розділи «Вступ», «Механіка», «Молекулярна фізика і термодинаміка», зміст яких визначає назви відповідних модулів: «Кінематика», «Динаміка», «Закони збереження в механіці», «Механічні коливання й хвилі», «Релятивістська механіка», «Властивос-

ті газів, рідин, твердих тіл», «Основи термодинаміки». Аналогічно, навчальна програма з фізики для профільного 11-го класу (210 год. на рік, 6 годин на тиждень) передбачає вивчення розділів «Електродинаміка», «Оптика», «Атомна і ядерна фізика», зміст яких визначає назви таких модулів: «Електричне поле», «Електричний струм», «Електромагнітне поле», «Електромагнітні коливання і хвилі», «Оптика», «Атомна і ядерна фізика».

Для вибору назв НМ необхідно, на наш погляд, врахувати, що кількість годин, відведених навчальною програмою на вивчення кожного модуля у 10-му та 11-му класах неоднакова, що обумовлено змістом відповідних розділів фізики, запропонованих для вивчення учнями загальноосвітньої школи (таблиця 1).

Таблиця 1

Кількість годин, визначених навчальною програмою для кожного розділу курсу фізики у 10-х та 11-х класах

10-й клас		11-й клас	
Назви модулів	Кількість годин	Назви модулів	Кількість годин
Вступ	5		
Кінематика	26	Електричне поле	26
Динаміка	40	Електричний струм	38
Закони збереження в механіці	22	Електромагнітне поле	30
Механічні коливання й хвилі	22	Електромагнітні коливання і хвилі	26
Релятивістська механіка	8	Оптика	38
Властивості газів, рідин, твердих тіл	45	Атомна і ядерна фізика	32
Основи термодинаміки	18		

На вивчення у 10-му класі модулів «Динаміка», «Властивості газів, рідин, творених тіл» передбачено 45 годин, що майже у 2 рази більше, ніж відведено на вивчення інших розділів «Механіки», «Молекулярної фізики і термодинаміки». Аналогічно, в 11-му класі на вивчення модулів «Електричний струм», «Оптика» заплановано 38 годин, що на 12 годин менше, ніж на вивчення модулів «Електричне поле», «Електромагнітні коливання і хвилі». З такого розподілу годин випливає, що переважна більшість модулів (крім модулів «Вступ», «Релятивістська механіка» у 10-му класі) буде складатись із ряду допоміжних модулів, кількість яких буде неоднаковою в залежності від кількості годин, відведених навчальною програмою з фізики на вивчення певного розділу.

Для визначення назв відповідних НМ, які входять до складу модулів, та їх змісту проаналізуємо також державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів 10-х та 11-х класів, які зазначені у програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [4]. Згідно зазначеного нормативного документу, старшокласникам необхідно: знати основні етапи розвитку фізики, як науки; основні одиниці СІ; фізичні поняття, закони та межі застосування цих законів; основні положення фізичних теорій; умови виникнення фізичних явищ; пояснювати роль фізичного знання в житті людини й суспільному розвитку; будову і властивості тіл; класифікувати та аналізувати певні фізичні поняття та фізичні перетворення; розуміти сутність фізичних принципів та ін.

Відповідно, зазначені вимоги до знань учнів вказують на необхідність розробки, як складової модульної програми з фізики, НМ «Теоретична робота», оскільки кожний модуль передбачає вивчення теоретичного матеріалу. Тому кількість годин, відведених на вивчення НМ «Теоретична робота» буде визначатись кількістю лекційних занять в межах вивчення певного модуля. Наприклад, відповідно до методичних рекомендацій щодо вивчення фізики у 2012-2013 н. р. на вивчення учнями у профільному 10-му класі теоретичних основ розділу «Кінематика» навчальним планом відведено 10 лекційних годин. Тому НМ «Теоретична робота» у даному випадку буде розрахований на 10 годин. На рис. 1 представлена структура одного із модулів курсу фізики 10-го класу профільного рівня навчання – «Кінематика». Згідно з державними вимогами до рівня загальноосвітньої підготовки учнів 10-х та 11-х класів, які зазначені у програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів (профільний рівень) [4], старшокласникам необхідно: знати методи обчислення похибок вимірювання, способи вимірювання певних фізичних величин; володіти експериментальними способами вимірювання фізичних величин; будувати графіки та здійснювати їх аналіз; розуміти сутність фізичних дослідів.

Згідно з навчальною програмою з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів (профільний рівень) [4] також передбачено виконання учнями 20-ти лабораторних робіт у 10-му класі та 18-ти лабораторних робіт у 11-му класі. Таким чином, зазначені вимоги до знань учнів вказують на необхідність розробки НМ «Експериментальна робота». Згідно розподілу годин, відведеного навчальною програмою з фізики на виконання учнями лабораторних робіт, не кожний із модулів буде містити зазначений НМ. Наприклад, модулі курсу фізики 10-го класу «Вступ», «Релятивістська механіка» не передбачають виконання учнями лабораторних робіт, а тому не будуть містити НМ «Експериментальна робота». Зазначимо також, що кількість годин, які є обов'язковими для виконан-

ня учнями лабораторних робіт, входить до загальної кількості годин, запланованих на вивчення певного модуля.



Рис. 1. Структура модуля «Кінематика» (10-й клас)

Згідно із методичними рекомендаціями до вивчення фізики у 2012-2013 навчальному році, роботи лабораторного практикуму рекомендовано проводити не одним блоком в кінці навчального року, а після вивчення певного розділу відповідно до змісту роботи. Тому до НМ «Експериментальна робота» доцільно включити окремі роботи лабораторного практикуму. Відповідно, за рахунок робіт лабораторного практикуму кількість годин, відведених на засвоєння учнями окремого модуля, збільшиться. Так, наприклад, на вивчення розділу «Кінематика» навчаль-

ною програмою заплановано 26 годин, а на виконання учнями фізичного практикуму – 14 годин. Оскільки 8 робіт фізичного практикуму («Вимірювання розмірів тіл», «Вимірювання часу», «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху», «Дослідження вільного падіння тіл», «Вимірювання прискорення вільного падіння», «Дослідження руху тіла, кинутого вертикально вгору», «Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту», «Вивчення руху тіла по колу») відповідають за змістом зазначеному розділу, то НМ «Експериментальна робота» у даному випадку буде містити вказані роботи з переліку лабораторного практикуму. Враховуючи те, що згідно з навчальною програмою з фізики для профільних 10-х та 11-х класів, при вивченні учнями розділу «Кінематика» передбачено виконання учнями трьох лабораторних робіт, то загальна кількість годин, відведених на засвоєння НМ «Експериментальна робота» буде складати 11 годин (3 години – на виконання лабораторних робіт і 8 годин – робіт лабораторного практикуму). Відповідно, кількість годин, відведених на засвоєння учнями модуля «Кінематика» буде збільшена від 26 до 34 годин в межах навчальної програми з фізики.

При виборі змісту навчальних модулів та розподілу годин на їх засвоєння доречно врахувати, що у пояснювальній записці до програми з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів також вказано, що однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в школі є розв'язування фізичних задач [4, с.12], зміст яких в умовах особистісно орієнтованого навчання передбачають врахування пізнавальні можливості й нахили учнів. Це положення підтверджують державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів 10-х та 11-х класів, зазначені у програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [4], згідно яких учень має: розуміти фізичний зміст похідної, сутність фізичної моделі; утворювати кратні й частинні одиниці; виконувати дії з векторами; класифікувати фізичні величини як скалярні й векторні; складати рівняння руху тіла; розв'язувати задачі на знаходження невідомих фізичних величин. Тому зазначені вимоги до знань учнів вказують на необхідність розробки НМ «Фізичні задачі» як складової кожного окремого модуля та модульної програми у цілому. Кількість годин, відведених на засвоєння учнями цього НМ буде визначатися як різниця від загальної кількості годин, відведених на вивчення певного модуля, та кількості годин, передбачених на вивчення НМ «Фізичні задачі» та НМ «Експериментальна робота». Оскільки складовою структури технології модульного навчання у вищому навчальному закладі є заліковий кредит, який визначає рівень засвоєння учнями навчального матеріалу, то виникає необхідність визначити, який вид контролю дозволяє підвищити рівень сформованості знань, вмій та навичок старшокласників загальноосвіт-

ньої школи відповідно до кожного НМ.

Висновки з даного дослідження. Згідно проведеного нами аналізу навчальної програми з фізики [4] були виявлені такі особливості побудови модульної програми навчання фізики у класах фізико-математичного профілю:

- 1) неоднакова кількість годин на засвоєння учнями модулів;
- 2) переважна більшість модулів складається із ряду допоміжних модулів, кількість яких неоднакова в залежності від кількості годин, відведених навчальною програмою з фізики на вивчення певного розділу;
- 3) різна навчальна діяльність учнів щодо засвоєння кожного НМ: вивчення теоретичного матеріалу (НМ «Теоретична робота»), виконання лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму (НМ «Експериментальна робота»), розв'язування фізичних задач (НМ «Фізичні задачі»);
- 4) неоднакова структура для окремих модулів курсу фізики 10-го класу («Вступ», «Релятивістська механіка»).

Перспективи подальшого розвитку у даному напрямку. Зазначені особливості побудови модульної програми навчання фізики у класах фізико-математичного профілю визначають методичні проблеми, які потребують проведення нами подальшого дослідження: 1) яким чином організувати поділ модулів на допоміжні модулі та визначити кількість відведених на їх вивчення годин; 2) як забезпечити оцінювання засвоєння учнями модулів та відповідних ним НМ.

Список використаних джерел

1. Бондар В. І. Теорія і практика модульного навчання у вищих закладах освіти (на матеріалі дидактики) / Бондар В. І. // Освіта і управління. – 1999. – Т. 3. – № 1. – С. 19-40.
2. Державний стандарт базової та повної середньої освіти : затверджено постановою Кабінету Міністрів України 14.01.2004 р. // Інформ. зб. Міносвіти і науки України. – 2003. – №1/2. – С. 5-29.
3. Енциклопедія педагогічних технологій та інновацій / Автор-укладач Н. П. Новолокова. – Харків : Основа, 2010. – 176 с. – (Золота педагогічна скарбниця).
4. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. 10–11 класи. Фізика. Рівень стандарту. Академічний рівень. Профільний рівень. – К., 2010. – 64 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧИХ ТЕТРАДЕЙ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО БИОФИЗИКЕ

Е. З. Иванченко, Э. И. Сливко, О. З. Мельникова, И. И. Михина
Украина, г. Запорожье, Запорожский государственный медицинский
университет
melnikovaoz@mail.ru

В настоящее время педагогическая наука ориентирует высшую школу на формирование личности, которая обладает индивидуальностью и имеет собственные взгляды на события и процессы, умеет критически мыслить и воспринимать различные точки зрения [1]. Развитие творческой, социально активной и ответственной личности, способной решать проблемы и задачи, исходя из приобретенного опыта и оценки конкретной ситуации, невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над материалом различных дисциплин [2]. Учащийся высшего учебного заведения должен не только получить знания, овладеть умениями и навыками их использования, методами исследовательской работы, но и индивидуально вести поиск, необходимых сведений, постоянно приобретать, пополнять и обновлять информацию. На смену заучиванию и репродукции приходит самостоятельное добывание знаний.

Внедрение в учебный процесс рабочих тетрадей – один из методов организации самостоятельной работы студентов. Можно так определить цели применения рабочей тетради в профессиональном обучении [3]:

- обеспечить качественное усвоение учебного материала;
- выработать умения и навыки учебной деятельности;
- формировать навыки самостоятельной работы;
- способствовать активизации учебно-познавательной деятельности учащихся.

Рабочая тетрадь – это учебное пособие, которое содержит особый дидактический аппарат, способствующий индивидуальной работе студента по освоению учебной дисциплины в аудитории и дома. Она может быть использована учащимися в самостоятельном изучении теоретического материала и формировании практических умений и навыков, при подготовке к итоговой аттестации по дисциплине.

Различные типы рабочих тетрадей отличаются по содержанию. В рабочей тетради могут быть представлены краткие теоретические сведения, словарь новых понятий по дисциплине, алгоритм решения заданий, развивающие, творческие упражнения, вопросы для самоконтроля, список информационных ресурсов и т. д. И все же существуют определен-

ные требования к данному виду учебных изданий [1; 3; 4]. Рабочие тетради должны включать вопросы и задания на воспроизведение изученного материала; на развитие мыслительных операций; на умение практически применять полученные теоретические знания. Задания в рабочей тетради выполняются в виде рисунков, схем, таблиц, инструкций для проведения самостоятельных лабораторных занятий. Рекомендована следующая структура и содержание рабочей тетради:

1. Информационный комплекс по каждой теме курса: актуальность изучаемой темы, цели занятия, краткие теоретические сведения, алгоритм решения типичных задач.

2. Задачи и упражнения для самостоятельной работы студентов: типичные, развивающие и творческие задачи и упражнения.

3. Обобщение и заключение по каждой теме: примечания, резюме, выводы, контрольные вопросы, карты программированного контроля, список литературы.

Рабочая тетрадь является средством развития самостоятельной деятельности учащихся, если определены её психолого-педагогические аспекты; выявлены особенности её развития с учётом направленности на развитие интеллектуальных способностей; определены условия формирования умений и навыков [4].

Учитывая значение рабочей тетради в повышении эффективности учебного процесса, мы разработали такое пособие по медицинской и биологической физике [5] – одной из фундаментальных дисциплин, входящей в естественнонаучный блок учебного плана подготовки врача. Рабочая тетрадь составлена в соответствии с типовой программой и согласно кредитно-модульной системе организации учебного процесса [2], разделена на два модуля – «Основы биофизики» и «Основы медицинской физики». Такое разделение учебного материала является достаточно условным, однако целесообразным, учитывая, что с биофизикой как наукой студент знакомится впервые. Она является одной из фундаментальных биологических дисциплин, изучение которой требует хорошей базовой подготовки студентов не только по биологии, но и по физике, химии, математике.

Биофизика, исследуя физические и физико-химические процессы в организмах, начиная с молекулярного уровня, позволяет вскрыть механизмы физиологических процессов и объяснить их причины. Поэтому изучение дисциплины студентами медицинских вузов создаёт базис для последующего усвоения ими физиологии и интегрирующихся с нею дисциплин и в профессиональной деятельности. Однако для этого знания, которые получают студенты на занятиях по биофизике, должны быть осознаны. Учитывая сложность изучаемого материала, а также некото-

рые психологические особенности студентов-первокурсников, преподаватели нашей кафедры при составлении рабочей тетради провели кропотливую работу по актуализации каждой темы дисциплины, выделению важнейших вопросов для рассмотрения их на практических занятиях, а также уделили особое внимание разработке заданий, которые бы способствовали наиболее эффективному изучению тем дисциплины.

Мы исходили из того, что мотивация на изучение того или иного вопроса является одной из самых важных составляющих успешного овладения знаниями. В рабочей тетради в краткой форме в начале рассмотрения каждой темы обязательно продемонстрировано их значение в фундаментальных науках и в рассмотрении последующих тем дисциплины и интегрированных с ней учебных курсов.

Создавая рабочую тетрадь, мы также учитывали, что обязательным этапом любого занятия является определение его целей, указаний конкретных понятий, знаний, умений и навыков, которыми должен овладеть студент после изучения материала. Цели каждого занятия в рабочей тетради конкретизированы и указаны вслед за актуализацией его темы. В соответствии с ними разработаны задания для студентов, которые они могут выполнить индивидуально дома и на практическом занятии, опираясь на знания, полученные на лекции и в ходе обсуждения теоретических вопросов на семинаре, а также используя учебную литературу по дисциплине. Решая поставленные в рабочей тетради задачи, студенты, применяют теоретические знания для решения практических вопросов.

Указанные задачи могут иметь разный уровень сложности. Так, мы учитывали, что изучение дисциплины невозможно без чёткого знания основных терминов, определений, единиц измерения физических величин, касающихся различных её тем. Поэтому в рабочей тетради в некотором количестве представлены простейшие вопросы, которые составлены фактически на основе школьного материала по физике и биологии, однако существенного для рассмотрения той или иной темы биофизики. Пример такого вопроса иллюстрирует табл. 1, включённого в практическую разработку занятия «Электрический ток в биологических тканях». Задача студента при этом – соотнести между собой физические величины, их определения и единицы измерения.

Успешное решение подобных теоретических вопросов и заданий, большая часть которых посещена новой дисциплине, способствует умению учащихся применять свои знания в задачах, которые требуют анализа, самостоятельного мышления. Реализуя проблемный подход в обучении студентов, мы акцентировали внимание на заданиях поискового и творческого характера. К ним относятся упражнения на классификацию явлений, сравнение, анализ существенных признаков, умение самостоя-

тельно делать выводы.

Таблица 1

Физическая величина	Определение	Единицы измерения
I. Сила тока	1. Направленное движение заряженных частиц	В. A/m^2
II. Электрический ток	2. Отношение силы тока в проводнике к площади его сечения	Б. А
III. Плотность тока	3. Силовая характеристика электрического поля	А. Ом
IV. Электрическое сопротивление	4. Суммарный заряд, который проходит через поперечное сечение проводника за единицу времени	Г. В/м
V. Напряжённость электрического поля	5. Свойство проводника, его способность препятствовать прохождению электрического тока.	Д. -

Так, изучая тему «Основы гемодинамики», студенты анализируют график изменения скорости течения крови по сосудам (рис. 1), отвечая на следующие вопросы:

1. В каких сосудах наблюдается наибольшая и наименьшая скорость кровотока?

2. Какой физический закон позволяет объяснить такие различия скоростей в сосудах?

3. Почему скорость кровотока в капиллярах намного меньше, чем в артериях? Имеет ли это какое-либо функциональное значение?

4. Почему скорость кровотока в венах больше, чем в капиллярах?

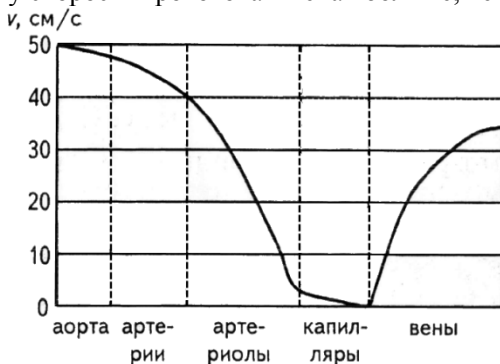


Рис. 1

Примером задания, имеющим более высокий уровень сложности,

чем предыдущее, может служить задача, используемая при изучении темы «Транспорт веществ в биологических мембранах». «В цитоплазму клетки ввели динитрофенол (ДНФ) – вещество, которое подавляет химические реакции, необходимые для синтеза АТФ (время действия ДНФ указано на графике стрелкой между двумя пунктирными линиями). Через некоторое время (обозначено стрелкой под осью абсцисс) туда же добавили АТФ. В течение эксперимента измеряли выход ионов натрия из клетки. На рис. 2 представлен график результатов этого эксперимента».

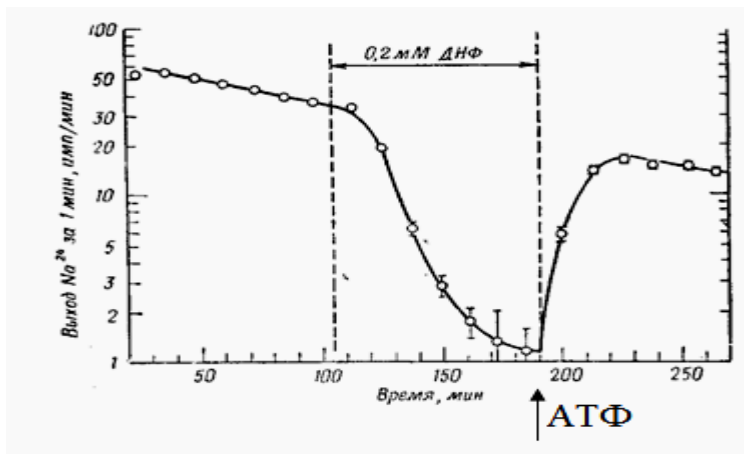


Рис. 2

Студентам предлагается ответить на такие вопросы:

1. Как изменился выход катионов натрия из клетки после добавления в среду ДНФ?
2. Чем объяснить это изменение?
3. Как и почему добавление АТФ повлияло на выход катионов натрия из клетки?

В заключении можно отметить, что выполнение заданий рабочих тетрадей создает прочную базу для усвоения основного материала дисциплины и является одним из наиболее результативных видов самостоятельной работы студента. Мы продолжаем совершенствовать рабочую тетрадь по биофизике. Преимущества применения данного вида учебной работы отмечены и преподавателями, и самими студентами. Среди очевидных достоинств использования рабочих тетрадей наиболее существенными, с нашей точки зрения, являются возможность с их помощью контролировать качество усвоения учебного материала, развивать мыслительную деятельность учащихся, корректировать её ошибки непо-

средственно в ходе выполнения заданий, повысить интерес студентов к дисциплине и стимулировать их самостоятельное познание.

Список использованных источников

1. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения / Н. Е. Эрганова. – М. : Академия, 2007. – 160 с.
2. Визначення та забезпечення цілей навчання у медичних вищих навчальних закладах відповідно до чинних державних стандартів та принципів Болонського процесу / В. М. Казаков, І. С. Вітенко, О. М. Талаєнко та ін. – Київ-Донецьк, 2007. – 100 с.
3. Долгова О. О. Рабочая тетрадь как средство развития познавательной активности и организации самостоятельной работы студентов / О. О. Долгова // СПО. – 2000. – № 12. – С. 14-15.
4. Пидкасистый П. И. Организация учебно-познавательной деятельности студентов / П. И. Пидкасистый. – М. : Педагогическое общество России, 2005. – 144 с.
5. Медицинская и биологическая физика / А. В. Чалый, Я. В. Цехмистер, Б. Т. Агапов и др. ; под ред. проф. А. В. Чалого. – Винница : Нова Книга, 2011. – 568 с.

SYSTEM OF EXERCISES AIMED TO INTENSIFY LEARNING PROCESS ON PHYSICS IN ENGLISH IN THE FRAMEWORK OF CREDIT-MODULE SYSTEM AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

N. L. Kozlova
Ukraine, Kyiv, National Aviation University
ni_ko@bigmir.net

Since the creation of the European Higher Education Area, which involves all countries engaged in the Bologna Process, new challenges appeared for European students who would like to actively use the preferences and privileges granted to them. One of them and, probably, the principal one consists in the possibility to change periodically higher educational establishments and study at different cities and countries without the necessity to prove level of knowledge and skills acquired at a previous higher educational institution. This is known as student's academic mobility, and is one of great achievements of a democratic society. Such mobility becomes possible due to implemented European Credit Transfer System (ECTS) which is based on the transparency of learning processes and learning outcomes assessment [1].

ECTS, in addition, encourages wider access to and participation in life-long learning, by making programmes more flexible and facilitating the recognition of prior achievements.

When learners obtain certain qualification or complete a programme or its components, their learning outcomes become verifiable statements of what they are expected to know, understand and be able to do. As such, the learning outcomes emphasize the link and relationship between teaching, learning and assessment of the results. However, speaking about student's mobility within the European Higher Education Area, we understand that a natural precondition exists to fully make use of this possibility: it is knowledge of language of the country a student chooses to continue education. Nowadays it is difficult to meet a student in any European country without good knowledge of two or even more foreign languages. Moreover, it is traditional for Europeans from former times to speak several languages, because the boundaries between the countries were merely conditional and circulation of population was always intensive enough.

Ukraine is one of the countries involved in the Bologna Process. Therefore, Ukrainian students theoretically have good prospects to freely choose an educational institution and receive higher education wherever they like. At the same time they face some specific problems. The fact that Ukraine is not a country-member of the European Union creates formal obstacles. Another

obstacle is, usually, a poor knowledge of foreign languages.

Another aspect of the actual necessity to know several European languages consists in advanced progress of science and technologies. To be in the course of the last scientific discoveries it is needed to access to and comprehend the European and American sources of information, which is impossible without good knowledge of English and other foreign languages.

In view of the aforesaid, the National Aviation University in Kyiv since 1999 implemented the Project of educational process in English. The students of different specialties from the first year of study learn the subjects included into their respective curricula in English. Students' choice to study in English-speaking groups is voluntary. They realize that their task is more difficult than that of students studying in Ukrainian groups, as they need to learn both subject and language, the scientific language, which is characterized by specific words, expressions, and phrase constructions.

During the passed years the teaching staff of the University was making a solid piece of work on writing, compiling, printing the teaching materials on different subjects for students. The Department of Theoretical and Applied Physics of the University published seven issues of lectures covering all the theoretical material of the subject [2]. (Here we give the reference to the issue No.1 «Mechanics» only, with the aim to make a list of quoted sources not too long.) Taking into account that the teaching materials must be adapted to the module-rating system worked out by the methodologists of the Department [3], the Logbook for laboratory works [4], and the manual «Physics for Engineering Students» adapted for the module-rating system and recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine for higher educational institutions (in four volumes) [5-8] were published. The latter is a multi-purpose manual, which includes theoretical core, theoretical material for self-learning, examples of problems and their solution, problems for self-learning, and the description of laboratory works. Therefore, we became sure that our students were fully equipped to successfully learn physics in English at the University.

Though the students who want to study in English-speaking groups pass special test aimed at determining the level of language knowledge, their general linguistic level is not high enough. Hence, their efforts in studying subjects in English must be considerable. However, it is needed to take into account a human factor: there are so many points of attraction for a young person in a big city that the time needed for careful reading the English study materials reduces. And, unfortunately, we notice that our students use Ukrainian books instead of reading their English versions. As a result, not all the students memorize the terminology and specific scientific expressions. Then a question arises: How can we, teachers, facilitate student's work with English printed materials and promote their progress in studying physics in English?

The aforesaid learning outcomes serve as the basis for choosing adequate learning activities for the students, and for a suitable estimation of the workload necessary to complete these activities, as well. Then the question of a reasonable choice of learning activities arises.

We realize that the workload estimation must not be based on the number of contact hours spent by the students on the activities guided by teachers. It embraces all the learning activities, including the time spent on self-learning, independent work, preparation for the assessment of learning outcomes. In other words, lectures and practical classes require the same number of contact hours for different students, but one student may require significantly greater workload than the other because of differing in amounts of self-learning hours needed for different students.

In view of the aforesaid we need to find the answer to the question of teacher's help for students in their self-learning activities. We are not foreign language teachers and we do not pretend to explain our students fine points of English language. However, our contribution into English study must not be depreciated; we can do a lot of things to help students to better learn the programme material in physics. With this purpose, in addition to all published materials we prepared for our students the English textbook on physics, which includes the special exercises both on the theoretical material and problems. The growing importance of lifelong learning, the increasing use of learning outcomes were taken into account at our work on the material included into the textbook. The textbook consists of four issues, the scope of each relating to the respective module of the module and rating system. Thus, the first issue includes the material on mechanics and molecular physics, the second issue relates to thermodynamics, electricity and magnetism, the third issue covers the material on oscillations, waves and wave optics, and the fourth issue is related to quantum and nuclear physics, solid state physics.

The exercises, which form a considerable part of the textbook, are focused on the material of the respective lectures on physics or practical classes. We can say that the textbook forms a part of the materials which all together form a learner-centered system. To get the idea about the textbook and its advantages we give some examples of the exercises which refer to the first part of physics, mechanics.

The material of the first lectures on mechanics includes a lot of terms whose good knowledge is indispensable for understanding further topics. The key words in kinematics are 'displacement', 'distance', 'speed', 'velocity', 'acceleration'. To better memorize the terms and definitions we propose the students to do the exercises whose examples are given below. The examples are numerated in this article, however, this numeration is inserted for convenience of reference only.

Exercise 1. Put in the words omitted in the following sentences; the sentences are all from the material of the first lecture in [5]:

1. If a body moves at constant speed, its motion is called
2. If a body moves at constant velocity, its motion is called
3. If a body moves along a straight line its motion is said to be ... *etc.*

The phrases given in this exercise help students to form the statements which are the definitions of different kinds of motion. To give the correct answer a student has to know the respective terminology and make certain logical conclusions.

Exercise 2. Pronunciation drill: check the pronunciation of the following words in the vocabulary. Use these words in sentences of your own:

1. scalar
2. component
3. arithmetic, *etc.*

The words included into this exercise belong to the class of words which have similar equivalents in Russian or Ukrainian languages, but either the stress or their pronunciation differs. Very often students pronounce these English words making typical mistakes, changing the position of the stress or following the Ukrainian pattern. The exercise is aimed to drawing student's attention to correct pronunciation of such words as a significant part of scientific language vocabulary.

Exercise 3. Use the following words in sentences of your own:

1. path
2. uniform motion
3. gravitational force, *etc.*

Such an exercise promotes students to recall the meaning of the given physical terms, think and compose a reasonable sentence based on a scientific ground.

Exercise 4. Join the following sentences by using: when, if, as or because. You may be able in do it in more than one way:

1. A mass point moves uniformly. Its speed is constant.
2. A trajectory of a mass point is a curve line. It is a curvilinear motion.
3. A speed of a mass point changes. The mass point moves with acceleration, *etc.*

Formation of conditional sentences is an important aspect of scientific language. A student needs to find a relationship between a result and the reasons which lead to such a result.

Exercise 5. Answer the following questions:

1. What are the physical and mathematical definitions of velocity?
2. Is acceleration a vector or scalar quantity?
3. What can you say about the velocity of a mass point moving along a

circular trajectory uniformly? *etc.*

While answering these questions a student must generalize students' knowledge of the studied material and compose the answer which would be correct and true.

Exercise 6. A statement that is not true is untrue or false. Say which of the following statements are true, and which are false:

1. If a mass point moves along a straight line, it is curvilinear motion.
2. In case of uniform circular motion, the velocity of a mass point changes.
3. Centripetal acceleration is caused by a change in the direction of the velocity vector. *etc.*

To give a correct answer a student must analyze the event described in the statement and come to a true conclusion.

Exercise 7. Write up the relative words to the following and compose sentences with them:

1. Acceleration.
2. Motion.
3. Line, *etc.*

This exercise allows students to broaden their vocabulary and actively apply new terms when composing sentences with them.

Exercise 8. Read the following mathematical formulae and memorize them:

$$1. v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

(Velocity at a particular instant is given by the limit of $\Delta S/\Delta t$ as Δt approaches zero)

$$2. v = \frac{dS}{dt}$$

(Speed is the first derivative of distance with respect to time. Speed equals dS by dt)

$$3. a \propto F$$

(The bigger the force, the bigger the acceleration. Acceleration is proportional to force), *etc.*

The exercise of this type is of great importance for students because it is one of very scarce sources of information of how we must read physical formulae in English.

The aforesaid examples compose a brief extract of the list of exercises proposed for students as the self-learning material. The practice proves that while doing these exercises the students better learn both English terminology and the material included into the physics syllabus, and students' knowledge of physics in English becomes more sound. It is the set of these exercises that

the teaching of scientific language is based on, and the copious exercises enable the teacher to test how far the topic has been understood by the students.

Hence, the principal peculiarity of these exercises is that they belong to the learner-centered form of educational process. The exercises are offered to assist learners, as well as academic staff in higher educational institutions.

Another form of self-learning work is a dictation. The material for dictations is based on the text of lectures delivered in the course of theoretical classes and presented in [5-8]. This material is intended to consolidate students' knowledge, systematize and broaden it. An example of such a dictation on the topic 'Forces' is given below.

«At first sight there seems to be a very big number of different forces, pushes and pulls, friction, attraction and repulsion, electrical and magnetic forces, but physicists believe that all the variety of different forces may be reduced to four fundamental forces.

The *gravitational force* is the weakest of them. This force acts between all particles in the Universe. The gravitational force accounts for planetary motion.

The *weak-interaction* is a force which is about 10^{26} times stronger than gravity. The weak-interaction is responsible for the certain aspects of radioactive decay.

The *electromagnetic interaction* exists between electrically charged particles; this interaction is some 10^{37} times stronger than gravity. This force accounts for the way in which the electrons are arranged in atoms, and as such it accounts for chemical and biological processes.

The *strong-interaction* is a force that holds the protons and neutrons together in the nucleus; it is some 10^{39} times stronger than gravity. The strong interaction accounts for the nuclear structure of an atom.

Physicists would like to unify all these forces into just one force, and find that all the interactions are just special cases of one fundamental interaction. There has been some success in unifying the weak and electromagnetic interaction; however much work is still to be done».

Special attention has been paid to the texts of dictations. On the one hand, they must be fresh and must include an important and interesting reading material; on the other hand, they continue the series of exercises as a kind of a «language drill» and help students in learning physics in English. The students do these dictation exercises being divided in small teams, one of them dictates the text, and the other (or the others) write down it. Then the students check the texts written down by their colleagues, their task consists in revealing all the errors which may appear. We must note that the students really like this work and do it with enthusiasm and even pleasure. This work results in good mastering the material.

Another form of the self-learning work is a dialogue. The dialogues are based on the theoretical material delivered at lectures, or on the solution of the problems related to this material. They are intended to facilitate the learning of the material in English. An example of such a dialogue aimed for better understanding of the concept of mass is given below.

Student A.: I want to understand what mass is. Some textbooks tell us that it is the ‘quantity of matter’ in a body.

Student B.: This is meaningless for two reasons. Firstly, the question as to what is meant by ‘matter’. Secondly, it gives no means of quantifying mass. In respect to the latter, if a physicist cannot measure something in the laboratory, then that something does not belong to physics.

A.: Mass is one of the fundamental properties of all matter and it measures a body’s inertia. But I do not understand quite well what body’s inertia is.

B.: Inertia is a body’s reluctance to change its state. Moving bodies want to keep movement in the same direction and at the same speed, while stationary bodies do not want to start moving. This property of bodies is called inertia.

A.: The more massive a body, the more reluctant it is to change its state.

B.: Hence, the definition of mass is as follows: Mass is the measure of body’s inertia.

A.: The mass we have just described is the inertial mass. But in fact there are two types of mass!

B.: Yes, there is the mass of a body that gives rise to the gravitational attraction between bodies. This is the gravitational mass of a body.

A.: From Galileo’s experiments we know that the acceleration of free fall is independent of the mass of a body. This suggests that gravitational mass and inertial mass are in fact equivalent.

B.: The equivalence of gravitational and inertial mass is one of cornerstones of Einstein’s theory of general relativity.

A.: The SI unit of mass is the kilogram and the standard is the mass of a platinum alloy cylinder kept in Paris at the International Bureau of Weights and Measures.

Students divided in small teams of two persons say dialogues, they really enjoy these tasks as in this way they get a good chance to actively practice their oral language in informal conditions. This kind of work is a component of learner-centered system of the learning process. Learning outcomes of those students who use the proposed exercises in their self-learning demonstrate better results in mastering both physics and English.

Such an informal kind of learning the material may be easily accounted for in the workload the students need to achieve expected learning outcomes. The workload estimation is regularly refined by a teacher through monitoring.

Learning outcomes describe what a learner is expected to know, understand and be able to do after successful completion of a learning process [1]. Students need to complete all learning activities (such as lectures, practical classes, laboratory work, self-study and examination) required to achieve the expected learning outcomes. The learner-centered system helps the academic staff to shift the emphasis in programme framework and delivery from traditional teacher-centered approaches to approaches that accommodate for learner's needs and expectations, facilitating learners in shaping their own learning pathways and helping them to build on their individual learning styles and experiences. It becomes even more important in view of the idea of life-long learning, and gives learners more choice in a content, mode, pace and place of learning. From this standpoint the proposed exercises are of considerable importance for engineering students who learn physics in English.

List of the quoted sources

1. ECTS User's Guide. – Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2009. – 64 p.

2. Kozlova N. Physics. Mechanics : Lectures / N. Kozlova. – Kyiv : NAU Publishing House, 2007. – 76 p.

3. Кузнєцова О. Я. Модульно-рейтингові технології в курсі фізики для інженерних спеціальностей : [монографія] / Кузнєцова О. Я. ; науковий редактор заслужений діяч науки і техніки України, д. ф.-м. н., проф. В. В. Куліш. – К. : НАУ-друк, 2009. – 304 с.

4. Physics for Engineering Specialities. Experimental Log-book on Physics for Students of Engineering Specialities / V. Kulish, N. Kozlova, H. Kuznetsova, G. Marinchenko. – Kyiv : National Aviation University Publishing House, 2007. – 76 p.

5. Physics for Engineering Specialities. Credit-module system. – Mod. 1. Mechanics. Molecular Physics : Teaching aid / V. Kulish, N. Kozlova, H. Kuznetsova, G. Marinchenko. – Kyiv : National Aviation University Publishing House, 2007. – 224 p.

6. Physics for Engineering Specialities. Credit-module system. – Mod. 2. Thermodynamics. Electromagnetism : Teaching aid / V. Kulish, N. Kozlova, H. Kuznetsova, G. Marinchenko. – Kyiv : National Aviation University Publishing House, 2009. – 184 p.

7. Physics for Engineering Specialities. Credit-module system. – Mod. 3. Oscillations and Wave Optics : Teaching aid / V. Kulish, N. Kozlova, H. Kuznetsova, G. Marinchenko. – Kyiv : NAU-druk, 2010. – 160 p.

8. Physics for Engineering Specialities. Credit-module system. – Mod. 4. Quantum and Atomic Physics : Teaching aid / V. Kulish, N. Kozlova, H. Kuznetsova, G. Marinchenko. – Kyiv : NAU-druk, 2010. – 208 p.

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА В СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

М. П. Коркина, С. Б. Григорьев, Е. М. Коптева
Украина, г. Днепропетровск, Днепропетровский национальный
университет имени Олеся Гончара
Kopteva-L@yandex.ru

1. Системы координат и системы отсчета

Понятия системы отсчета и системы координат различны.

«Понятие физической системы отсчета (лаборатории) не является равносильным, в общем случае, понятию системы координат, даже если не обращать внимания на все свойства лаборатории, кроме ее движения, как целого» (В. А. Фок)

Отличие и подобие этих понятий приобретает новое значение при использовании 4-мерных геометрических понятий. Определим:

– **положение**, как совокупность трех координат, например:

$$x = \{x_1, x_2, x_3\} = \{x, y, z\};$$

– **событие**, как совокупность 4-х координат вида:

$$x = \{x_0, x_1, x_2, x_3\} = \{ct, x, y, z\};$$

– **траекторию**, как линию, описываемую точкой в трехмерном пространстве;

– **мировую линию**, как линию, описывающую совокупность событий, соответствующих одному физическому телу.

Рассмотрим физическую интерпретацию понятий системы отсчета и системы координат. В частности такой важный вопрос, как установление соответствия между системой отсчета и совокупностью систем координат. При использовании 3-мерных обозначений было просто различить преобразования лишь координат – 3-мерные и связанные с движением, то есть сменой времени, закономерности перехода между системами отсчета. Использование 4-мерных обозначений усложняет ответ на этот вопрос.

Для 4-мерного плоского пространства-времени метрический интервал всегда можно записать в виде

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2. \quad (1)$$

В (1) выбраны инерциальная система отсчета и декартовы координаты. В инерциальной системе отсчета можно выбрать и недекартовы координаты. Например:

1) Переход к **цилиндрическим координатам** (ρ, φ, z) осуществляется с помощью замены:

$$x = \rho \cos \varphi; \quad y = \rho \sin \varphi; \quad z = z. \quad (2)$$

которой соответствует матрица преобразования:

$$a_{k'}^i = \frac{\partial x^i}{\partial x^{k'}} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\rho \cdot \sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \rho \cdot \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

и якобиан: $J = |a_{k'}^i| = \rho$.

Матрица преобразования $a_{k'}^i$ позволяет построить компоненты метрического тензора в новой системе координат:

$$g_{ik} = a_{i'}^n a_{k'}^n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \rho^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

поэтому

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dz^2 - d\rho^2 - \rho^2 d\varphi^2. \quad (4)$$

2) Переход к **сферическим координатам** (r, θ, φ) осуществляется с помощью замены:

$$x = r \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi; \quad y = r \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi; \quad z = r \cdot \cos \theta. \quad (5)$$

Соответствующая матрица преобразования:

$$a_{k'}^i = \frac{\partial x^i}{\partial x^{k'}} = \begin{pmatrix} \sin \theta \cdot \cos \varphi & r \cdot \cos \theta \cdot \cos \varphi & -r \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi \\ \sin \theta \cdot \sin \varphi & r \cdot \cos \theta \cdot \sin \varphi & r \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi \\ \cos \theta & -r \sin \theta & 0 \end{pmatrix}$$

и якобиан: $J = |a_{k'}^i| = r^2 \cdot \sin \theta$.

Компоненты метрического тензора:

$$g_{ik} = a_{i'}^n a_{k'}^n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & r^2 & 0 \\ 0 & 0 & r^2 \cdot \sin^2 \theta \end{pmatrix}, \quad (6)$$

и снова метрический интервал:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2). \quad (7)$$

Все перечисленные системы координат: (1), (4), (7) – относятся к одной системе отсчета, однако реализуют разные наборы троек чисел, нумерующих одни и те же точки пространства. Вид интервала изменяется, но система отсчета – нет.

Вообще существует 11 различных систем координат в трехмерном пространстве, используемых при решении задач классической физики, они приведены в [1, 614]. Заметим, что все перечисленные системы координат ортогональны. Поскольку в классической физике почти нет точных решений, полученных в неортогональных координатах, то здесь они не рассматриваются.

Иной подход имеем при **преобразованиях Лоренца** [2]:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (8)$$

Преобразования (8) не изменяют выражение для метрического интервала (1), который является инвариантом преобразований Лоренца, и в новых переменных имеем то же самое выражение:

$$ds^2 = c^2 dt'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2.$$

Это преобразование вовлекает в преобразование и временную переменную, а поэтому с физической точки зрения это есть переход к новой системе отсчета, а не координатные преобразования, связанные с простым изменением системы пространственных координат.

Таким образом, при переходе к другой инерциальной системе отсчета ясно, где переход в рамках одной и той же системы отсчета, а где одной системы отсчета к другой. Но для общего случая, в метрике (1) возможны любые преобразования координат. В таком случае, при произвольном преобразовании координат, примененному к (1), система отсчета может стать неинерциальной. Каким же образом определить, при каких преобразованиях мы переходим от одной системы координат к другой и остаемся в пределах той же системы отсчета, а когда преобразование переводит к другой системе отсчета?

Если задана некоторая система координат, то определив четыре произвольные (регулярные) функции, можно перейти к другой системе координат:

$$\begin{aligned} x'^0 &= x'^0(x^0, x^1, x^2, x^3); \\ x'^1 &= x'^1(x^0, x^1, x^2, x^3); \\ x'^2 &= x'^2(x^0, x^1, x^2, x^3); \\ x'^3 &= x'^3(x^0, x^1, x^2, x^3). \end{aligned}$$

Для плоского пространства-времени всегда существует такое преобразование координат, которое приводит метрический интервал к виду (1).

Для характеристики систем координат введем понятия линий времени и пространственных сечений:

– **линии времени** – это линии в 4-мерном пространстве-времени, вдоль которых изменяется только временная координата x^0 .

Уравнение линий времени

$$x^j = const;$$

– **пространственные сечения** – это гиперповерхности 4-мерного пространства-времени, на которых изменяются только пространственные координаты.

Уравнение пространственных сечений

$$x^0 = const.$$

Если частица покоится относительно данной системы отсчета, то ее мировая линия совпадает с линией времени системы. Например, в двухмерной системе с метрикой

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2$$

линии времени и пространственные сечения – ортогональные прямые (см. рис. 1).

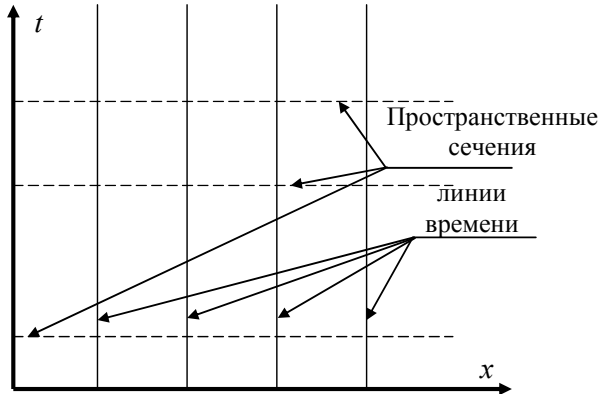


Рис. 1. Двухмерное изображение пространства-времени. Сплошными (вертикальными) прямыми показаны линии времени. Пунктирными (горизонтальными) прямыми – пространственные сечения

Если частица движется с постоянной скоростью, то ее мировая линия – наклонная прямая. Если частица движется с ускорением, то ее мировая линия – кривая. Именно линии времени описывают движение всей системы отсчета по отношению к другим системам отсчета.

На рис. 2 показаны:

– **Световой конус** – соответствует движению со скоростью света – c . Все другие мировые линии имеют, относительно оси времени, наклон меньший, чем световой конус;

– мировая линия частицы 1-2, движущейся с постоянной скоростью;

– кривая линия, соответствующая произвольному движению частицы;

– пунктирная вертикальная линия неподвижной частицы;

– пунктирная прямая 1-3, которая не может быть мировой линией частицы.

Рассмотрим частные случаи:

1) Пусть при преобразовании координат не задействована временная переменная, то есть 4-координатные преобразования имеют вид:

$$x'^0 = x'^0(x^0, x^1, x^2, x^3)$$

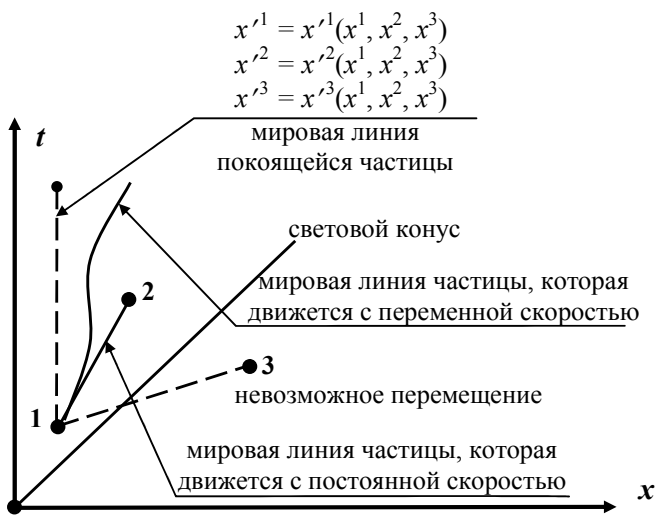


Рис. 2. Двухмерное изображение движения частиц в пространстве-времени

В этом случае, если $x^i = const$, то и $x'^i = const$, то есть если частица покоится в системе координат x^μ , то она покоится и в системе координат x'^μ . Следовательно, эти системы координат принадлежат к одной и той же системе отсчета. В преобразовании $x'^0 = x'^0(x^0, x^1, x^2, x^3)$ нет перехода к другой системе отсчета.

2) Если $x'^0 = x'^0(x^0)$, то пространственные сечения одной системы координат совпадают с пространственными сечениями другой системы. В данном преобразовании просто выбраны другие часы. Например, пружинные часы показывают время x^0 , а маятниковые зависят от точки на Земле, то есть $x'^0 = x'^0(x^0, x^1, x^2, x^3)$.

3) Преобразования

$$x'^i = x'^i(x^0, x^i)$$

изменяют линии времени системы. Они свидетельствуют о факте движения – переходе от одной системы отсчета к другой.

Следовательно, переход от одной системы отсчета к другой происходит тогда, когда хотя бы одна из пространственных координат зависит от времени.

Рассмотрим с этой точки зрения преобразования Лоренца. Преобразование

$$x' = \frac{x - v \cdot t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad t' = t$$

осуществляет переход к другой системе отсчета. Линии времени изменяются, пространственные сечения по другим координатам остаются без изменений. Система координат, принадлежащая этой новой системе отсчета, является неортогональной.

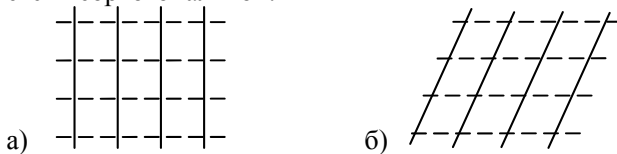


Рис. 3. Линии пространственного сечения и линии времени в системах: а) x, y, z, t ; б) x', y', z', t .

Преобразование

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

обновляет нарушенную ортогональность.

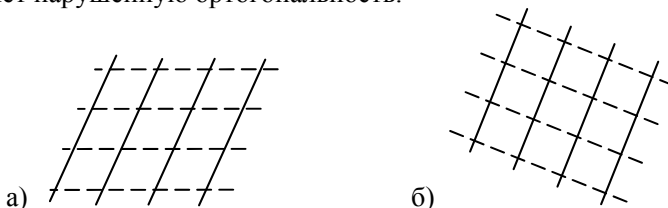


Рис. 4. Линии пространственного сечения и линии времени в системах: а) x', y', z', t ; б) x', y', z', t' .

2. Неинерциальные системы координат в специальной теории относительности

Система координат Меллера

При преобразовании

$$ct' = \left(x + \frac{c^2}{a}\right) \operatorname{sh} \frac{at}{c} - \frac{c^2}{a} + x' = \left(x + \frac{c^2}{a}\right) \operatorname{ch} \frac{at}{c}, \quad (9)$$

$$y' = y, \quad z' = z, \quad a = \operatorname{const}$$

инерциальная система координат

$$ds^2 = c^2 dt'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2$$

переходит в неинерциальную

$$ds^2 = c^2 \left(1 + \frac{ax}{c^2}\right)^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2.$$

Рассмотрим ее свойства.

Пусть $|x| \ll \frac{c^2}{a}$, $|at| \ll c$, то есть перейдем к ньютоновому пределу. Из (9) получим

$$t' = t, \quad x' = x + \frac{at^2}{2}, \quad (10)$$

В ньютоновом приближении (10) – это преобразование от инерциальной системы отсчета к равномерно ускоренной системе отсчета ньютоновой механики. То есть система координат Меллера – это аналог равномерно ускоренной системы координат ньютоновой механики. Найдем линии времени и пространственные сечения системы координат Меллера в инерциальной системе координат.

Уравнение линий времени

$$x = const, \quad y = const, \quad z = const.$$

Из (9) получим

$$c^2 t'^2 - \left(x + \frac{c^2}{a}\right)^2 = -\left(x + \frac{c^2}{a}\right)^2 = const,$$

то есть линии времени – кривые.

Пространственные сечения $t = const$ в неинерциальной системе координат – это гиперповерхности

$$\frac{ct'}{x' + \frac{c^2}{a}} = th \frac{at}{c} = const.$$

Линии времени (см. рис. 5) не ортогональны пространственным сечениям, потому что пространство с индефинитной метрикой мы стараемся изобразить в пространстве с дефинитной метрикой.

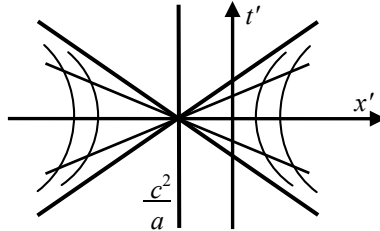


Рис. 5. Линии времени и пространственные сечения системы координат Меллера

Вращающаяся система координат

Начальную инерциальную систему координат запишем в таком виде (4):

$$ds^2 = c^2 dt'^2 - d\rho'^2 - dz'^2 - \rho'^2 d\varphi'^2$$

то есть в качестве пространственных координат выбраны цилиндриче-

ские координаты. Перейдем к новым координатам:

$$\rho = \rho', \quad z = z', \quad t = t', \quad \varphi' = \varphi + \omega t, \quad \text{де } \omega = \text{const}. \quad (11)$$

Получим

$$ds^2 = c^2 \left(1 - \frac{\rho^2 \omega^2}{c^2} \right) dt^2 - d\rho^2 - dz^2 - \rho^2 d\varphi^2 - 2\rho^2 \omega d\varphi dt. \quad (12)$$

Линии времени $x^i = \text{const}$, то есть $\rho = \text{const}$, $z = \text{const}$, $\varphi = \text{const}$.

В инерциальной системе координат линии времени вращающейся системы – это винтовые линии, уравнение которых

$$\rho' = \text{const}, \quad z' = \text{const}, \quad \varphi' - \omega t' = \text{const}.$$

Пространственные сечения $t = t' = \text{const}$. При наличии вращения пространственные сечения не ортогональны линиям времени.

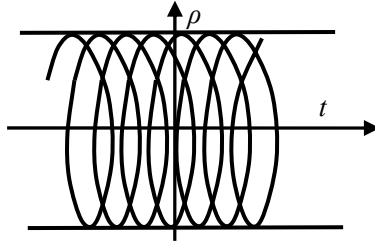


Рис. 6. Линии времени и пространственные сечения вращающейся системы

Система координат Милна-Робертсона

Запишем инерциальную систему координат в сферически симметричном виде (7):

$$ds^2 = c^2 dt'^2 - dr'^2 - r'^2 (d\theta'^2 + \sin^2 \theta' d\varphi'^2)$$

и применим такие преобразования координат:

$$t' = t \text{ch} \chi, \quad r' = r \text{sh} \chi, \quad \theta' = \theta, \quad \varphi' = \varphi, \quad (13)$$

то есть сохраним сферическую симметрию.

Преобразование (13) изменяет метрический интервал на

$$ds^2 = c^2 dt^2 - c^2 t^2 (d\chi^2 + \text{sh}^2 \chi d\sigma^2),$$

где

$$d\sigma^2 = d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2. \quad (14)$$

В начальной инерциальной системе отсчета линии времени в системе Милна-Робертсона – прямые, проходящие через начало координат.

$$\frac{r'}{ct'} = \text{th} \chi = \text{const} (< 1)$$

Уравнения пространственных сечений – гиперболы

$$c^2 t'^2 - r'^2 = c^2 t^2 = \text{const} \rightarrow 0.$$

Из (13) следует, что система координат Милна-Робертсона деформируется однородным и изотропным образом, то есть деформация про-

исходит так, что расстояние между всеми фиксированными точками увеличивается пропорционально времени. Отметим, что четырехмерное пространство-время является плоским, однако, трехмерное пространство, то есть

$$dl^2 = d\chi^2 + sh^2\chi d\sigma^2$$

искривлено, это пространство Лобачевского.

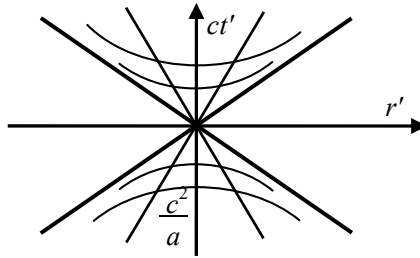


Рис. 7. Система координат Милна-Робертсона

Для систем отсчета существует три простых типа движения: поступательное, вращательное и деформация. Каждый тип и был рассмотрен выше.

3. Обоснование искривленности пространства-времени

Мировая линия свободной частицы прямая. Скорость определяет угол между мировой линией частицы и линией времени. Бесконечно малый угол имеет величину и направление. Если скорость изменяется по направлению, то углы лежат в разных плоскостях, а если только по величине – в одной плоскости. Если система неинерциальна, то мировая линия частицы (пряма линия) пересекает линии времени под разными углами. Это означает, что линии времени или кривые, или прямые, но не параллельные. В системе координат Робертсона-Милна линии времени – это не параллельные прямые, а пучок прямых. В системе координат Меллера и во вращательной системе координат линии времени – кривые: в системе координат Меллера – это параболы, а во вращательной системе координат – это винтовые линии. Если система координат деформируется, то линии времени прямые, но не параллельные. Если система координат движется с ускорением, то линии времени – кривые.

Равномерно ускоренная система отсчета не только механически, но и физически эквивалентна однородному гравитационному полю. Значит, в системе отсчета, что лежит в однородном гравитационном поле, линии времени – кривые и силы тяжести можно рассматривать как проявление этой кривизны. В однородном гравитационном поле всегда можно выбрать такую систему отсчета, в которой не действуют силы

инерции и силы гравитации. Линии времени такой системы – прямые, пространственные сечения – гиперплоскости.

Следовательно, в области, где действует однородное гравитационное поле, всегда существует система отсчета, где линии времени прямые, пространственные сечения – гиперплоскости, то есть метрика лоренцева.

Любое гравитационное поле в достаточно малой окрестности можно рассматривать как однородное. Значит, можно в каждой такой окрестности ввести лоренцеву метрику, однако, все эти метрики будут разными и линии времени будут кривыми. То есть, если гравитационное поле неоднородное, то не существует системы отсчета в которой во всех точках не действуют силы инерции и гравитации. Свободное падение возможно только в бесконечно малой области пространства-времени.

В области пространства-времени с неоднородным гравитационным полем метрика пространства-времени не может быть везде лоренцевой, а потому не может быть покрыта одной некриволинейной системой координат.

Источник сил притяжения – криволинейный характер пространства-времени. Наипростейшее обобщение метрики Лоренца – метрика Римана. Таким образом, при наличии гравитационного поля метрика пространства-времени должна быть хотя бы римановой.

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu.$$

На основе современных научных данных можно определить **положения, отображающие свойства нашего мира:**

- геометрия пространства-времени везде локально лоренцева;
- геометрия пространства-времени везде локально эвклидова.

Поскольку локально метрика пространства-времени – лоренцева, то метрика пространства-времени должна быть псевдоримановой, то есть определитель $g = |g_{\mu\nu}| < 0$, как и для лоренцевой метрики.

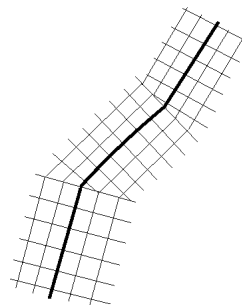


Рис. 9. Покрытие мировой линии локально лоренцевыми системами координат

Список использованных источников

1. Морс Ф. М. Методы теоретической физики. Т. 1 / Ф. М. Морс, Г. Фешбах. – М. : ИЛ, 1958. – 931 с.
2. Ландау Л. Д. Теоретическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Т. 2. Теория поля. – Издание 8-е, стереотипное. – М. : Физматлит, 2012. – 536 с.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРФЕРОМЕТРІВ ПРИ ВИКОНАННІ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

О. С. Кузьменко

Україна, м. Кіровоград, Кіровоградська льотна академія
Національного авіаційного університету
Kuzimenko12@gmail.com

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку фізичної освіти, стрімкого науково-технічного розвитку зростає роль експерименту у навчанні фізики. Система демонстраційних, фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму та експериментальних задач сприяє глибшому й всебічному засвоєнню програмного матеріалу, допомагає студентам ознайомитись з принципами вимірювання, оволодіння способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок.

Навчальний експеримент – це відтворення за допомогою спеціальних приладів фізичного явища на заняттях з фізики в умовах найбільш зручних для його вивчення.

Одним із ефективних напрямків, який уможливорює розв'язати зазначені проблеми, є широке запровадження в навчально-виховному процесі новітніх технологій та сучасних засобів їх реалізації.

Необхідність втілення сучасного обладнання та інноваційних технологій у навчанні фізики та розробка засобів їхньої реалізації впливає з того, що понад двадцять років постачання будь-яких засобів навчання (ЗН) взагалі припинилося, бо в Україні відсутня промисловість з виготовлення навчального обладнання.

Аналіз досліджень і публікацій. Становлення фізичного експерименту (ФЕ) в Україні тісно пов'язане з іменами А. К. Бабенка, М. М. Бартновського, О. І. Бугайова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, С. У. Гончаренка, Є. В. Коршака, Б. Ю. Миргородського, І. В. Попова, Н. М. Розенберга, М. І. Садового, С. П. Слесаревського, Р. К. Шабалія, М. С. Шульги, В. А. Франковського та ін.

Мета статті є з'ясування організації і проведення дослідів з оптики під час використання сучасних засобів навчання з фізики, що активізують пізнавально-пошукову діяльність студентів.

Виклад основного матеріалу. Одними з найбільш розповсюджених дзеркальних інтерференційних систем є багатопроменеві інтерферометри виду Фабрі-Перо, засновані на інтерференційних явищах в пластинках, покритих дзеркальним відбиваючим покриттям.

Відомо, що утворення інтерференційних променів може відбуватися двома способами. При першому способі фронт падаючої на інтерферо-

метр хвилі розбивається за допомогою спеціального пристрою на ряд вузьких фронтів, що потім інтерферують між собою, утворюючи картину. Найбільш розповсюдженими прикладами інтерферометрів, заснованих на розподілі фронту світлової хвилі, є дифракційні ґратки й інтерферометр Релея.

Останнім часом широкого застосування знаходить інтерферометр із дифракційними ґратками, що раніше використовували в основному для випромінювання якості фотографічних об'єктів. В даний час цей прилад інтенсивно використовують для досліджень аеродинамічних неоднорідностей (газових потоків, що обтікають моделі різних форм); голографії (при вивченні якості різних оптичних деталей), вимірюванні кутових і лінійних зміщень, дослідженні явищ у полум'ї, біологічних і кристалографічних процесів та ін.

Значне розширення області застосування інтерферометрів з дифракційними ґратками відзначається тим, що використання дифракційних ґраток є зручним способом створення когерентних пучків світла. Зміна форм штриха, прозорості проміжків між штрихами або співвідношення між шириною штриха і проміжку між штрихами дозволяє одержувати світлові пучки з необхідним співвідношенням величин їхньої інтенсивності.

Другою позитивною якістю інтерферометрів даного типу є те, що при використанні ґраток з натягнутих ниток або відбивних ґраток інтерферометричні дослідження можна проводити в ультрафіолетовому, інфрачервоному діапазонах електромагнітних коливань. Ця особливість інтерферометрів з дифракційними ґратками є важливою, тому що дозволяє застосовувати їх для об'єктів нових класів, що мають велике практичне значення, наприклад, лазерних систем на вуглекислому газі, що дають випромінювання з довжиною хвилі 10,6 мкм.

Істотну роль у розвиток методів дифракційної інтерферометрії зіграли радянські фізики. Р. Краусхар запропонував одну з різновидів інтерферометра з дифракційними ґратками великої частоти (100 штрихів на 1 мм) з використанням ґраток в освітлювальній частині розщеплення пучка світла. Він розглянув двопроменеву схему з інтерференцією +1 та -1 дифракційних порядків.

М. Харісон запропонував спосіб контролю ґраток за допомогою інтерферометра Майкельсона. Питаннями застосування інтерферометра Майкельсона із заміною дзеркала ґратками для перевірки якості її виготовлення займалися також Х. В. Бабкок і Х. Р. Бабкок, В. Р. Хорсфільд, Д. Стронг, Г. В. Рядків, Н. Стурґіс, Д. А. Девіс, Ф. М. Герасімов.

Через деякий час були розроблені схеми застосування ґраток в інтерферометрах інших типів: Фабрі-Перо, Цендера-Маха (замінивши

дзеркала чотирма ґратками), Табольта та ін. Детально теорія інтерферометрів з дифракційними ґратками описана в підручнику Л. О. Васильєва та І. В. Єршова.

При використанні **способу розподілу амплітуди**, падаючий пучок розщеплюється таким чином, що амплітуди хвиль, які утворюються, складають частину амплітуди падаючої хвилі. До інтерферометрів з розподілом амплітуди відносяться схеми Майкельсона, Жамена, Маха-Цендера та ін. В зазначених видах інтерферометрів найбільшого поширення дістали дзеркальні пластинки, як пристрої для розщеплення амплітуди падаючої хвилі.

Еталон Фабрі-Перо, як інтерференційний пристрій відноситься до групи інтерферометрів, що працюють за другим способом. Його характерні риси полягають у наступному: 1) інтерферометр є багатопроменивим і дзеркальним, інтерференційна картина являє собою результат додавання великого числа когерентних хвиль; 2) інтерференційна картина утворюється багаторазовим розподілом амплітуди падаючого на інтерферометр хвильового фронту, при цьому ширина результуючого фронту всіх інтерферуючих променів не набагато більше ширини падаючого хвильового фронту на відміну від багатопроменивих інтерферометрів інших типів, наприклад пластинки Льюмера-Герке; 3) в інтерферометрі вхід світла близький до напрямку нормалі до поверхні дзеркальних пластин; 4) через інтерферометр практично проходить світло при кутах падіння (кутах спостереження), що задовольняють умову максимуму інтерференційної смуги.

Відзначимо відмінність багатопроменевої інтерференційної картини від двопроменевої, що є основним чинником використання багатопроменивих інтерферометрів для реєстрації малих фазових варіацій фронту хвилі, яка проходить через інтерферометр.

Багатопроменеві інтерференційні смуги, створювані плоскопаралельною пластинкою при нормальному освітленні, використовуються в інтерферометрі Фабрі-Перо (рис. 1).

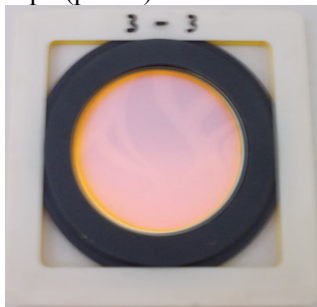


Рис. 1

Основними частинами його є дві скляні або кварцові пластини із плоскими поверхнями. Внутрішні поверхні пластин, покриті частково прозорими плівками з високою відбивною здатністю. Пластини роблять клиноподібними, щоб усунути шкідливий вплив світла, відбитого зовнішніми непокритими поверхнями. У перших зразках приладу одна пластина була нерухома, а інша встановлювалася на салазках, що дозволяло переміщати її за допомогою гвинта у відповідності до першої. Однак внаслідок ненадійності механічної конструкції такі системи вийшли з вжитку. В даний час пластини розділяють нерухомим кільцем з інвару або кварцу з трьома виступами на торцях, до яких пластини притискаються пружинами. Кільця оброблені з великою точністю, так що положення площин, задане виступами, максимально близько до рівнобіжного, а тонке регулювання здійснюється зміною натиску пружин. Інтерферометр такого типу з фіксованою відстанню між пластинами іноді називають **еталоном Фабрі-Перо**.

Інтерферометр Фабрі-Перо можна використовувати в спектроскопії в комбінації з фотоелектричним детектором. Світло досліджуваної спектральної лінії, виділеної попередньо монохроматором, направляється в інтерферометр. Інтерференційна картина, що виходить, проектується на кільцеподібний отвір, концентричний кільцям картини. Цей отвір пропускає світло від невеликої частини порядку (кільця) на фотоелемент. Змінюючи оптичну відстань між пластинами, можна збільшувати або зменшувати величину кільць на отворі й у такий спосіб досліджувати структуру інтерференційної картини. Такий пристрій має важливе практичне значення тому, що інтерферометр Фабрі-Перо, як показав Жакіно, пропускає більший світловий потік, ніж призмовий або дифракційний монохроматор з тією ж силою.

Наведемо приклади демонстраційних дослідів на основі інтерферометра Фабрі-Перо.

Дослід 1. Спостереження багатопроменевої інтерференції при використанні інтерферометра Фабрі-Перо

Обладнання: джерело світла (лазер), інтерферометр Фабрі-Перо, екран.

Встановлюють в паралельний лазерний пучок інтерферометр Фабрі-Перо. На екранах, встановлених у відбитому і проходящому пучках світла, спостерігають картину кільцеподібних концентричних інтерференційних смуг. У відмінність того, що спостерігалось раніше на плоскопаралельній пластинці (ППП), кільцеподібні смуги (максимуми і мінімуми) мають різну ширину. У відбитому світлі кільця з мінімальною освітленістю значно ширше (у кілька разів) кільць, що відносяться до максимумів і, навпаки, проходящому світлі (рис. 2).



Рис. 2

На плоскопараллельній пластинці інтерференційна картина в проходящому світлі не була видна зовсім. Справа в тім, що на ППП спостерігається двопробенева інтерференція: дві світлових хвилі, відбиті паралельними сторонами скрізь в області, де вони перетиналися, давали інтерференційну картину. Амплітуди обох фронтів приблизно рівні, а інтенсивність кожного відбитого пучка складає 4-5 % від інтенсивності падаючої хвилі. Тому в проходящому світлі, на тлі 95-96 % інтенсивності, що пройшла крізь пластинку, інтерференційна картина і не спостерігається.

На інтерферометрі Фабрі має місце багатопробенева інтерференція. Підкладкою інтерферометра Фабрі-Перо є плоскопаралельна пластинка (ППП) з поверхнями високої якості і мінімальної клиновидності (не більш 5 кут. секунд).

На обох сторонах підкладки ППП нанесене світлоподільне інтерференційне покриття: дзеркало з відображенням 96 %. Світлові промені, потрапляючи всередину плоскопаралельної пластинки (4 %), випробують багаторазове відображення на її поверхнях всередині пластинки, тобто в склі.

При цьому по обидві сторони підкладки назовні виходять численні промені, ослаблені за інтенсивністю і зміщені за фазою. Різниця фаз визначається довжиною оптичного шляху, пройденого всередині скла.

Результатом багатопроменевої інтерференції є багаторазове посилення інтенсивності в максимумах і значне звуження їхньої ширини.

Дослід 2. Модель інтерферометра Фабрі-Перро

Обладнання: два напівпрозорі дзеркала, набір смужок паперу різної товщини, дві смужки скла шириною 1-2 см, 4 прищіпки для білизни, джерело світла.

Два напівпосріблені дзеркала складаємо посрібленими частинами до середини. Між ними по краях розміщуємо смужки скла шириною 1-2 см. Таким способом досягаємо паралельності дзеркал. Дзеркала стискаємо прищіпками.

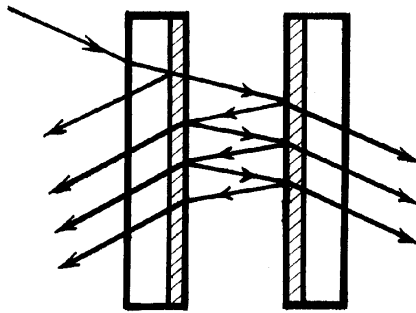


Рис. 3

Висновки. Застосування сучасного нового обладнання у навчанні – одна з найбільш важливих і стійких тенденцій розвитку освітнього процесу. Завдяки новому обладнанню на якісному вищому рівні реалізується принцип наочності навчання, який спирається на діалектико-матеріалістичну теорію пізнання, суть якої полягає у сходженні до абстрактного мислення, а від нього до практики. Головним питанням сьогодення в системі нової освіти є опанування студентами вмій і навичок саморозвитку особистості, що значною мірою досягається шляхом впровадження нового обладнання, організації процесу навчання. Нові форми розвитку вимагають нових правил і нових шляхів досягнення результатів. Така позиція вимагає від сучасної освіти реформаційних кроків щодо оновлення її змісту та застосування нових педагогічних підходів, впровадження нових технологій, що модернізують навчальний процес.

О ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ MARLE В НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И ДИФРАКЦИИ СВЕТА

В. А. Летьяго

Украина, г. Харьков, Харьковский национальный университет
имени В. Н. Каразина

Многие задачи интерференции и дифракции света позволяют получить их точное решение. К ним можно отнести, например, некоторые случаи многолучевой интерференции света, дифракцию Фраунгофера на бесконечной прямолинейной щели и дифракционной решетке. Эти задачи также рассматриваются и в курсе общей физики (например, [1; 2]). Хорошо известно, что иллюстрирование аналитических выражений с помощью графиков, делает процесс рассмотрения указанных задач более наглядным и способствует более глубокому пониманию их студентами. С этой точки зрения огромный интерес представляет система Marle. Она обладает значительными возможностями по представлению аналитических зависимостей в графическом виде. Поэтому целью настоящей научно-методической работы является предложить один из возможных путей графического иллюстрирования, а точнее изучения, закономерностей многолучевой интерференции света, дифракции Фраунгофера на бесконечной прямолинейной щели и дифракционной решетке с помощью системы Marle.

Начнем, например, с дифракции Фраунгофера на бесконечной прямолинейной щели. Будем предполагать, что свет падает на щель нормально. Согласно, например, [1; 2] в этом случае интенсивность I дифрагированного света описывается выражением

$$I = I_0 \frac{\sin^2(\pi b \sin \theta / \lambda)}{(\pi b \sin \theta / \lambda)^2} . \quad (1)$$

Здесь θ – угол между нормалью к щели и заданным направлением; I_0 – интенсивность света, создаваемая щелью в направлении $\theta=0$; b – ширина щели; λ – длина волны света.

Прежде чем применить систему Marle к формуле (1), ее можно переписать в виде

$$y = \frac{\sin^2\left(\frac{kbx}{2}\right)}{\left(\frac{kbx}{2}\right)^2} , \quad (2)$$

где $y=I/I_0$, $k=2\pi/\lambda$, $x=\sin \theta$.

Например, в Maple 8 формула (2) может быть записана следующим образом:

$$y = (\sin(k \cdot b \cdot x / 2))^2 / (k \cdot b \cdot x / 2)^2; \quad (3)$$

Предположим теперь, что $\lambda = 0,628$ мкм, тогда $k = 10000$ мм⁻¹. С помощью Maple построим графики, которые соответствуют ширине щели $b = 0,005$ мм и $b = 0,002$ мм, составив для этого следующую элементарную программу:

```
>plot([(sin(50*x))^2/(50*x)^2, (sin(20*x))^2/(20*x)^2], x=-0.3...0.3,
      y = 0...1, color=black,style=[line,point]);
```

Они представлены на рис. 1.

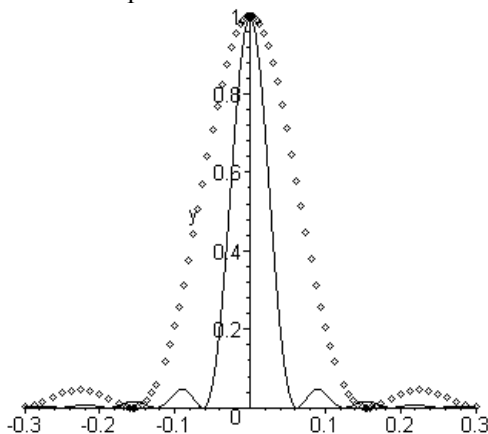


Рис. 1

На этом рисунке сплошной линии соответствует ширина щели $b = 0,005$ мм, а для графика, представленного точками, $b = 0,002$ мм. Конечно, оба графика можно построить и вручную на миллиметровой бумаге. Однако с применением системы Maple это выполняется гораздо легче и быстрее. Кроме того, с помощью Maple легко описывать графически дифракцию Фраунгофера на бесконечной прямолинейной щели при различных b и λ . Это, по сути дела, дает возможность, применяя Maple, выполнить анализ выражения (1). Во-первых, студент может сразу заметить, что зависимость $I = I_0(\sin \theta)$ образуется из дифракционных максимумов и минимумов. Ее минимальное значение $I_{\min} = 0$. Кроме того, с уменьшением величины b ширина максимумов увеличивается. Видно, что при $x = 0$ дифракционный максимум имеет наибольшую величину. В оптике его называют центральным. По рисунку легко оценить, что ближайшие к центральному максимуму пики по высоте приблизительно в 20 раз меньше его. Что касается остальных максимумов, то они еще меньше. Однако с помощью системы Maple легко точнее установить соот-

ношение между величинами дифракционных максимумов. Для этого, например, в случае $b=0,005$ мм перестроим график по программе

```
>plot((sin(50*x))^2/(50*x)^2, x=-0.3..0.3,y=0..0.06,color=black); .
```

Из нее видно, что уменьшена область значений y . Это позволяет на рисунке увеличить другие дифракционные максимумы. Конечно, при этом на графике часть центрального максимума не отображается (рис. 2).

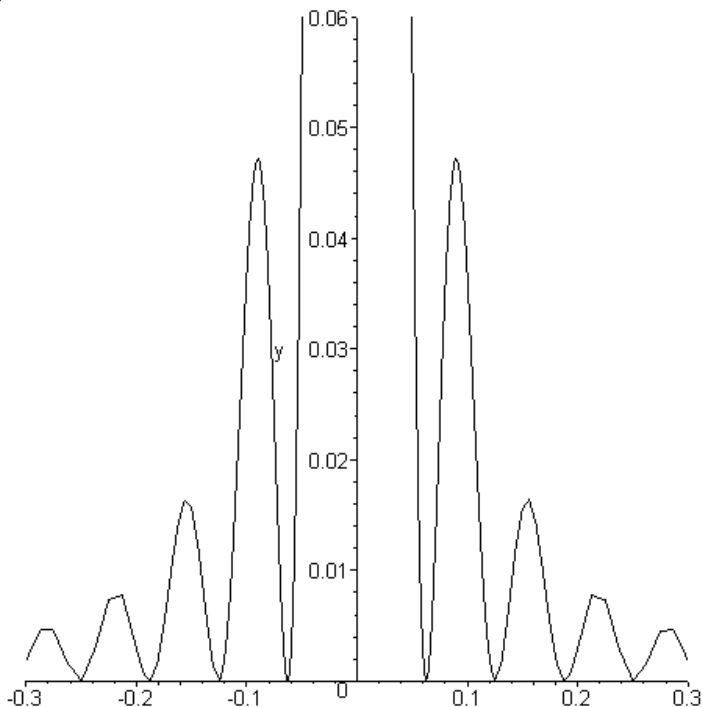


Рис. 2

Если, например, правее центрального максимума взять три следующих, то для их величин из рисунка легко с хорошей точностью установить пропорцию $1 : 0,047 : 0,016 : 0,0082$. Здесь за 1 принята величина центрального максимума. Указанная пропорция позволяет утверждать, что большая часть энергии света, дифрагированного на щели, приходится на центральный максимум.

Чтобы повысить точность определения высоты третьего максимума, его можно перестроить по программе

```
>plot((sin(50*x))^2/(50*x)^2, x = 0.16..0.26, y = 0..0.01, color=black);
```

В результате получим следующий график (рис. 3)

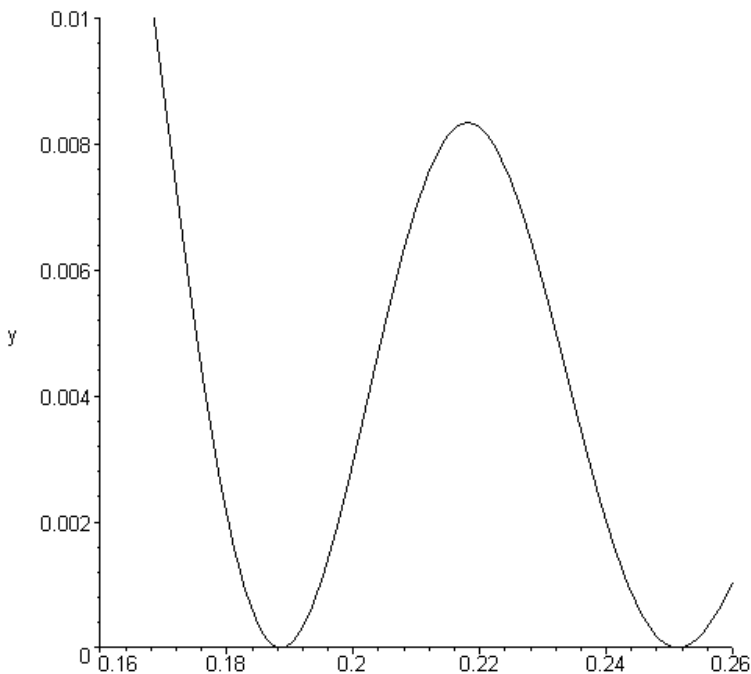


Рис. 3

Остановимся теперь на многолучевой интерференции. Совместим это с рассмотрением дифракции света на дифракционной решетке. Это оправдано тем, что при падении света на решетку, каждая ее щель становится вторичным источником света. Если дифракционная решетка имеет N щелей, то число указанных источников также N . Все они являются когерентными, то есть дифракция света на решетке сводится к многолучевой интерференции. Будем считать, что свет падает на решетку нормально.

Из него устанавливаем, что высота рассматриваемого максимума приблизительно равна 0,0082.

Известно, что в этом случае интенсивность света I дифрагированного на решетке в зависимости от угла дифракции θ , описывается формулой (например, [1])

$$I = I_0 \frac{\sin^2(\pi b \sin \theta / \lambda)}{(\pi b \sin \theta / \lambda)^2} \frac{\sin^2(N \pi d \sin \theta / \lambda)}{\sin^2(\pi d \sin \theta / \lambda)}. \quad (4)$$

Здесь I_0 – интенсивность света, создаваемая одной щелью в направлении $\theta = 0$; b – ширина щели; d – период решетки; λ – длина волны света; N – общее количество штрихов (щелей). При этом также предполага-

ется, что монохроматический свет на дифракционную решетку падает нормально.

В выражении (4) множитель

$$I_1 = I_0 \frac{\sin^2(\pi b \sin \theta / \lambda)}{(\pi b \sin \theta / \lambda)^2} \quad (5)$$

описывает дифракцию света на отдельной щели, так как соотношения

(1) и (5) совпадают. Величина $\frac{\sin^2(N\pi d \sin \theta / \lambda)}{\sin^2(\pi d \sin \theta / \lambda)}$ в равенстве (4) обусловлена

интерференцией когерентных световых пучков, которые излучаются щелями решетки в результате дифракции света на них. Если предположить, что величина b бесконечно мала, то есть $b \rightarrow 0$, то выражение (4) примет вид

$$I = I_0 \frac{\sin^2(N\pi d \sin \theta / \lambda)}{\sin^2(\pi d \sin \theta / \lambda)}. \quad (6)$$

Таким образом, видно, что для описания дифракции света на решетке, необходимо учитывать особенности многолучевой интерференции и дифракции Фраунгофера на прямолинейной щели.

Конечно, в арсенале математического анализа есть стандартные приемы, которые позволяют выполнить исследования выражений (4) и (6) (например, [1; 2]). Также их можно представить и в графическом виде при различных значениях λ , b , d , N . С этой целью применение системы Maple, вероятно, будет достаточно эффективным.

Остановимся вначале на выражении (6). Будем считать, что $k=2\pi/\lambda=10000 \text{ мм}^{-1}$, а $d=0,02 \text{ мм}$. Именно с таким периодом d дифракционную решетку используют студенты физического и радиофизического факультетов Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина на физическом практикуме по оптике при выполнении лабораторной работы «Изучение явления дифракции света (дифракционная решетка)».

Из теоретического анализа (6) известно, что зависимость I от $\sin \theta$ имеет главные и побочные максимумы. При этом величина главных максимумов $I_{\max} \sim N^2$. С учетом этого соображения равенству (6) придадим следующий вид

$$y = \frac{\sin^2(Nkxd / 2)}{N^2 \sin^2(kxd / 2)}. \quad (7)$$

Здесь $x=\sin \theta$, $k=2\pi/\lambda$, $y=I/(I_0 N^2)$.

Например, в Maple 8 формула (7) может быть записана так

$$\gt;y=(\sin(N*k*d*x/2))^2/(N^2*(\sin(k*d*x/2))^2); \quad (8)$$

Теперь предположим, что N , например, равно 5. Тогда на основании (8), составив элементарную программу, получим рис. 4.

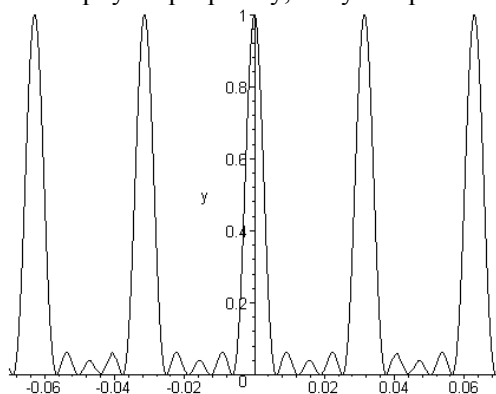


Рис. 4

Конечно, дифракционная решетка, которой пользуются студенты на физическом практикуме по оптике, имеет число штрихов $N=500$, а мы здесь рассматриваем $N=5$. Однако формула (3) выполняется при любом N . Уже указывалось на то, что высота главных максимумов $I_{\max} \sim N^2$. В связи с этим в равенство (7) был введен множитель $1/N^2$. После этого значение y_{\max} , соответствующее главному максимуму, всегда должно быть равным 1. Как мы видим, рис. 2 это подтверждает. Кроме того, анализ (3) показывает, что между главными соседними максимумами должно быть $N-1$ минимумов и $N-2$ побочных максимумов. Если $N=5$, то $N-1 = 4$, $N-2 = 3$. На рис. 2 мы видим, что между главными соседними максимумами имеется 4 минимума и 3 побочных максимума.

Чтобы понять, почему компьютерное моделирование было начато с малых N , остановимся на случае с $N=20$, предварительно в программе

```
>plot((sin(2000*x))^2/(400*(sin(100*x))^2), x=-0.04..0.04,y=0..1,
      color= black);
```

уменьшив область значений x . В результате этого получим рис. 5.

Сравнивая рисунки 4 и 5, нетрудно заметить, что положения главных максимумов на них совпадают. При $N=20$ между главными соседними максимумами должно быть 19 минимумов и 18 побочных максимумов. Многие из побочных максимумов оказываются настолько малы, что при больших N и заданных области изменения величин x и y разрешающей способности системы Maple не хватает, чтобы на графике отразить мелкие детали. Об этом рис. 5 говорит красноречиво. Между главными соседними максимумами мы не видим 18 побочных максимумов.

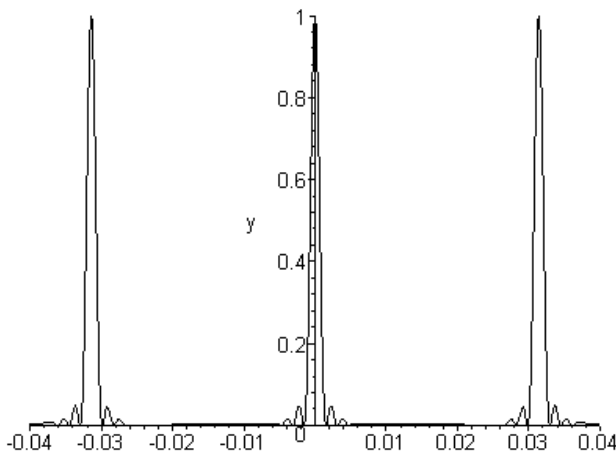


Рис. 5

Из формулы (7), а также из нашего компьютерного моделирования следует (рис. 4 и рис. 5), что все главные максимумы являются одинаковыми. Поэтому можно, сузив область значений x , с помощью программы

```
>plot((sin(50000*x))^2/(250000*(sin(100*x))^2),x=- 0.0005..0.0005,
      y=0..1, color=black);
```

на графике отразить только один из главных максимумов (рис. 6).

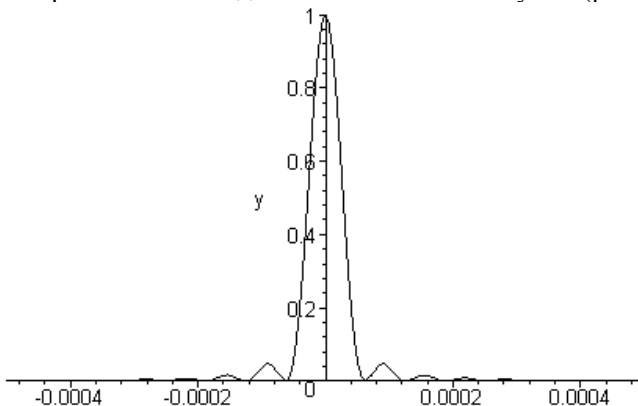


Рис. 6

В случае многолучевой интерференции света, которая описывается формулой (6), все главные максимумы действительно являются одинаковыми. Однако, более полное описание дифракции света на дифракционной решетке дает формула (4). Она одновременно учитывает, как уже отмечалось, дифракцию Фраунгофера на прямолинейной щели (1) и

многолучевую интерференцию (6).

Как и в предыдущих случаях, равенству (4) придадим вид

$$y = \frac{\sin^2(kbx / 2) \sin^2(Nkxd / 2)}{N^2 (kbx / 2)^2 \sin^2(kxd / 2)}. \quad (9)$$

В системе Maple ему будет соответствовать запись

`>y=(sin(k*b*x/2))^2*(sin(k*N*d*x/2))^2/((k*b*x/2)^2*(sin(k*d*x/2))^2);` (10)

Если в (9) и (10) положить $N=5$, $k=10000 \text{ мм}^{-1}$, $d=0,02 \text{ мм}$, $b=0,002 \text{ мм}$, то с помощью программы

`>plot((sin(20*x))^2*(sin(500*x))^2/(25*((20*x)^2)*((sin(100*x))^2)),
x=-0.1..0.1,y=0..1,color=black);`

получим график (рис. 7).

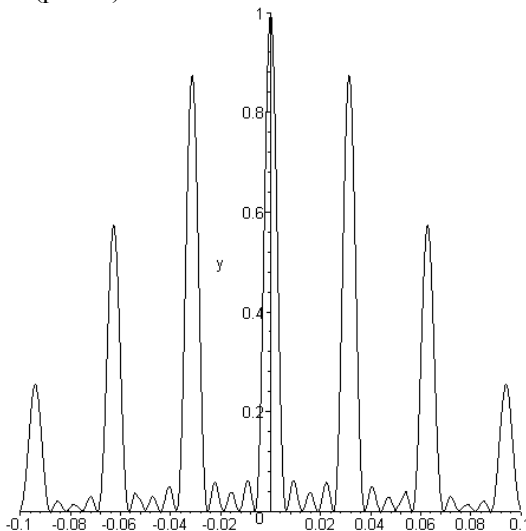


Рис. 7

Из рис. 7 видно, что из-за дифракции света на отдельной щели высота главных максимумов изменяется с ростом их порядка.

В сборнике задач [3] предлагается к рассмотрению задача, в которой необходимо построить график зависимости I от $\sin \theta$ при $d/b=n$, где n – целое число. Пусть, например, $n=2$, $N=5$, $k=10000 \text{ мм}^{-1}$, $b=0,01 \text{ мм}$, $d=0,02 \text{ мм}$, тогда с помощью программы

`>plot((sin(50*x))^2*(sin(500*x))^2/(25*((50*x)^2)*((sin(100*x))^2)),
x=-0.1..0.1,y=0..1,color=black);`

получим следующую картину (рис. 8).

Мы видим, что главный максимум второго порядка на рис. 8 отсутствует. Это связано с тем, что один из минимумов функции (5) совпал с

главным максимумом второго порядка (6). При создании дифракционных решеток это обстоятельство, конечно, учитывается.

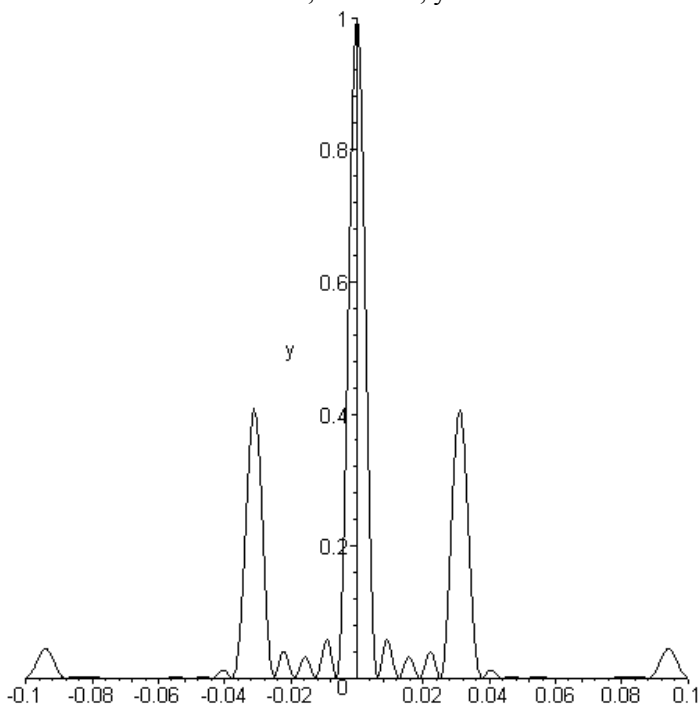


Рис. 8

Список использованных источников

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 т. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учеб. пособие для вузов / И. В. Савельев. – 5-е изд. стер. – СПб: Лань, 2006. – 496 с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики / Д. В. Сивухин. – Изд. 4-е, стереотипное. – М. : ФИЗМАТЛИТ ; изд-во МФТИ, 2004. – Т. 3. Электричество. – 656 с.
3. Иродов И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – М. : Лаборатория Базовых знаний, 2003. – 432 с.

К ВОПРОСУ О СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЯХ ДЛИНЫ И ВРЕМЕНИ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА МЕЖДУ ПРЕДЫДУЩИМ И ПОСЛЕДУЮЩИМ СТОЛКНОВЕНИЯМИ ЧАСТИЦЫ, СОВЕРШАЮЩЕЙ СЛУЧАЙНЫЕ БЛУЖДЕНИЯ

В. А. Летаго

Украина, г. Харьков, Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

В своей книге по физике твердого тела [1, 40-42] Н. Ашкрофт и Н. Мермин предлагают читателю задание для самостоятельного рассмотрения. Его часть выглядит так:

«...в) Исходя из результата «а» выведите, что усредненное по всем электронам время, прошедшее с момента последнего столкновения (или время до следующего столкновения), равно τ .

г) Исходя из результата «б» выведите, что среднее время между двумя последовательными столкновениями равно τ .

д) Из результата «в» следует, что в любой момент время T между предыдущим и последующим столкновениями, усредненное по всем электронам, равно 2τ . Объясните, почему это не противоречит результату, полученному в п. «г». (Полное объяснение должно включать вывод распределения вероятности для T) ...»

Вопросы, затронутые в указанных выше пунктах, рассматриваются и в других литературных источниках, например, Д. В. Сивухин пишет: «Рассмотрим теперь движение электрона между двумя последовательными столкновениями. Пусть момент времени t лежит где-то между моментами столкновений. Пусть от первого столкновения до момента t электрон затрачивает время T_1 , а от момента t до второго столкновения – время T_2 . Тогда время между столкновениями будет $T=T_1+T_2$. Усредняя это время, получим $\langle T \rangle = \langle T_1 \rangle + \langle T_2 \rangle$. Но согласно доказанному $\langle T_1 \rangle = \langle T_2 \rangle = \tau$. Таким образом, среднее время свободного пробега электрона между двумя последовательными столкновениями будет $\langle T \rangle = 2\tau$. На самом деле оно равно τ » [2, 187].

Итак, для нас должно быть понятно, что как только на отрезке времени между двумя последовательными столкновениями электрона, автор [2] выделяет момент t , то одно из столкновений сразу становится предыдущим, а второе – последующим. Поэтому пункт «д» из [1] и то, что рассматривает Д. В. Сивухин, являются эквивалентными друг другу. Однако конечные выводы являются разными. В первом случае $\langle T \rangle = 2\tau$, а во втором – $\langle T \rangle = \tau$. К сожалению, аналитического доказательства того, что $\langle T \rangle = \tau$ в книге [2] нет. Ее автор ограничился лишь рассуждениями

качественного плана. Однако вопрос о величине $\langle T \rangle$ имеет принципиальное значение. Кроме того, если $\langle T \rangle = 2\tau$, то важно понять, как этот результат согласуется и с пунктом «г» из [1].

В каких случаях ответы на поставленные вопросы являются важными? Конечно, в первую очередь необходимо вспомнить классическую теорию электропроводности металлов, которая базируется на модели свободных и независимых электронов. Хорошо известно, что одним из ее основоположников был П. Друде. Именно в рамках этой теории и возникли указанные вопросы. Хотя понятно, что они сохраняют свою силу во всех тех задачах, где рассматривается случайное блуждание частиц. Легко сообразить, аналогичные вопросы можно сформулировать и в отношении длины свободного пробега частицы.

В [1] утверждается, что П. Друде знал правильный ответ на пункт «д». Однако, несмотря на это, в научной и учебной литературе вопрос о среднем времени между предыдущим и последующим столкновениями частицы является весьма запутанным. В подтверждении этого отметим то, что очень часто (например, [3–12]) в рамках модели свободных и независимых электронов, приводится следующая формула для удельной электропроводности σ металлов

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{2m}. \quad (1)$$

Здесь n – концентрация электронов в единице объема, e – заряд электрона, а m – его масса.

Как известно, правильное выражение для σ имеет вид (см. [1; 2])

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}. \quad (2)$$

В обоих соотношениях τ имеет одинаковый смысл, то есть является средним временем свободного пробега электрона. Однако значения σ , рассчитанные по (1) и (2), будут отличаться друг от друга в два раза.

Забегая наперед, отметим, что независимо от нюансов рассуждений при выводе (1) двойка в знаменателе формулы появляется в конечном итоге из-за предположения, что $\langle T_1 \rangle = \langle T_2 \rangle = \tau/2$. А к равенству (2) приводит условие $\langle T_1 \rangle = \langle T_2 \rangle = \tau$. В этом противоречии студентам разобраться самостоятельно не всегда просто. Поэтому в настоящей научно-методической работе преследуется цель систематизации в ответах на вопросы о средних значениях $\langle T_1 \rangle$, $\langle T_2 \rangle$, $\langle \tilde{T} \rangle$, $\langle T_1 \rangle$ на уровне доступном для студентов младших курсов. Отметим, что далее в тексте статьи под $\langle \tilde{T} \rangle$ будем понимать среднее время свободного пробега между двумя последовательными столкновениями частицы, а под $\langle T_1 \rangle$ – среднее время между ее предыдущим и последующим столкновениями.

Начнем со следующего. Пусть выбран бесконечно малый промежу-

ток времени dt в окрестности произвольного момента t_0 . Тогда вероятность dp , что частица, например, электрон, претерпит на этом отрезке времени столкновение равна

$$dp = \alpha dt. \quad (3)$$

Здесь α – некоторая положительная постоянная величина. Значение dp не зависит от момента времени t_0 . Это значит, что в данном случае мы можем говорить об однородности времени.

Пусть теперь нам заданы два момента времени t_0 и t . Будем считать, что, например, $t > t_0$. Найдем теперь вероятность $f(t-t_0)$ того, что частица за время $t-t_0$ не претерпит столкновений. Ответ на этот вопрос может быть найден различными способами. Остановимся на одном из них. Промежуток времени $t-t_0$ разобьем на малые одинаковые отрезки, пронумеровав их. Предположим, что их число равно N . Величину N будем считать в пределе бесконечно большой. Пусть A_i – это событие, которое заключается в том, что частица на i -ом малом промежутке времени не претерпела столкновения. Его вероятность обозначим $f(A_i)$. Легко сообщить, что $f(A_i) = 1 - p(B_i)$, где $p(B_i)$ – вероятность реализации события B_i . Оно заключается в том, что на i -ом промежутке времени произойдет столкновение частицы. При записи $f(A_i)$ было учтено, что $A_i + B_i = E$, где E – достоверное событие. Однако на основании (3) можно записать $p(B_i) = \alpha \frac{t-t_0}{N}$. Тогда $f(A_i) = 1 - \alpha \frac{t-t_0}{N}$. Величина $f(t-t_0)$ есть вероят-

ность произведения событий $\prod_i A_i$, то есть

$$f(t-t_0) = \lim_{N \rightarrow \infty} \left(1 - \alpha \frac{t-t_0}{N}\right)^N = \lim_{N \rightarrow \infty} \left(1 - \alpha \frac{t-t_0}{N}\right)^{\left[\frac{N}{\alpha(t-t_0)}\right] \left[-\alpha(t-t_0)\right]} = e^{-\alpha(t-t_0)}. \quad (4)$$

При записи (4) мы воспользовались теоремой о вероятности произведения случайных событий A и B : $P(AB) = P(A)P(B|A)$. Здесь $P(B|A)$ – вероятность события B после того, как реализуется A .

Если $t_0 > t$, то, рассуждая аналогично, можем записать

$$f(t_0 - t) = e^{-\alpha(t_0 - t)}. \quad (5)$$

Предположим, что некоторое столкновение частицы реализовалось в момент времени t_0 . Пусть случайные события C и D состоят в том, что на промежутках времени (t_0, t) и $(t, t+dt)$ частица не столкнулась и столкнулась соответственно. Вероятность $P(CD)$ события CD есть $P(CD) = P(C)P(D|C) = e^{-\alpha(t-t_0)} \alpha dt$. Тогда среднее время $\tau = \langle \tilde{T} \rangle$ свободного пробега частицы между двумя последовательными столкновениями описывается выражением

$$\tau = \langle \tilde{T} \rangle = \langle t - t_0 \rangle = \int_{t_0}^{\infty} \alpha(t - t_0) e^{-\alpha(t - t_0)} dt = \frac{1}{\alpha}, \quad (6)$$

то есть $\alpha = 1/\tau$.

Пусть теперь t_0 – произвольный момент времени. Обозначим $\tau_1 = \langle T_1 \rangle$ среднюю величину промежутка времени до ближайшего в прошлом относительно момента t_0 столкновения частицы. Значение τ_1 определяется выражением $\tau_1 = \langle T_1 \rangle = \int_{-\infty}^{t_0} (t_0 - t) e^{-\frac{t_0 - t}{\tau}} \frac{dt}{\tau}$. В этом интеграле

величина $e^{-\frac{t_0 - t}{\tau}} \frac{dt}{\tau}$ является вероятностью того, что на отрезке времени (t, t_0) частица не столкнется, а на промежутке $(t - dt, t)$ реализуется ее столкновение. Выполняя интегрирование по частям, находим, что находим, что

$$\tau_1 = \langle T_1 \rangle = \tau. \quad (7)$$

Действуя аналогично, находим, что среднее значение $\tau_2 = \langle T_2 \rangle$ величины промежутка времени до ближайшего в будущем относительно момента t_0 столкновения частицы описывается выражением

$$\tau_2 = \langle T_2 \rangle = \int_{t_0}^{+\infty} (t - t_0) e^{-\frac{t - t_0}{\tau}} \frac{dt}{\tau}. \text{ Вычисление интеграла показывает, что}$$

$$\tau_2 = \langle T_2 \rangle = \tau. \quad (8)$$

Итак, нами показано, что

$$\langle T_1 \rangle = \langle T_2 \rangle = \langle \tilde{T} \rangle = \tau. \quad (9)$$

Выберем снова произвольный момент времени t_0 . Пусть предыдущее и последующее столкновения частицы реализовались в моменты $t_1 < t_0$ и $t_2 > t_0$ соответственно. Рассмотрим событие S , которое является произведением трех событий S_1 , S_2 и S_3 . Им соответствуют столкновения частицы на малых промежутках времени $(t_1 - dt_1, t_1)$, $(t_2, t_2 + dt_2)$ и отсутствие такового на отрезке (t_1, t_2) . Вероятность события S равна

$$P(S) = P(S_1 S_2 S_3) = \frac{dt_1}{\tau} e^{-\frac{t_2 - t_1}{\tau}} \frac{dt_2}{\tau} = \frac{1}{\tau^2} e^{-\frac{t_2 - t_1}{\tau}} dt_1 dt_2. \text{ Тогда искомая величина}$$

на

$$\langle t_2 - t_1 \rangle = \langle T \rangle = \frac{1}{\tau^2} \int_{-\infty}^{t_0} \int_{t_0}^{+\infty} (t_2 - t_1) e^{-\frac{t_2 - t_1}{\tau}} dt_1 dt_2 = I_2 + I_1,$$

$$\text{где } T = t_2 - t_1, \quad I_2 = \frac{1}{\tau^2} \int_{-\infty}^{t_0} \int_{t_0}^{+\infty} t_2 e^{-\frac{t_2 - t_1}{\tau}} dt_1 dt_2, \quad I_1 = -\frac{1}{\tau^2} \int_{-\infty}^{t_0} \int_{t_0}^{+\infty} t_1 e^{-\frac{t_2 - t_1}{\tau}} dt_1 dt_2.$$

Выполнив элементарные вычисления, находим, что $I_2=t_0+\tau$ и $I_1=-t_0+\tau$, а величина

$$\langle T \rangle = 2\tau. \quad (10)$$

Конечно, этот результат не противоречит тому, что среднее время между двумя последовательными столкновениями равно τ . Так как, усреднение величины (t_2-t_1) происходит при условии, что момент t_0 находится обязательно внутри временного интервала (t_1, t_2) , то есть такие неравенства как, например, $t_2 < t_0$ и $t_1 > t_0$ невозможны.

В интеграле, через который выражается время $\langle T \rangle$, можно выполнить следующую замену переменных: $T=t_2-t_1$ и $T_1=t_0-t_1$. Это преобразование линейное. Определитель его матрицы отличен от нуля, поэтому оно является невырожденным. Если T и T_1 отложить по осям абсцисс и ординат соответственно, то при фиксированной величине T значение T_1 будет изменяться от 0 до T . Тогда

$$\langle T \rangle = \frac{1}{\tau^2} \int_0^{+\infty} \int_0^T T e^{-\frac{T}{\tau}} dT dT_1 = \frac{1}{\tau^2} \int_0^{+\infty} T^2 e^{-\frac{T}{\tau}} dT = 2\tau. \quad (11)$$

Из (11) следует, что плотность вероятности $\rho(T)$ для заданного значения T описывается выражением

$$\rho(T) = \frac{T}{\tau^2} e^{-\frac{T}{\tau}}. \quad (12)$$

Однако можно описывать движение частицы, если рассматривать длину пути l , которую со временем она проходит. Для этого ось времени t необходимо заменить на ось, вдоль которой будет отсчитываться величина l . Пусть на прямой l выбран элементарный отрезок dl . Нетрудно догадаться, что формула для вероятности реализации столкновения dp частицы на нем будет подобна выражению (3), то есть $dp = \beta dl$, где β – некоторый коэффициент пропорциональности. Это дает нам возможности поступить по аналогии, то есть заменить в соотношениях (3)–(12) временные параметры на пространственные, и от значений $\langle T_1 \rangle$, $\langle T_2 \rangle$, $\langle \tilde{T} \rangle$, $\langle T \rangle$ сразу перейти к величинам $\langle L_1 \rangle$, $\langle L_2 \rangle$, $\langle \tilde{L} \rangle$, $\langle L \rangle$. Здесь $\langle L_1 \rangle$ – средняя длина свободного пробега частицы от последнего столкновения частицы до заданного момента времени. Величина $\langle L_2 \rangle$ является средней длиной свободного пробега частицы от выделенного момента времени до следующего ее столкновения. Величина $\langle L \rangle$ – длина ее свободного пробега между предыдущим и последующим столкновениями. Если $\langle \tilde{L} \rangle$ обозначить λ , то по аналогии с (9) и (10) можем сразу записать $\langle L_1 \rangle = \langle L_2 \rangle = \langle \tilde{L} \rangle = \lambda$, а $\langle L \rangle = 2\lambda$.

Вернемся снова к формуле (1). Выше уже отмечалось, что она получается, если $\langle T_1 \rangle = \tau/2$. Авторы [3–12] ошибочно считают, что именно величина $\tau/2$ определяет среднюю скорость упорядоченного движения

электронов в металле под действием электрического поля. Как следует из (9), значение $\langle T_1 \rangle = \tau$, что и приводит к правильному соотношению (2). В заключение работы отметим, что с учетом равенства (10) выражение (2) можно переписать в виде

$$\sigma = \frac{ne^2 \langle T \rangle}{2m},$$

где $\langle T \rangle = 2\tau$.

Список использованных источников

1. Ашкрофт Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – М. : Мир, 1979. – Т. 1. – 400 с.
2. Сивухин Д. В. Оующий курс физики / Д. В. Сивухин. – Изд. 4-е, стереотипное. – М. : ФИЗМАТЛИТ ; изд-во МФТИ, 2004, – Т. 3. Электричество. – 656 с.
3. Френкель Я. И. Введение в теорию металлов / Я. И. Френкель. – Л. : Наука, Ленингр. отд., 1972. – 424 с.
4. Вонсовский С. В. Квантовая физика твердого тела / С. В. Вонсовский, М. И. Кацнельсон. – М.: Наука, 1983. – 336 с.
5. Беллюстин С. В. Классическая электронная теория / С. В. Беллюстин. – М. : Высшая школа, 1971. – 352 с.
6. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учеб. пособие для вузов / И. В. Савельев. – 5-е изд., стер.– СПб. : Лань, 2006. – 496 с.
7. Трофимова Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М. : Высшая школа, 2008. – 560 с.
8. Тамм И. Е. Основы теории электричества / И. Е. Тамм. – М. : Наука, глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1989. – 504 с.
9. Фриш С. Э. Курс общей физики. Том 2. Электрические и электромагнитные явления / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – М. : Лань, 2006. – 526 с.
10. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. школа, 1983. – 463 с.
11. Кучерук І. М. Загальний курс фізики. У 3 т. : Т. 2. Електрика і мазнетизм / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик. – видання 2-ге, випр. – К: Техніка, 2006. – 452 с.
12. Загальний курс фізики : підручник у 6 т. / За загал. ред. В. А. Сминтини. Т. 3 : А. П. Чебаненко. Електрика та магнетизм. – Одеса : Астропринт, 2011. – 224 с.

МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ У КУРСІ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

С. Ф. Лягушин, О. Й. Соколовський
Україна, м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний
університет ім. Олеса Гончара
lyagush@dpu.dp.ua

Опанування курсу теоретичної фізики студентами визначається в першу чергу рівнем їх математичної культури, здатністю використовувати доволі складний і абстрактний математичний апарат, знання якого лише певною мірою забезпечується курсом вищої математики. Запровадження Болонської системи, нових стандартів освіти призводить до постійних змін у навчальних планах, які спрямовані на виконання певних формальних вимог. Результатом такого реформування стало суттєве скорочення аудиторних годин у програмах фундаментальних дисциплін, що породжує великі труднощі у більшості студентів, оскільки вони прийшли до вищих навчальних закладів без достатніх навичок самостійної роботи. На наш погляд, складність сприйняття фізико-математичних курсів робить найбільш ефективними саме традиційні форми опрацювання матеріалу в аудиторії з колективним розв'язанням і обговоренням задач під керівництвом викладача. У той же час неформальне вдосконалення як загального курсу, так і спецкурсів із теоретичної фізики пов'язане з певним ускладненням апарату, без чого неможлива підготовка фахівців до самостійної роботи після закінчення навчання. Усе це робить актуальним обговорення сукупності математичних знань і прийомів, потрібних для засвоєння дисциплін, якими опікуються кафедри теоретичної фізики класичних університетів, та шляхів подолання бар'єрів, що виникають у процесі оволодіння цим апаратом.

Наш аналіз за структурою відповідає традиційній побудові загального курсу теоретичної фізики для студентів напряму «Фізика». Для інших напрямів підготовки на факультетах типу фізичного курсу теоретичної фізики дещо скорочений. Нами також обговорюються потреби спецкурсів, які є загальними для всіх студентів напряму «Фізика». Традиційним недоліком курсів математики для студентів-фізиків є наявність великого компоненту абстрактної теорії, не орієнтованої на застосування поза самою математикою. Виникає проблема ознайомлення майбутніх фахівців із актуальними для практики прийомами, її треба в межах можливого розв'язувати при вивченні теоретичної фізики. Зауважимо, що сучасна ситуація в галузі шкільної та вузівської освіти веде до наявності значної частини студентів, які не мають належної шкільної підготовки і не налаштовані на подолання свого відставання. Ці юнаки та дівчата

розраховують на отримання диплома шляхом виконання мінімальних формальних вимог; їх освіта знаходиться поза межами нашого розгляду. У подальшому говоримо про студентів, які реально орієнтовані на навчання.

Курс класичної механіки та спецкурси, що примикають до нього (наприклад, механіка суцільних середовищ), вимагають знань основ математичного аналізу, аналітичної геометрії, лінійної алгебри, теорії диференціальних рівнянь, векторної та тензорної алгебри [1; 2]. Мінімальні вимоги передбачають уміння обчислювати похідні й інтеграли, застосовувати криволінійні координати. Названі знання та вміння доступні більшості студентів, які навчаються за напрямом, що передбачають вивчення теоретичної механіки. Для них, однак, існують проблеми, принесені із середньої школи, зокрема – звичка до втрати набутих навичок після складання звітності за певною дисципліною. Широко розповсюджено списування контрольних робіт у товаришів, що негативно впливає на спроможність студентів самостійно виконувати прості розрахунки і знижує їх підсумковий рівень на час закінчення навчання.

Але під час вивчення класичної механіки основи вищої математики ще знаходяться у досить актуалізованому стані, й викладачі мають нагоду зорієнтувати молодь на постійне підтримання в себе належного рівня математичної культури. *Зробимо деякі конкретні методичні зауваження стосовно вивчення курсу класичної механіки.* Складніші елементи математичного апарату в курсі теоретичної механіки – це розв’язання задач у криволінійних координатах, використання векторних і тензорних величин, полів як математичного поняття. Тут тим, що навчаються, допомагають знання, засвоєні в курсі основ векторного та тензорного аналізу [3]. Конструктивну роль можуть відіграти розуміння переходу до інших координат як заміни змінних, індексна форма запису векторів, тензорів і операцій векторного аналізу, побудова проєкцій шляхом обчислення скалярного добутку. Полегшує ситуацію наявність зорових образів для фізичних процесів у класичній теорії. У той же час у курсі теоретичної механіки з’являється така абстракція, як фазовий простір, корисний для наступних розглядів. Очевидно, корисно дати докладний коментар для цього поняття, порівняти опис руху в реальному й у фазовому просторах, готуючи студентів до роботи з різними математичними просторами. Актуальним завданням вивчення класичної механіки є засвоєння ідей теорії збурень, оскільки при подальшому вивченні теоретичної фізики (зокрема, у квантовій механіці та статистичній фізиці) вона широко використовується. Це варто робити на прикладі таких задач, як малі коливання, рух у слабкому зовнішньому полі, рух твердого тіла тощо [4].

Загальний курс електродинаміки повністю базується на фізичній

концепції поля і додатково до математичного апарату, необхідного для вивчення класичної механіки, вимагає повномасштабного використання векторного та тензорного аналізу, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної. Досвід показує доцільність повторення на початку практичних занять за курсом відповідного матеріалу з курсів математики. *Зробимо деякі конкретні методичні зауваження стосовно вивчення курсу електродинаміки.* Операції векторного аналізу можуть виконуватися за правилами використання оператора набла і з використанням індексної форми векторів разом із виразами для згорток тензора Леві-Чівіта за одним і двома індексами. Останній варіант сприймається легше й доцільніший з точки зору подальшого розвитку апарату. Важливий момент на цьому шляху – використання інтегральних характеристик векторного поля (потік, циркуляція) і встановлення зв'язку між інтегральною та диференціальною формою рівнянь Максвелла, а також побудова крайових умов до них. Здається необхідним іще раз підкреслити локальний характер класичної електродинаміки у вакуумі, хоча диференціальні рівняння поля з'являються в рамках польових уявлень на основі експериментальних фактів, які завжди мають інтегральну природу. Розгляд конкретних задач електростатики та магнітостатики пов'язаний із записом операцій векторного аналізу в координатах, які відповідають симетрії системи, і потребує мобілізації навичок студентів. До цих елементів математичного апарату близький опис сингулярних (поверхневих, лінійних, точкових) розподілів зарядів і, відповідно, струмів за допомогою δ -функції. Оскільки основоположні рівняння поля записуються для просторових розподілів зарядів і струмів, можливість роботи з іншими випадками принципово необхідна для тих, хто вивчає курс. Найвигідніший час не дозволяє витратити на вправи з узагальненими функціями навіть два заняття. Ці поняття були також необхідними для побудови функцій Гріна та загальних розв'язків рівнянь Пуассона та Даламбера. При запровадженні мультипольних моментів застосовується розвинення в багатовимірний ряд Тейлора. Таке розвинення в базових курсах вважається добре відомим студентам, хоча зараз у курсі математики воно відсутнє – відповідно, є необхідність ознайомлення аудиторії з ним як із очевидним узагальненням одновимірного ряду. Зауважимо, що на цьому етапі курс усе ще дозволяє будувати зорові образи для систем і явищ, що спрощує роботу. Наступні розділи електродинаміки пов'язані з більш високим рівнем абстракції: комплексна амплітуда та тензор поляризації в теорії електромагнітних хвиль і псевдоевклідов простір у викладі релятивістської механіки та 4-вимірного формулювання електродинаміки. Цей матеріал виявляється дуже складним для сприйняття. За скорочення аудиторних годин поляризацію світла доводиться вивчати на початко-

вому рівні. Релятивістські ідеї мають основоположне значення і вимагають аудиторного опрацювання. Для нас нема сумніву, що шлях до розуміння спеціальної теорії відносності пролягає через докладний аналіз процедури вимірювання. Такий підхід на сучасному рівні реалізовано в посібниках [5; 6], виданих нашими колегами по кафедрі в ДНУ та їх підручником [7], що отримав гриф МОН України. Електродинаміка суцільних середовищ останніми роками стала окремою загальною дисципліною, яка вивчається на 4-му та 5-му курсах. Це дало можливість не обмежуватися рівняннями Максвелла з допоміжними векторами \vec{D} і \vec{H} , а орієнтуватися на сучасне формулювання теорії на основі узагальненої електричної індукції $\vec{\mathcal{D}}$ та понять часової та просторової дисперсії [8; 9]. Результатом копійної роботи над курсом на кафедрі теоретичної фізики ДНУ стало видання підручника «Класична макроскопічна електродинаміка» [10], що також отримав гриф міністерства. Підходи до викладання, достатні для підготовки фізиків-дослідників, вимагають використання методів теорії функцій комплексної змінної, лінійної алгебри комплексних просторів, уміння працювати з асимптотиками спеціальних функцій. Завданням такого сучасного курсу стає знаходження електромагнітних характеристик середовища за певних уявлень про його мікроскопічний устрій, причому найважливіше застосування теорії – це визначення типів електромагнітних хвиль, які можуть розповсюджуватися в середовищі. Наші власні дослідження, пов'язані зі взаємодією випромінювання з середовищем, що складається з заряджених частинок або дворівневих випромінювачів [11-14], говорять на користь саме такої побудови курсу електродинаміки суцільних середовищ.

Загальний курс квантової механіки читається студентам усіх фізичних спеціальностей, але його обсяг може суттєво відрізнятись. При вивченні цієї дисципліни додатково до математичного апарату класичної механіки й електродинаміки є суттєва необхідність використання теорії ймовірностей. Звичайно, підбір матеріалу відбувається з міркувань його важливості для розуміння принципових питань і використання в подальших курсах. Ключ до успіху – досить радикальне осучаснення курсу. Це автори обговорювали на конференції 2008 року [15] і частково реалізували в посібнику [16]. *Зробимо деякі конкретні методичні зауваження стосовно вивчення курсу квантової механіки.* Суть квантової теорії в тому, що стани системи утворюють комплексний лінійний простір (принцип суперпозиції) [17]. Принципова необхідність використання комплекснозначних функцій є особливістю теорії, яка пов'язана з її статистичною інтерпретацією та виникла ще на етапі гіпотези хвиль де Бройля для поєднання неперервності руху з хвильовою природою процесу. Базовим у курсі є уявлення про те, що простір станів системи є

гільбертовим (нескінченновимірним, із скалярним добутком). Далі доцільно базувати виклад на послідовному використанні скалярного добутку в комплексному просторі, визначаючи через нього середні значення фізичних величин, коефіцієнти розвинення в певному базисі й ермітове спряження операторів [15; 16]. Розв'язання задачі на власні вектори та власні значення для ермітових операторів дає можливість побудувати базис у просторі станів. Цей математичний апарат узагалі знайомий студентам, але практичних навичок його застосування в них замало і для цього потрібне подолання деяких психологічних бар'єрів: у курсі лінійної алгебри математики приділяють значно більшу увагу дійсним просторам, і можливості зорових образів у квантовій теорії значно обмеженіші. До того ж традиційні курси [17; 18] віддають данину поняттям, актуальним для дійсних просторів і зосереджуються на конкретизації опису стану систем хвильовими функціями. Наполягаємо, що швидкий перехід до абстрактних векторів стану, з діраківськими позначеннями включно, дозволяє спростити виклад і відповідає сучасному, більш формалізованому мисленню тих, хто навчається. При цьому хвильові функції в різних представленнях з'являються як коефіцієнти розвинення векторів стану за певними базисами. Найбільш поширене отримання конкретних результатів у координатному представленні. Розгляд рівняння Шрьодінгера для частинки, що рухається в потенціальному полі, базується на навичках, якими студентів у цілком достатній мірі озброює курс математичної фізики. Тут найважливіше, щоб за математичними викладками не губилася фізична суть задач, які розглядаються. Варто підкреслити принципові особливості підходів до зв'язаних станів, коли в першу чергу цікавляться можливими значеннями енергії, та до задач розсіяння, в яких енергія має неперервний спектр і розглядається як параметр задачі, а фізичні результати базуються на аналізі поведінки хвильової функції та відповідних густин потоків кількості частинок. Важливу роль відіграють результати, які можна отримати без складних обчислень, спираючись лише на комутаційні співвідношення між операторами: знаходження власних значень оператора повного моменту імпульсу системи та розгляд задачі про лінійний квантовий гармонічний осцилятор у підході Дірака. Зауважимо, що запровадження підвищуючого та знижуючого сходових операторів (операторів породження та знищення) добре готують теоретиків до квантової електродинаміки, а решті надають можливість доторкнутися до ідей сучасної квантовопольової картини світу. Для тих, чия спеціалізація пов'язана з оптикою або лазерною фізикою, дуже корисним буде ознайомлення з поняттям когерентних станів квантового гармонічного осцилятора [16; 19]. Як правило, доцільно обчислювати комутатори шляхом зведення до базового комутатора

$[\hat{x}, \hat{p}] = i\hbar$ або $[a, a^\dagger] = 1$. Студентів слід також ознайомити з діраківськими позначеннями, з описом еволюції системи в картинах Шрьодінгера та Гайзенберга. Для подальшого вивчення квантової теорії твердого тіла потрібен аналіз задачі про рух у періодичному полі. Викладаючи теорію моменту імпульсу, доцільно пов'язати розгляд орбітального та спінового моментів. Саме комутаційні співвідношення дозволяють усвідомити зв'язок оператора спіну з оператором моменту імпульсу частинки, що рухається. Запровадження спіну (в нерелятивістській теорії – за допомогою матриць Паулі) вимагає розуміння матриць як операторів у просторі стовпців.

Курс термодинаміки та статистичної фізики в традиційному викладі поділяється на дві частини з різною ідеологією та математичним апаратом. *Зробимо деякі конкретні методичні зауваження стосовно його вивчення.* Термодинаміка оперує поняттями звичайного курсу математичного аналізу: частинна похідна, заміна змінних, перетворення Лежандра, диференціювання за певних умов, розв'язування диференціальних рівнянь у частинних похідних. Базові елементи апарату не повинні викликати труднощів у студентів, які не втратили навички і смак до самостійного виконання звичайних математичних операцій. Великих зусиль вимагають задачі, де треба обрати модель, адекватну значенню фізичних параметрів. Досвід викладання курсу термодинаміки вказує на доцільність систематичного врахування залежності термодинамічних величин від об'єму та кількості частинок, що дозволяє досягти повноти розгляду. Послідовна реалізація цього підходу знімає багато питань і дає формулювання основних співвідношень у термінах питомих величин, необхідне для вивчення механіки й електродинаміки суцільних середовищ [20]. Математичний апарат статистичної фізики базується на поняттях, засвоєних у класичній і квантовій механіці: фазовий простір, фазова траєкторія, імовірнісний опис станів системи. Принципове значення має розуміння гіббсівського підходу, який запроваджує ймовірності мікроскопічних станів у певних макроскопічних умовах. Відомості з теорії ймовірностей потребують повторення та додаткового відпрацювання. Зокрема, доцільно обговорити використання в розрахунках δ -функції та формалізму характеристичної (породжуючої) функції. Встановлення зв'язку між макроскопічними характеристиками системи та її можливими мікростанами, в чому полягає суть гіббсівських формалізмів [21], не вимагає складного математичного апарату. Тут варто зосередитись на тлумаченні отриманих співвідношень і можливостях, які вони відкривають. Значимо також, що низка задач курсу вимагає використання послідовної теорії збурень з оцінками точності розрахунків: низькотемпературна поведінка термодинамічних величин у зв'язку з III законом термодина-

міки, поведінка газу Ван-дер-Ваальса в околі критичної точки, квазікласичне наближення в теорії квантових ідеальних газів, теорія ідеального фермі-газу при низьких температурах, теорія бозе-газу в околі точки конденсації [20]. При дослідженні стійкості термодинамічної рівноваги зручно використовувати метод пошуку умовного екстремуму за допомогою формалізму множників Лагранжа.

Наведений аналіз показує важливість для студентів активного володіння математичними методами при вивченні всіх розділів теоретичної фізики. При цьому на перший план виходить не знання строгого обґрунтування використовуваних прийомів, а вправне їх застосування. Роботі над курсами теоретичної фізики шкодить певна неузгодженість із ними курсів вищої математики, де приділяється забагато (в умовах дефіциту часу) уваги суто математичним аспектам: доведенню теорем існування, єдиності, збіжності, деяким складним абстракціям, а набуття навичок обчислень залишається на узбіччі. На наш погляд, доцільною буде більша практична орієнтованість математичних дисциплін, які читаються фізиком, а в ідеалі – передача цих курсів кафедрам теоретичної фізики.

Список використаних джерел

1. Ландау Л. Д. Теоретическая механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1973. – 242 с. – (Курс теоретической физики, т. 1).
2. Петкевич В. В. Теоретическая механика / В. В. Петкевич. – М. : Наука, 1981. – 496 с.
3. Борисенко А. И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления / А. И. Борисенко, И. Е. Тарапов. – М. : Высшая школа, 1963. – 262 с.
4. Гантмахер Ф. Р. Лекции по аналитической механике / Ф. Р. Гантмахер. – М. : Наука, 1966. – 300 с.
5. Скалозуб В. В. Посібник до вивчення курсу «Електродинаміка». Релятивістська механіка та електродинаміка / В. В. Скалозуб, О. В. Гулов. – Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2008. – 88 с.
6. Скалозуб В. В. Розв'язування задач із релятивістської механіки й електродинаміки / В. В. Скалозуб, О. В. Гулов. – Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2009. – 32 с.
7. Скалозуб В. В. Класична електродинаміка / В. В. Скалозуб, О. В. Гулов. – К. : Вища освіта, 2011. – 208 с.
8. Бредов М. М. Классическая электродинамика / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин. – М. : Наука, 1985. – 400 с.
9. Федорченко А. М. Теоретическая физика. Классическая электродинамика / А. М. Федорченко. – К. : Вища школа, 1988. – 382 с.
10. Скалозуб В. В. Класична макроскопічна електродинаміка /

В. В. Скалозуб, О. В. Гулов. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2010. – 168 с.

11. Соколовський О. Й. Моді електромагнітного поля в рівноважній плазмі / О. Й. Соколовський, А. А. Ступка // Вісник Харківського ун-ту. Серія фізична «Ядра, частинки, поля». – 2004. – № 628, вип. 2 (24). – С. 87-92.

12. Sokolovsky A. I. Electromagnetic field correlations and sound waves / A. I. Sokolovsky, A. A. Stupka // Problems of Atomic Science and Technology. – 2007. – N 3 (2). – P. 335-339.

13. Lyagushyn S. F. Description of Field States with Correlation Functions and Measurements in Quantum Optics / S. F. Lyagushyn, A. I. Sokolovsky // Quantum Optics and Laser Experiments / S. Lyagushyn (Editor). – Croatia, Rijeka : InTech, 2012. – P. 3-24.

14. Lyagushyn S. F. Electromagnetic waves in medium consisting of two-level emitters / S. F. Lyagushyn, Yu. M. Salyuk, A. I. Sokolovsky // Proceedings of 2012 International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory (Kharkiv, Ukraine, August 28-30, 2012), Proceedings CD-ROM, ISBN 978-1-4673-4479-1, NCE-5. – 2012. – P. 205-208.

15. Лягушин С. Ф. Ермітові оператори в курсі теоретичної фізики / С. Ф. Лягушин, О. Й. Соколовський // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск VII : в 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2008. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 166-168.

16. Лягушин С. Ф. Посібник із квантової механіки / С. Ф. Лягушин, О. Й. Соколовський. – Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2005. – 36 с.

17. Ландау Л. Д. Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1974. – 752 с. – (Курс теоретической физики, т. 3).

18. Вакарчук І. О. Квантова механіка / І. О. Вакарчук. – Львів : ЛДУ, 1998. – 616 с.

19. Соколов А. А. Квантовая механика / А. А. Соколов, И. М. Тернов, В. Ч. Жуковский. – М. : Наука, 1979. – 528 с.

20. Соколовський О. Й. Посібник із термодинаміки та статистичної фізики / О. Й. Соколовський, С. Ф. Лягушин, С. О. Соколовський. – Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2005. – 48 с.

21. Лягушин С. Ф. Статистична фізика в руслі проблемного підходу / С. Ф. Лягушин, О. Й. Соколовський // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск VIII : в 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2010. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 203-209.

ДЕЯКІ МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ЕЛЕКТРОСТАТИКА» В КУРСІ ФІЗИКИ

Є. Б. Малець, Є. А. Пивовар

Україна, м. Харків, Харківський національний педагогічний університет
імені Г. С. Сковороди
pivovar_evgeny@ukr.net

При вивченні даної теми в курсі загальної фізики є можливість ефективно використовувати демонстраційний експеримент, який слід організувати з урахуванням рівня технічного забезпечення лабораторії і можливостей студентів.

Як відомо [1], демонстраційний експеримент вирішує ряд проблем, пов'язаних з активізацією пізнавальної діяльності студентів. Бажано в ході проведення експерименту звертати увагу на можливість застосування теоретичних моделей, що пояснюють фізику явища.

Можливість відтворити теоретичний матеріал на практиці, дозволяє скласти цілісну картину явища та сформулювати поняття, необхідні для подальшого успішного засвоєння матеріалу.

Крім наочності, фізичний експеримент дає можливість отримати кількісні оцінки фізичних параметрів, та провести порівняльний аналіз теоретичних даних з експериментальними.

В електростатиці вводиться поняття електричного поля, від успішності формування якого залежить подальше успішне засвоєння матеріалу з розділів електродинаміки. При розгляді взаємодії нерухомих зарядів, акцентується увага на існування деякої субстанції матерії, яка забезпечує цю взаємодію, і яку називають електричним полем.

Далі вводиться силова характеристика поля – його напруженість. Через напруженість приходимо до поняття силової лінії – як сукупності дотичних, що визначають напрямок і величину поля в кожній точці.

У цей момент до аудиторії важливо донести думку про те, що графічна модель поля, яка учнями чи студентами сприймається як абстрактна, може бути підтверджена демонстраційним експериментом.

Зокрема, можна використати стандартний набір для демонстрації [1] – кювета, електроди, джерело високої напруги (електрофорна машина, чи перетворювач), кодоскоп. У кювету заливається тонкий шар трансформаторного масла і додається в невеликій кількості крупа манки (можна молотий перець). Зображення можна проектувати на екран за допомогою кодоскопа.

Для кількісної оцінки величини напруженості поля (через число силових ліній, що припадають на одиницю поверхні) можна кювету поміс-

тити на предметний столик мікроскопа з невеликим збільшенням (МВС – 9), один з окулярів якого замінено на веб-камеру, приєднану до комп'ютера. Саме таким чином отримано фото, представлені на рис. 1-2, де показано розподіл силових ліній електричного поля для електродів різної форми.

Крупинки манки, на яких індукуються заряди перетворюються в електричні диполі, що розташовуються вздовж силових ліній поля. Між паралельними пластинами силові лінії майже паралельні (неоднорідність зумовлена силами в'язкого тертя крупинок в маслі), та співпадають з вектором напруженості (рис. 1а). На краях пластин спостерігається неоднорідність поля (крупинки розташовані вздовж криволінійних траєкторій).

Для моделі циліндричного конденсатора спостерігається аналогічна картина – поле існує тільки між електродами, силові лінії мають радіальний напрямок (рис. 1б).

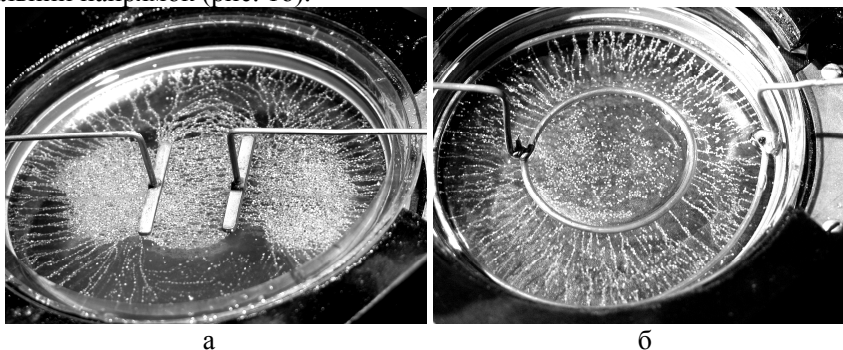


Рис. 1. Розподіл силових ліній між пластинами плоского (а) і циліндричного (б) конденсаторів

Електроди можна виготовляти різної форми і по різному їх взаємно розташовувати, наприклад, точкові електроди (рис. 2а, б); точковий електрод – плоский електрод; вістря – увігнутий електрод і т.д.

Зацікавлення дослідом – це мотивація до пізнання суті фізичних явищ на основі яких він спостерігається, тому рівень якості навчання залежить від запропонованого виду фізичних демонстрацій, їх послідовності і вмонтованості в хід заняття.

Ретельно підібраний демонстраційний експеримент дає можливість гармонічно доповнити теоретичний матеріал та розширити загальне поняття фізичного явища на практичні сфери застосування.

Живо сприймається студентами дослід «вертушка» Франкліна (рис. 3а, б). Для його реалізації потрібна електрофорна машина або пе-

ретворювач високовольтний «Разряд-1».

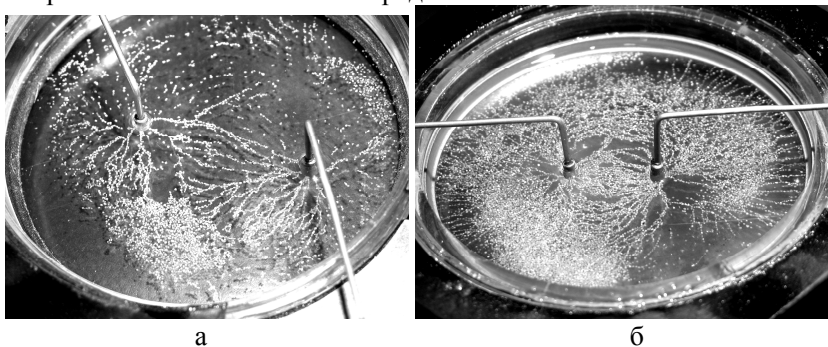


Рис. 2. Розподіл силових ліній між електродами різної форми та розташування

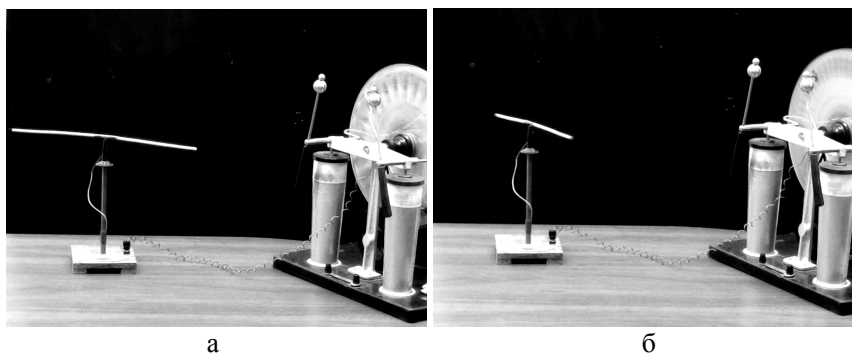


Рис. 3. Демонстрація – дослід «вертушка» Франкліна (фрагменти)

Сама вертушка може бути виготовлена в різний спосіб. Найпростіший – легка дротина (алюміній діаметром 1-2 мм, довжиною 10-15 см) у якій загострюються кінці і загинаються в одній площині в протилежні боки (величина загину ~ 2 см). Посередині утвореної фігури робиться поглиблення (за допомогою керна, або навіть цвяха), яке необхідно для встановлення даного елемента на голкову підставку (можна використати підставку з магнітної стрілки).

Коли вертушка готова, один з електродів підключається провідником до основи голкового під'ятника, другий електрод не підключається. Якщо використовується пристрій «Разряд-1», то підключення необхідно виконати до високовольтної клеми зі знаком «+».

При сприятливих зовнішніх умовах (низька відносна вологість повітря), вертушка починає обертатись з наростаючою кутовою швидкістю.

Щодо пояснення ефекту.

У [2] сказано: «... електричний вітер, що стікає з вістрів, приводить в обертання легкий хрест з металевих дротів. Прилад діє за тим же принципом, що і Сегнерове колесо...». Для повного розуміння слід зробити деякі уточнення: за рахунок великої кривизни поверхні, напруженість поля біля вістря досягає великих значень, достатніх для іонізації молекул (утворення молекулярних іонів O_2^+ , O_2^- , N_2^+).

Дійсно, при даній напруженості поля, на довжині вільного пробігу молекули кисню – 63 нм, повинна набуватись енергія 2-13 еВ (енергія іонізації молекули кисню 12,2 еВ), що відповідає напруженості поля $\frac{U}{l} = \frac{12.2}{6.310^{-8}} \approx 2 \cdot 10^8 \text{ В/м}$. Величина напруженості поля біля поверхні вістря однозначно не менша оціненої величини (напряга на електроді розрядника досягає декількох сотень тисяч вольт) [3].

При радіусі кривизни вістря 10^{-3} м маємо величину напруженості електричного поля $>10^8 \text{ В/м}$.

Іони протилежного знаку (по відношенню до заряду вістря), наприклад кисню, азоту, притягуються до нього і нейтралізуються. Іони ж одного знаку відскакують від вістря, передаючи йому імпульс.

Величина результуючого імпульсу визначатиметься кількістю іонів, що взаємодіють з вістрям. За рахунок існуючої форми вертушки відносно осі обертання виникає момент імпульсу, який її розкручує.

Щодо вкладу електронної складової в ефект, то він, якщо і є, то незначний, оскільки розкручування вертушки відбувається незалежно від знаку потенціалу, в противному разі вона повинна б була обертатись тільки при наявності мінуса на ній (електрони, за рахунок автоемісії стікають з вістря, приєднуються до нейтральних молекул, утворені від'ємні іони відштовхуються від вістря, передаючи йому свій імпульс).

Цікавим є дослід, який демонструє зміну конфігурації поля (рис. 4 а, б).

Пластина з оргскла, яка лежить на столі, натирається сукняним матеріалом. На пластину з оргскла кладеться металева пластина, бажано від демонстраційного конденсатора, на тримач якої надівається декілька кілець, виготовлених зі смужок паперу (діаметром 6 -8 см, ширина смужки ~ 0.5 см). Папір береться тонкий, щоб кільце мало поменшу вагу.

Звертається увага аудиторії на те, що кільця знаходяться в стані спокою. Потім оргскло піднімають разом з металевою пластиною і кільцями та спостерігають, як кільця починають злітати з направляючої (на рис. 4 показані два послідовних фрагменти динаміки руху кілець).

Щодо пояснення досліду.

Коли пластини лежать на столі, маємо імпровізований конденсатор, однією обкладинкою якого є металева пластина, а іншою – найближчі

оточуючі предмети (стіл, підлога і т.п.). Головне те, що електричне поле знаходиться між пластинами, зовні, зокрема над металевою пластинною воно досить мале.

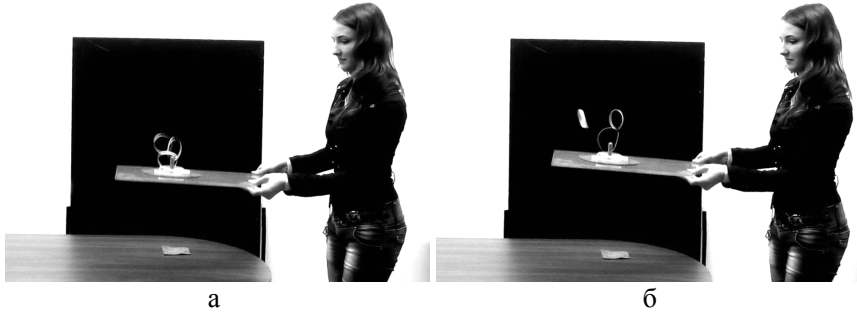


Рис. 4. Демонстрація зміни конфігурації поля

При піднятті пластини з оргскла, разом з металевою пластинною і кільцями електричне поле імпровізованого конденсатора руйнується і замість нього з'являється поле зарядженої пластини, вектор напруженості якого нормальний до поверхні.

На паперових кільцях за рахунок цього індукуються електричні заряди і діє електрична сила i , при умові, що вона більша за вагу кільця, останнє піднімається вгору.

Таким чином, демонстраційний експеримент повинен давати можливість проводити кількісні оцінки фізичних параметрів, що витікають з ходу експерименту. Демонстраційна установка повинна прививати елементи науково-дослідної роботи для студентів.

Список використаних джерел

1. Лекционные демонстрации по физике / Грабовский М. А., Млодзеевский А. Б., Телеснин Р. В., Шаскольская М. П., Яковлев И. А. – М. : Наука, 1972. – 640 с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – Т. III. Электричество. – 688 с.
3. Калашников С. Г. Электричество : учебн. пособие / С. Г. Калашников. – 6-е изд., стереот. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 624 с.

МЕТОДИЧНІ ПИТАННЯ ВИВЧЕННЯ МЕХАНІКИ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

С. М. Пастушенко, В. М. Кулішенко, Т. С. Лень
Україна, м. Київ, Національний авіаційний університет
E-mail: spastu@ukr.net

Загальновідомим є те, що в процесі навчання фізики у студентів формується і розвивається не лише теоретичне мислення, а й творче відношення до професійної праці. Нагадаємо, що пріоритетами викладання курсу загальної фізики є: вивчення основних фізичних явищ, оволодіння фундаментальними поняттями, законами й теоріями класичної й сучасної фізики, методами фізичного дослідження; оволодіння прийомами й методами розв'язання конкретних задач з різних областей фізики; вміння виділити конкретний фізичний зміст в прикладних задачах майбутньої діяльності.

Розв'язанню цих задач служать усі види занять з курсу загальної фізики: лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, семінари й колоквиуми з теоретичного матеріалу. Ми розглянемо можливості інтенсифікації лекційного курсу загальної фізики, зокрема такого її важливого розділу, як механіка. Актуальність вдосконалення лекційного курсу, як і інших видів занять, впливає з наступних міркувань.

В останні роки на кафедрі фізики Національного авіаційного університету успішно розв'язуються два аспекти вдосконалення викладу механіки в курсі загальної фізики. Перший стосується інтенсифікації лекційного курсу, поглибленню вивчення програмного матеріалу, зокрема, за рахунок використання міжпредметних зв'язків. Другий аспект розглядуваної проблеми – втілення авторської методики викладання загальної фізики в навчальному посібнику С. М. Пастушенка «Загальна фізика. Механіка» [1].

Особлива роль механіки в курсі загальної фізики полягає в тому, що з механіки, власне, починається вивчення курсу загальної фізики. Основна задача курсу загальної фізики – вироблення у студентів ясних уявлень про основні поняття фізики, її закони, в засвоєнні сучасного стилю фізичного мислення. Розв'язання цієї складної задачі починається з вивчення класичної механіки. В ній, як і в інших розділах курсу, ми намагаємося виробити у студентів уявлення про взаємовідношення класичної й релятивістської механіки, встановити логічні зв'язки між різними її розділами, засвоїти й оволодіти методами цієї науки. В подальшому – в курсі теоретичної механіки, опору матеріалів, гідромеханіки, аеродинаміки – поняття загального курсу фізики стануть предметом більш гли-

бокого вивчення або основою різних практичних застосовувань.

Загальновідомо, що фізика як наука про найпростіші і самі загальні властивості і закони природи не ставить і не розв'язує проблем викладання відкритих нею законів. Ці знання надає викладачеві методика фізики, яка створює певну педагогічну «технологію», що забезпечує здійснення навчального процесу з найбільшою результативністю. Зміст, методи й історія фізики в руках викладача вузу можуть бути потужним засобом розвитку інтелектуальних якостей студентів.

Одне з базових положень методики фізики стверджує, що необхідною (але не достатньою) умовою навчання фізики є глибоке знання вчителем свого предмета. Такою самою необхідною умовою успішного викладання фізики є знання і використання викладачем в повсякденній практиці найбільш ефективних методів і прийомів навчання.

В обмеженому часом вузівському курсі загальної фізики може бути відбита лише невелика частина фізичних знань. При цьому в самій науці немає вказівок на принципи відбору змісту навчання. Такі критерії розробляє методика фізики. Перелічимо їх.

1. Зміст навчання повинен складати систему фізичних знань, яка дає уявлення про сучасну фізику як базу ідей і методів розвитку сучасної техніки.

2. Зміст навчання повинен бути доступним для студентів з різним рівнем базових знань.

3. Зміст навчання повинен складати основу для розвитку мислення майбутніх інженерів, формування в них наукового світогляду, розвитку їхніх творчих навичок, вмінь і здібностей, необхідних для повсякденної практики і подальшого навчання.

Із сказаного зрозуміло, що вибір і систематизація фізичних знань мають бути науково обґрунтованими самою логікою науки (фізики), історії її розвитку. Але слід також враховувати і принципи дидактики, з одного боку, так і принципи педагогічної психології – особливості сприйняття навчального матеріалу, вміння сконцентрувати увагу на найважливішому, знайти необхідний контакт з аудиторією тощо.

Педагогічні дослідження показали, що ефективність засвоєння знань у значній мірі залежить від організації пізнавальної діяльності студентів. У правильно організованому навчальному процесі викладання і навчання відбуваються одночасно. В першу чергу, необхідно, щоб студенти активно й емоційно працювали на лекції, оскільки їхнє відношення до навчання проявляється не лише в розумовій діяльності, але й в емоціях. (А. Ейнштейн писав: «Де тільки можливо, навчання повинно стати переживанням, і цей принцип, мабуть, буде втілений у життя майбутньою реформою школи» [2].)

Починаючи виклад матеріалу, ми насамперед визначаємо предмет фізики як науки про найпростіші і разом з тим найзагальніші форми руху матерії.

Далі визначаються завдання, які розв'язує фізика:

- 1) дослідження явищ природи і знаходження законів, яким вони підкорюються;
- 2) встановлення причинно-наслідкових зв'язків між новими відкритими наукою явищами і явищами, які вивчені раніше;
- 3) застосування одержаних знань для подальшого активного впливу на природу.

Розповідаючи про встановлення фізичних законів, ми звертаємо увагу, що дія того чи іншого закону тісно пов'язана з умовами, в яких він проявляється. В залежності від ступеня повноти умов дія закону виступає або як можлива тенденція або як організуючий принцип, що перетворює дійсність. Саме у взаємозв'язку умов й закону полягає можливість використання людиною дій об'єктивних законів природи в своїх цілях. Тут доречно навести приклади використання законів динаміки в діяльності людини від найдавніших до теперішніх часів (рух транспортних засобів в умовах Землі, в безповітряному просторі навколо Землі і таке ін.).

Методи встановлення фізичних законів, виявлення дій цих законів і меж їхнього застосування в різних умовах повинні, на наш погляд, бути предметом обговорення чи не на кожній лекції. При цьому на кожній лекції потрібно намагатись залучити студентів до творчої співпраці з викладачем, виробити у них відчуття причетності до самостійного встановлення причинно-наслідкових зв'язків між відкритими наукою явищами і явищами повсякденного життя.

За дефіцитом навчальних годин неможливо відбити в лекції і навіть у підручнику складний викручений шлях до істини, яку виявляють фізичні закони. Це має бути предметом історії фізики. Очевидно, сучасному викладачеві вищого навчального закладу слід вміти узагальнити численні частковості більш універсальними законами. Реалізації цих цілей має сприяти онтодидактичний підхід до вдосконалення змісту навчання фізики. Як відомо, такий підхід є суттю онтодидактики – нової області педагогіки (від грецького *«онто»* – суттєвість). Мова йде про те, що ефективною є переробка наукових даних по суті, тобто онтодидактична переробка наукового матеріалу в навчальний.

Легше над усе, на наш погляд, це зробити (і це вже зроблено) в механіці, де процес генералізації наукового знання відбувався на протязі трьох останніх століть. Як приклад розглянемо різні підходи щодо викладу трьох законів динаміки Ньютона – Галілея.

Традиційний підхід передбачає послідовне вивчення законів Ньютона. Спочатку вивчають перший закон Ньютона – закон інерції, і вводять поняття інерціальних систем відліку як таких, в яких вільне тіло зберігає стан руху, тобто рухається із незмінною швидкістю. Після цього розглядаються взаємодії тіл, які призводять до зміни стану руху, тобто викликають прискорення (другий закон Ньютона). Розгляд взаємодій між тілами свідчить, що такі взаємодії завжди є парними, що дозволяє перейти до викладу третього закону Ньютона.

При іншому підході (прийнятому, зокрема, на кафедрі фізики НАУ), розгляд законів Ньютона починається з уведення двох нових фізичних величин – кількості руху як динамічної міри цього руху, і імпульсу сили як міри дії сили. Після означення цих величин можна навести приклади в природі та демонстраційні експерименти, які доводять, що під час взаємодії змінюється саме така величина, як кількість руху або імпульс, і ця зміна пов'язана з дією одного тіла на інше, яка вимірюється імпульсом сили: $F\Delta t = \Delta(mv)$.

З цього виразу можна записати два інших вирази. По-перше, $F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$. Або, як граничний перехід цієї формули до похідної, яка виражає миттєву дію сили

$$F = \frac{dP}{dt}. \quad (1)$$

Можна підкреслити тут, що даний вираз залишає свій вигляд і в релятивістській механіці при відповідному означенні поняття релятивістського імпульсу.

Також можна показати, що вираз (1) при певних часткових умовах (русі тіл сталої маси, русі при малих швидкостях набуває відомого із підручника для середньої школи вигляду $F=ma$.

Перепишемо рівняння (1) у вигляді

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}. \quad (2)$$

Рівняння (2) є, по суті, диференціальним рівнянням руху тіла (матеріальної точки) у векторному вигляді. Розв'язання диференціального рівняння (2) становить суть основної задачі динаміки. Можливі дві протилежні постановки задачі, які відповідно називаються *прямою* і *оберненою* задачами динаміки.

1. Пряма задача динаміки полягає в тому, щоб визначити закон руху точки, тобто залежність від часу радіуса-вектора $r(t)$, якщо відомі сила F (або кілька сил F_i) та початкові умови руху – швидкість v_0 і положення r_0 точки в початковий момент часу.

2. Обернена задача динаміки полягає у знаходженні сили F , яка діє на точку, якщо відомі маса m точки і закон її руху, тобто залежність $r(t)$. У першому випадку задача зводиться до інтегрування рівняння (2), а в другому – до диференціювання $r(t)$ за часом.

Стисло послідовність дій при розв'язанні прямої задачі динаміки є такою: запис основного рівняння динаміки на основі даного виразу для сили $F(t, v, r)$, запис одержаного рівняння в канонічній формі диференціального рівняння, придатній для інтегрування, і, нарешті, інтегрування з метою встановлення залежності $v(t)$ і потім $r(t)$. Але, на відміну від шкільного курсу, де розглядають найпростіший випадок сталої в просторі й часі сили, в навчальному процесі в університеті ми розглядаємо вказану послідовність дій в загальному випадку, коли сила (отже, й прискорення) змінюються з часом. Один з найпростіших випадків такого типу – обчислення гальмівного шляху за відомою початковою швидкістю, масою і коефіцієнтом опору.

В умовах студентської аудиторії ми маємо можливість і пропонуємо після викладу першого закону Ньютона ввести поняття однорідності і ізотропності простору, оскільки ці поняття є загальними для ньютонівської механіки і спеціальної теорії відносності. Річ у тому, що прийняте формулювання першого закону Ньютона еквівалентне твердженню про однорідність і ізотропність простору відносно інерціальної системи відліку.

Як відомо, однорідність простору означає, що в ньому немає виділених положень, всі точки простору рівноправні. Звідси випливає, що в разі, коли тіло, вільне від зовнішніх впливів, у деякий момент часу в деякій довільній точці знаходиться в спокої відносно інерціальної системи і зберігає такий стан у всі інші моменти, то простір є однорідним відносно цієї системи. Якщо ж вільне тіло зберігає швидкість руху незмінною (за модулем і напрямом) у всі наступні моменти, то простір ізотропний. Це й виражено в першому законі Ньютона. Можна стверджувати, що перший закон Ньютона є аксіомою класичної механіки, яка визначає інерціальні системи як такі, відносно яких простір є однорідним і ізотропним.

При вивченні курсу механіки у ВНЗ можна більш глибоко розкрити зміст третього закону Ньютона, відмічаючи такі два аспекти. По-перше, слід відразу підкреслити, що дія тіл не може бути поодинокую – вона завжди є парною, тобто взаємною, при цьому сили взаємодії є силами однакової фізичної природи. Тут слід і нагадати студентів про три типи сил, на які умовно прийнято розбивати всі сили в механіці.

Під час розгляду третього закону Ньютона показують приклади парної взаємодії, притаманні усім трьом типам сил. Це, насамперед, сили

пружності, з якими пов'язані поняття «вага» і «реакція опори».

Другий приклад рівності сил дії й протидії – сили в'язкого тертя у потоці газу або рідини. Ми наводимо приклад випробувань аерокосмічних конструкцій в аеродинамічній трубі, розповідаємо, що спеціально встановленими тензодатчиками можна виміряти сили тертя, які тиснуть на тіло, що обдувають повітрям. З іншого боку, тобто з боку тіла, що обдувається, сили в'язкого тертя діють на рухомий потік повітря, гальмуючи його рух.

Так, наводячи приклади дії сил тяжіння, ми з'ясуємо, що вони одночасно діють на обидва взаємодіючі тіла і прикладені до кожного з них (взаємодія Місяця і Землі, Землі і Сонця, штучного супутника із Землею і т. д.).

Але головне в третьому законі з точки зору динаміки є те що він дозволяє перейти від розгляду динаміки матеріальної точки до розгляду руху системи взаємодіючих матеріальних точок. Тому поняття центру мас системи точок, імпульсу системи, головного вектора зовнішніх сил ми вводимо відразу після третього закону Ньютона.

Список використаних джерел

1. Пастушенко С. М. Загальна фізика. Механіка : навч. посібник для студентів інж.-техн. спец. вищ. навч. закладів / Пастушенко С. М. ; Нац. авіац. ун-т. – К., 2002. – 283 с. – (Загальна фізика для студентів вищих навчальних закладів. 70-річчю Національному авіаційному університету присвяч.).

2. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе : учебник для студентов педагогических вузов / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1985. – 352 с.

ВИКОРИСТАННЯ КОМІКСІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

І. М. Пустинникова, Ю. О. Семенюк
Україна, м. Донецьк, Донецький національний університет
juli-ua.91@mail.ru

В педагогіці наочність завжди вважалася і вважається найважливішим принципом навчання, фундаментом для здійснення всебічного розвитку особистості. Такий принцип навчання, як наочність, було вперше сформульовано Я. А. Коменським і в подальшому розвинуто І. Г. Песталлоці, К. Д. Ушинським та іншими педагогами.

Психологічні дослідження, що присвячувались використанню різноманітних засобів наочності, проводилися Л. В. Занковим, І. М. Соловйовим, Б. І. Пінським, В. Г. Петровою та іншими.

Вивчаючи способи поєднання слова вчителя і наочності в навчальному процесі, Л. В. Занков встановив, що воно може відбуватися двома шляхами: наочність є джерелом знань (діти здобувають інформацію із наочного зображення), а вчитель за допомогою запитань керує спостереженнями учнів: знання про предмет школярі отримують зі слів педагога, а ілюстрація лише підтверджує, конкретизує сказане [3]. Засвоєння знань відбувається ефективніше у першому випадку. Звідси випливає те, що на практиці вчитель повинен використовувати перший шлях роботи з наочною на уроці. Це можна здійснити за допомогою коміксів.

Комікс (від англ. comic – смішний) – серія малюнків з короткими текстами, що утворюють оповідання. У сучасному розумінні – це ряд малюнків, доповнених словами-репліками, що пояснюють дії, які відбуваються на малюнку.

Сучасні комікси в основному втратили комічний характер, їх замінили комікси «жахів» – про злочини, війну, псевдоісторичні комікси, а також комікси, які стисло і зазвичай спрощено розповідають твори класиків. Так, у 90-х роках ХХ ст. вийшла серія «Класика в ілюстраціях», що містила твір Г. Мелвілла «Мобі Дік», поеми Е. А. По, «Великі надії» Ч. Діккенса, «Аліса в Задзеркаллі» Л. Керрола.

В Японії існує власний вид коміксів, що називається «манга»; слово це складається з двох ієрогліфів, що означають «веселий» і «картинки». У культурі Японії комікси відіграють дуже велику роль, японських дітей навіть у школі навчають малювати історії. Манга складають близько 30% усієї друкованої продукції країни і читаються незалежно від віку і статі.

В Україні жанр коміксу як масового мистецтва тільки розвивається. У нас з'явилися власні художники, проекти, видавці. В листопаді 2012

року в Києві на базі Національної академії образотворчого мистецтва і архітектури, відбувся Міжнародний фестиваль мальованих історій, коміксів та манги, в якому приймали участь художники з України, Росії, Франції, Японії, Польщі, Чехії та Швейцарії. Однак ставлення до коміксу в Україні досить специфічне, його апіорі підозрюють у неповноцінності, у якомусь страшно руйнівному впливі на особистість дитини, що формується, недооцінюють, ігнорують. Усі розмови про жанр дотепер носять винятково емоційний характер і ведуться на рівні припущень і фантазій. Говорячи про комікс, українці, як правило, мають на увазі не жанр як такий, а ті його убогі, дешеві по суті своїй зразки, що доводиться бачити на книжкових ринках, не розділяють форму і зміст коміксу. Нам важко розгледіти переваги і вади жанру, його специфіку, тим більше, дидактичний потенціал, що протягом низки років з успіхом використовується в освітніх системах багатьох країн світу.

Критичне ставлення до введення коміксів в систему освіти зародилося в США ще в середині ХХ століття, з початком їх широкого впровадження в якості навчального матеріалу. Українці негативно до коміксів, як засобу освіти, ставилися американські психіатри і педагоги, які вважали, що освітні комікси – не інакше, як злочин проти інтелекту нації, аргументуючи це тим, що деякі діти, які зачитуються коміксами, навіть і не підозрюють про існування літературних оригіналів, на підставі яких ці комікси були створені. Але більшість дослідників вважають, що страшний не комікс, а неувага дорослої людини до дитини, яка коміксами цікавиться. Якщо дорослий буде уважний до процесу «спілкування» дитини з коміксом, то після коміксів дитина зацікавиться ілюстрованою дитячою книгою, а потім – книгою «дорослою», серйозною і глибокою.

Задамося таким питанням: який дидактичний потенціал коміксу і чи є перспективи його використання в сфері освіти? За яких умов комікс здатний зробити духовне життя дитини змістовнішим, а процес її навчання більш привабливим і ефективним? Комікси мають перевагу перед іншими навчальними засобами, зокрема, перед навчальними фільмами. На відміну від фільму, який ми дивимося у заданій режисером швидкості, комікс членується на фрагменти і учневі не треба поспішати за заданим у фільмі темпом. Кадри коміксу – це, по суті, кадри фільму, що зупинилися.

Вважається, що комікс тісно пов'язаний з кіно, і особливо з мультиплікацією. Ось, наприклад, «Фізика для найменших» – це повчальний мультфільм Роберта Саакянца, який вийшов у 2007 році. Це мультфільм про Зайчика і його друга Робота, які в легкій і цікавій манері пояснюють дитині, як влаштовано все у світі, все, що нас оточує, з точки зору великої науки Фізика. Головний персонаж іншого наукового мультфільму

«Доктор Квантум і загадки квантової фізики» розповідає про основні загадки фізики. Цей мультфільм складається з декількох серій, таких, як «Інший вимір», «Квантове життя» тощо.

Помічено, що дивлячись мультфільм, дитина знаходиться в нескінченному потоці візуального ряду, їй складно вловити подробиці і нюанси кінорозповіді, до того ж дитяча пам'ять не може їх усі втримати. Це не дорослий, котрий запам'ятає і зможе співвіднести перший і останній кадри фільму. Комікс у цьому сенсі більш органічний. Він дозволяє дитині розглядати зображення в темпі, зручному для неї, за необхідності повернутися до попередніх кадрів, вносити уточнення.

Багато хто з педагогів вважає, що комікси в освіті використовувати недоречно. Їх бентежить слово «комікс», і вони не хочуть називати комікси коміксами – нехай не називають, можуть скористатися терміном «візуальні історії», суть справи не зміниться.

У Радянському Союзі випускалася безліч діафільмів. Багато хто зі старшого покоління ще пам'ятає про них. Тут були й історія, і класична література, і казки, і фантастика, і пригоди. Це, по суті, теж комікси, тільки на позитивній півці. Якщо кадри роздрукувати на папір, то вийде самий справжній комікс. Для діафільмів малювали чудові художники і писали чудові сценарії талановиті сценаристи.

Діти і дорослі по-різному читають комікси. Діти дотримуються візуальної стратегії, тобто йдуть від зображення до текстів у «бульбашках», а дорослі, що звикли працювати зі словом, віддають перевагу текстовій стратегії, тобто рухаються від текстів до зображення. При цьому усю свою увагу вони зосереджують на текстах, а по візуальних рядках ковзають, немов по нічого не значущим ілюстраціям-поясненням. І, можливо, текстова стратегія читання коміксу – одна з причин того, що дорослі ставляться до коміксу як до якогось примітивного мистецтва. Ознайомившись підряд із усіма текстами у «бульбашках», майже проігнорували зображення і не зіставивши текст з образами і картинками, дорослі роблять висновок про комікси як про читання для неуків. Головна перевага коміксу у тому, що він пропонує людині гранично стиснутому, але емоційно насичену інформацію, у якій немає нічого зайвого. Комікс дає дитині якусь вихідну інформацію, необхідну для знайомства з тим або іншим явищем, дозволяє зорієнтуватися в питанні, розвиває інтерес до його подальшого, більш глибокого вивчення (наприклад, за допомогою підручника).

Комікси з фізики можуть мати в собі цікаві явища та ситуації, що дозволяє здивувати учнів, а це приводить до суттєвого зростання інтересу до фізики. Потім ця зацікавленість переросте у допитливість. Комікс – це єдність розповідного тексту і візуальної дії. Найчастіше пряма мова

в коміксі передається за допомогою філактера – «словесної бульки», яка «видувається» з вуст персонажа. Всередині неї укладена скорочена (комікс не багатослівний) пряма мова, репліка, звернена до партнера. За своєю природою комікс діалогічний, йому властива парність героїв, він тяжіє до драматургічного принципу. Слова автора іноді поміщають над або під кадрами коміксу. Малюнок в коміксі має деяку частку умовності. Він спрощується для швидкості малювання і зручності сприйняття та ідентифікації читача з персонажем.

Однак, якщо використання наочного зображення пріоритетне у молодшій та середній школі, то подальше надмірне використання його у старших класах може привести до гальмування розвитку логічного мислення. Не слід забувати, що дітей насамперед цікавлять ілюстрації. Їм дуже важливо «побачити» те, про що вони читають. Це дуже вдало сформулювала відома Аліса Л. Керолла: «Чого варта книжка без малюнків та розмов?»

Важливою умовою дидактично обґрунтованого ілюстрування навчального матеріалу є відповідність змісту ілюстрацій віковим особливостям учнів.

В педагогіці наочність завжди вважалася і вважається найважливішим принципом навчання, фундаментом для здійснення всебічного розвитку особистості. За допомогою зору дитина засвоює 70% інформації. Наочні посібники є засобом для активізації розумової діяльності та формування чуттєвого образу.

На думку Я. А. Коменського, принцип наочності є «золотим правилом дидактики», котре вимагає поєднувати наочність та розумові дії, наочність та текст. Наочність у розумінні вченого стає вирішальним фактором засвоєння навчального матеріалу. Причому шкідливим є як недостатнє, так і надлишкове використання засобів наочності: їх недостатнє використання веде до формальності знань, а надлишок може пригальмувати розвиток логічного мислення та уявлення [4].

Комікси-книги, які присвячені таким розділам фізики, як механіка та геометрична оптика, були створені Л. Е. Генденштейном, М. Л. Курдюмовим, Є. І. Вишневським, Л. К. Сторожуком [1; 2].

Ці книги виконані в жанрі коміксів і є незвичайним за формою і змістом введенням в механіку та геометричну оптику. Манера подання матеріалу нагадує відомі книги з серії «Наука і техніка в картинках», зокрема книгу Ж.-П. Петі «Про що роздумують роботи?» [5].

За формою книги схожі на комікс, але на відміну від звичайного коміксу тут показана не стільки послідовність подій, скільки рух думки, який дозволяє відкривати зв'язки між явищами і формулювати твердження, звані законами фізики. Ці книги можна спочатку просто розгля-

дати, але потім треба уважно вивчати. Результатом вивчення буде не запам'ятовування законів фізики як таблиці множення, а розвиток спостережливості і логічного мислення, які дозволяють «відкривати» ці закони як би заново.

Книги [1; 2] побудовані на забавних ілюстраціях. Проте така цікавість подачі матеріалу не означає елементарності змісту. Наочність і цікавість викладу у поєднанні з науковим підходом дозволяють рекомендувати ці книги великим і маленьким читачам, що бажають вивчати або згадати фізику, не розлучаючись з усмішкою.

При використанні коміксів у навчальному процесі слід стежити за тим, щоб комікси не робили з науки забавку. Треба привити дитині цікавість та розуміння того, що фізика – дуже глибока наука.

Комікс, відтворюючи реальні життєві ситуації, може наблизити навчання до життя, допомогти дітям зрозуміти сенс навчальної діяльності.

Хоча наочне зображення не може замінити текст та стати самостійним носієм інформації, але воно може привернути увагу учнів, зацікавити їх. Ілюстрація для дітей є важливим джерелом знань, а вдало виконаний малюнок може бути інформативнішим, ніж словесний опис об'єкта. На нашу думку, комікси повинні доповнюватися текстом (детальним описом ситуацій, які зображено у коміксах), оскільки фізична сутність явищ не може бути докладно викладена у коміксі.

Комікси є допоміжним засобом у розумінні матеріалу, що вивчається. Важливою задачею коміксів є наочна демонстрація учням того великого значення, що має наука фізика в житті та як багато відповідей на повсякденні питання знайдуть для себе малі «чомучки», вивчаючи її. Комікси повинні викликати здивування і потребу звернутися до відповідного параграфа підручника.

Розглянемо фрагменти коміксу, в основі якого лежать цікаві історії (тема «Теплові явища») про трьох друзів: допитливу і розумну Оксанку, веселого пустуна Нявчика та кумедного товстуну Гавчика.

Нявчик та Гавчик сьогодні раненько прокинулися та пішли до ванни вмиватися. Зайшли вони до ванної кімнати, Гавчик заліз одразу у ванну, щоб першим помитися, та як закричить!

– Ой! Яка вона холоднюча! (рис. 1)

– Не вигадуй, Гавчику! Я ось тримаю рушник, а він зовсім не холодний. До речі, температура всіх речей у кімнаті однакова! (рис. 2)

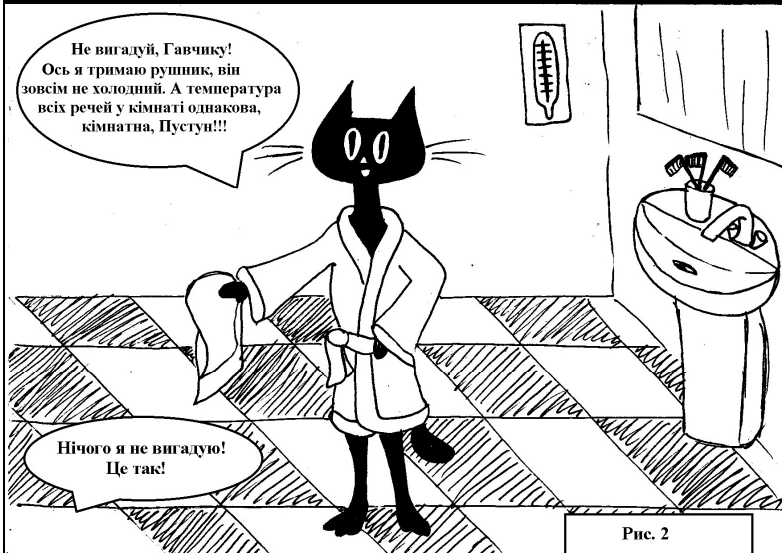
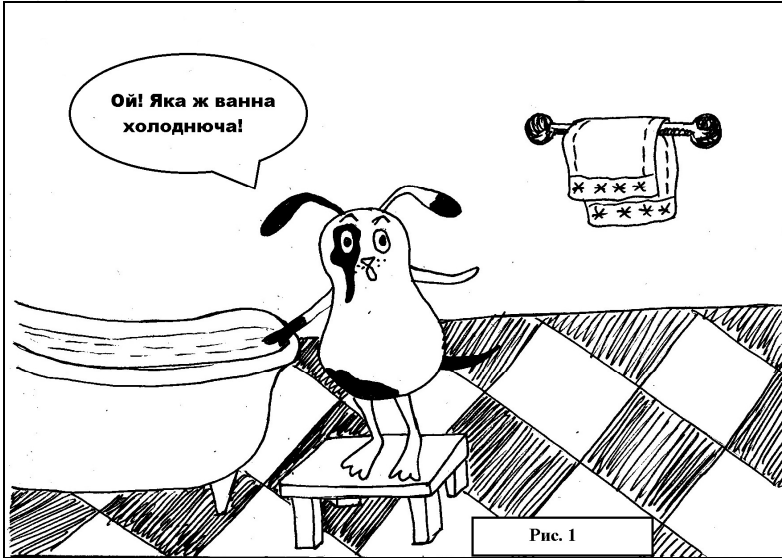
На цей крик прибігла Оксанка, яка щойно прокинулася.

– Друзі! Що тут відбувається?!

– Нявчик не вірять, що ванна холодна. Я не вигадую! Скажи йому Оксанко! – жалівся Гавчик (рис. 3)

– Так от чого ви так галасуєте! – зрозуміла дівчинка. – Перестаньте

сваритися! Цьому явищу є дуже просте пояснення: і ванна, і рушник мають однакову температуру. Просто відчуття холоду, яке викликає той або інший предмет, залежить не тільки від температури, але й від теплопровідності. Чим швидше холодний предмет відводить від нашого тіла тепло, тим більш холодним він нам здається! Але якщо ванну і рушник нагріти до температури людського тіла, то теплопередачі вже не буде і вони будуть здаватися однаково теплими на дотик (рис. 4).



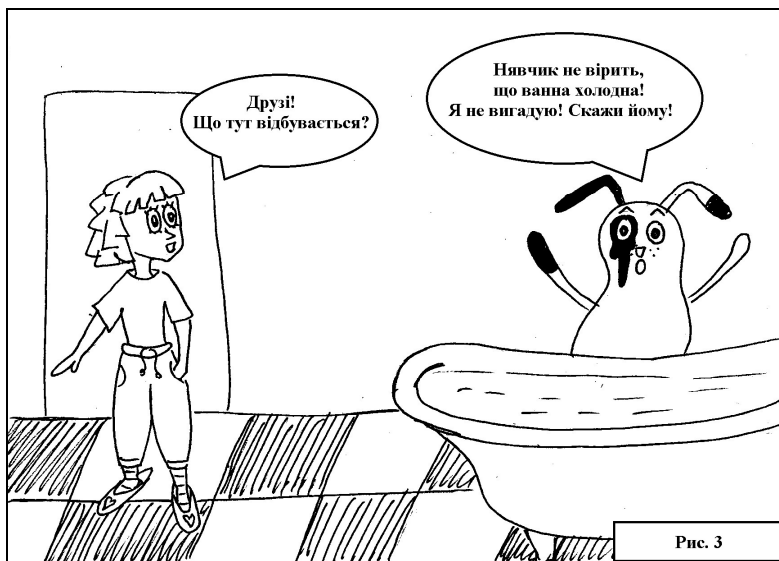


Рис. 3

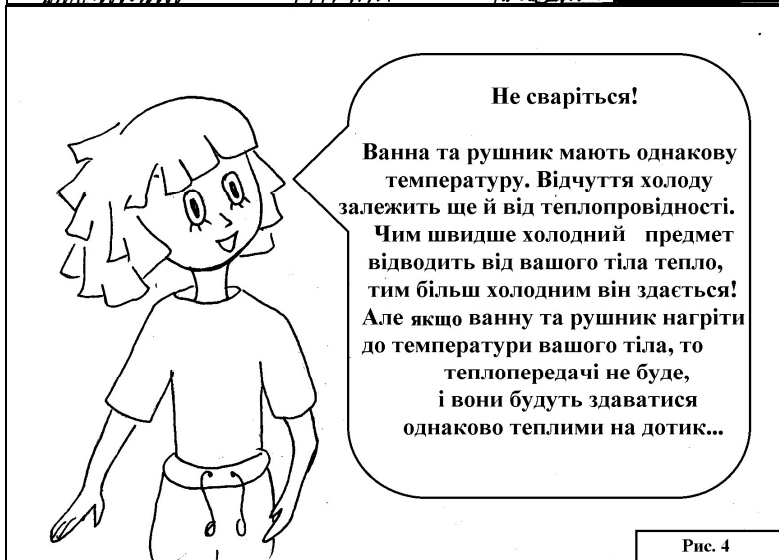


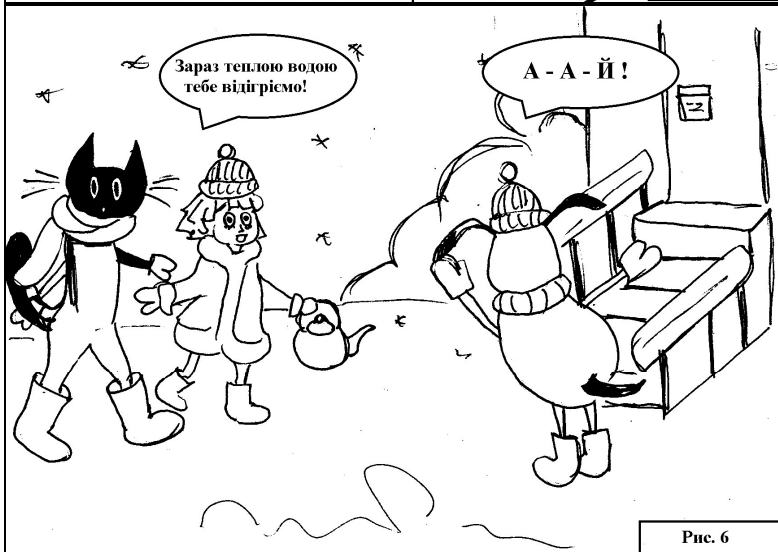
Рис. 4

Під вечір Оксанка усім запропонувала піти на вулицю та пограти у сніжки. Вийшли вони на поріг. На вулиці холодно. Тут Гавчик побачив побілілі від морозу металеві перила ганку. Йому здалося, що то їх Дід Мороз цукровою пудрою притрусив та й лизнув нерозумний песик перила.

– Ой-ой-ой!!! – тільки й зміг проскиглити бідолаха (рис. 5).

Друзі тільки руками сплеснули, а Оксанка побігла за чайником з те-

плою водою. Відігріла вона перила і Гавчик звільнився (рис. 6).



– Оксано, що це було? – спитав Нявчик.

– Розумієте, теплопровідність металу велика, тому при зіткненні тепло від язика до металу переходить інтенсивно. Температура язика швидко знижується, а оскільки він зволожений, то й примерзає до металу.

– А як поводить себе дерево в мороз?

– У дерева ж теплопровідність менша і зниження температури язика

відбувається повільно, тому ефекту прилипання не виникає (рис. 7).



Комікси підвищують бажання учнів займатися навчальним предметом. У підготовці коміксів може приймати активну участь велика кількість учнів.

Найрезультативнішим застосуванням коміксів можна вважати розглядання їх на гурткових заняттях. Причому ідеї створення та самі теми можуть пропонувати учні. Можна це зробити загальною справою і потім кінцевий результат подати в шкільній газеті.

Список використаних джерел

1. Генденштейн Л. Э. О свете в цвете. Оптика. Выпуск 1. Отражение / Л. Э. Генденштейн, Л. К. Сторожук. – М. : Мир, 1991. – 48 с.
2. Генденштейн Л. Э. Открываем законы физики. Механика / Л. Э. Генденштейн, М. Л. Курдюмов, Е. И. Вишнеvский. – М. : Мир, 1992. – 265 с.
3. Горпинюк В. П. Иллюстративный материал підручника як складова його структури / В. П. Горпинюк // Педагогіка і психологія. – 1995. – № 1. – С. 54–62.
4. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения / Я. А. Коменский. – В 2-х т. Т. 1. – М. : Педагогика, 1982. – 656 с.
5. Пети Ж.-П. О чем размышляют роботы? / Жан-Пьер Пети. – М. : Мир, 1987. – 84 с. – (Наука и техника в картинках).

АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ У ВИМУШЕНИХ КОЛИВАННЯХ

О. І. П'ятак

Україна, м. Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

yegorenkov@yahoo.com

Розв'язок рівняння вимушених коливань має вигляд (див., наприклад, [1])

$$x = x_1 + x_2 \quad (1)$$

$$x_1 = a_0 e^{-\beta t} \cos(\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} t + \alpha_1) \quad (2)$$

$$x_2 = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2) + 4\beta^2 \omega^2}} \cos\left(\omega t - \arctg \frac{2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}\right) \quad (3)$$

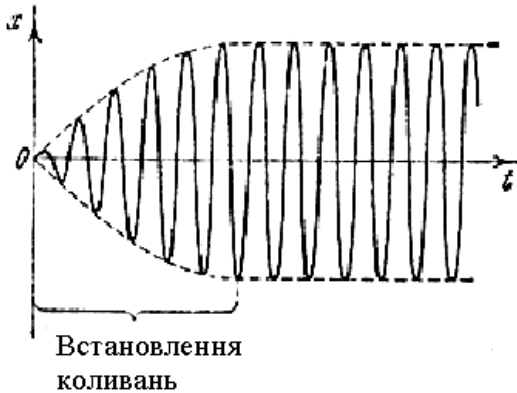


Рис. 1

Рівняння (1) описує додавання коливань одного напрямку. Якщо частоти коливань x_1 і x_2 різні, то амплітуда сумарного коливання пульсує, а частота непостійна і, виходить, це коливання – складний негармонійний процес. Між тим на рис. 1 наведене гармонійне коливання. Для пояснення цієї невідповідності, зазначимо, що такий результат можливий, якщо частоти коливань у x_1 і x_2 збігаються, т.ч.

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \quad (4)$$

Позначимо

$$\alpha_2 = -\arctg \frac{2\beta\omega}{\beta^2} \xrightarrow{\beta \ll \omega} \approx -\frac{\pi}{2} \quad (5)$$

$$a_1 = a_0 e^{-\beta t} \quad (6)$$

$$a_2 = \frac{F_0/m}{\sqrt{\beta^4 + 4\beta^2\omega^2}} = \frac{F_0/m}{2\beta\omega} \text{ (при } \omega \gg \beta) \quad (7)$$

Тоді результуюче коливання – гармонійне з частотою коливання сили

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \quad (8)$$

Амплітуда його визначається формулою (див. параграф «Векторна діаграма» в книзі [1]):

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2 \sin \alpha_1, \quad (9)$$

а початкова фаза визначається з виразу

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_1 \sin \alpha_1 - a_2 \sin \alpha_2}{a_1 \cos \alpha_1 + a_2 \cos \alpha_2} = \frac{a_1 \sin \alpha_1 - a_2}{a_1 \cos \alpha_1} \quad (10)$$

(Перш за все при великому t $a_1 \rightarrow 0$, а $\operatorname{tg} \alpha = -\infty$, $\alpha = -\frac{\pi}{2}$, тобто

$$x = x_2 = a_2 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (у залежності від } \alpha_1 \text{)}. \quad (11)$$

Далі. При невеликому t (тобто розглянемо перехідний процес) можливі випадки:

$$1. \quad \alpha_1 = 0 \quad a^2 \approx a_1^2 + a_2^2 \quad \operatorname{tg} \alpha = -\frac{a_2}{a_1}$$

$$2. \quad \alpha_1 \approx \pm \frac{\pi}{2} \quad \alpha \approx \mp \frac{\pi}{2} \quad a^2 = (a_1 \mp a_2)^2 \text{ і } a=0 \text{ при } t=0,$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \text{ при } a_0 = a_2$$

$$3. \quad \alpha_1 = \pi \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{a_2}{a_1} \quad a^2 = a_1^2 + a_2^2$$

З умови 2 видно, що при $t=0$, $a=0$ (при $a_0=a_2$), але із зростанням t a зменшується.

Зупинимося докладніше на випадку 2, оскільки він може бути зображений на рисунку.

Рівняння коливань має вигляд:

$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t = 2a_0\beta\omega \cos \omega t \quad (12)$$

Його розв'язок при $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$, $\alpha_2 = -\frac{\pi}{2}$, та $a_2=a_0$ дорівнює

$$x = a_0(1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t \quad (13)$$

Тоді

$$\dot{x} = a_0 \omega \cos \omega t (1 - e^{-\beta t}) + a_0 \sin \omega t \beta e^{-\beta t} \quad (14)$$

$$\ddot{x} = -a_0 \omega^2 \sin \omega t (1 - e^{-\beta t}) + a_0 \omega \beta \cos \omega t e^{-\beta t} + a_0 \omega \cos \omega t \beta e^{-\beta t} - a_0 \beta^2 \sin \omega t e^{-\beta t} = \quad (15)$$

$$= -a_0 \omega^2 (1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t + 2a_0 \omega \beta e^{-\beta t} \cos \omega t - a_0 \beta^2 e^{-\beta t} \sin \omega t.$$

Підставимо (13)-(15) у рівняння (12):

$$-a_0 \omega^2 (1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t + 2a_0 \omega \beta e^{-\beta t} \cos \omega t - a_0 \beta^2 e^{-\beta t} \sin \omega t +$$

$$+ 2\beta a_0 \omega (1 - e^{-\beta t}) \cos \omega t + 2\beta^2 a_0 e^{-\beta t} \sin \omega t + \omega_0^2 a_0 (1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t = 2a_0 \beta \omega \cos \omega t.$$

Зберемо спочатку множники при $\sin \omega t$:

$$\sin \omega t \left\{ -a_0 \omega^2 (1 - e^{-\beta t}) - a_0 \beta^2 e^{-\beta t} + 2a_0 \beta^2 e^{-\beta t} + a_0 \omega_0^2 (1 - e^{-\beta t}) \right\} =$$

$$= \sin \omega t \left\{ a_0 \beta^2 (1 - e^{-\beta t}) + a_0 \beta^2 e^{-\beta t} \right\} = \sin \omega t \beta^2 a_0.$$

Тепер зберемо множники при $\cos \omega t$:

$$\cos \omega t \left\{ 2a_0 \omega \beta e^{-\beta t} + 2\beta a_0 \omega (1 - e^{-\beta t}) - 2a_0 \beta \omega \right\} = 0.$$

Отже, при підстановці (13-15) у (12) залишився один член: $\sin \omega t \beta^2 a_0$. Він малий, як β^2 / ω^2 . Якщо його відкинути, то одержимо розв'язок рівняння коливань у вигляді $x = a_0(1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t$.

Можна одержати і більш точний розв'язок для x , справедливий для членів, пропорційних β^4 / ω^4 . Для цього треба врахувати, що доданки,

пропорційні $\frac{\beta}{\omega}$ й $\frac{\beta^2}{\omega^2}$, у $\arctg \frac{2\omega}{\beta}$. Для цього врахуємо, що при великих

ω / β

$$\arctg \frac{2\omega}{\beta} = \frac{\pi}{2} - \frac{\beta}{2\omega} + \frac{\beta^3}{24\omega^3}.$$

Розв'язок для x буде мати вигляд $x = x_0 + x_2'$, де $x_0 = a_0(1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t$, а x_2' – це розв'язок вихідного рівняння, пропорційний β , β^2 і β^3 .

Перетворимо $x_2 = \frac{F_0/m}{2\beta \sqrt{\omega^2 + \frac{\beta^2}{4}}} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} + \frac{\beta}{2\omega} - \frac{\beta^3}{24\omega^3} \right)$, залишив-

ши в ньому тільки члени, пропорційні β і β^3 , тобто $x_2 = x_2'$. Тоді

$$x_2' = \frac{F_0/m}{2\beta \omega} \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2} \right) \sin \left(\omega t + \frac{\beta}{2\omega} - \frac{\beta^3}{24\omega^3} \right) =$$

$$\begin{aligned}
&= a_0 \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2}\right) \sin \omega t \cdot \cos \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{\beta^3}{24\omega^3}\right) + a_0 \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2}\right) \sin \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{\beta^3}{24\omega^3}\right) \cos \omega t = \\
&= a_0 \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2}\right) \sin \omega t \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2}\right) + a_0 \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2}\right) \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{\beta^3}{24\omega^3}\right) \cos \omega t - \\
&- a_0 \left(1 - \frac{\beta^2}{8\omega^2}\right) \frac{\beta^3}{24\omega^3} \cos \omega t = a_0 \sin \omega t \left(1 - \frac{\beta^2}{4\omega^2}\right) + a_0 \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{\beta^3}{24\omega^3} - \frac{\beta^3}{16\omega^3}\right) \cos \omega t - \\
&- a_0 \frac{\beta^3}{24\omega^3} \cos \omega t = -a_0 \frac{1}{4} \cdot \frac{\beta^2}{\omega^2} \sin \omega t + a_0 \cos \omega t \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega^3}\right) \\
\dot{x}_2' &= -\frac{1}{4} a_0 \frac{\beta^2}{\omega^2} \omega \cos \omega t - a_0 \omega \sin \omega t \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega^3}\right), \\
\ddot{x}_2' &= \frac{1}{4} a_0 \beta^2 \sin \omega t - a_0 \omega^2 \cos \omega t \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega^3}\right).
\end{aligned}$$

Підставимо в рівняння коливань знайдені \ddot{x}_2' , \dot{x}_2' , x_2'

$$\begin{aligned}
\ddot{x}_2' + 2\beta \dot{x}_2' + (\omega^2 + \beta^2)x_2' &= \frac{1}{4} a_0 \beta^2 \sin \omega t - a_0 \omega^2 \cos \omega t \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega^3}\right) - \\
&- \frac{1}{4} \cdot 2a_0 \frac{\beta^3}{\omega^2} \omega \cos \omega t - a_0 \omega \sin \omega t \left(\frac{\beta^2}{\omega}\right) - a_0 \frac{1}{4} \frac{\beta^2}{\omega^2} \sin \omega t (\omega^2 + \beta^2) + \\
&+ a_0 \cos \omega t \left(\frac{\beta}{2\omega} - \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega^3}\right) (\omega^2 + \beta^2) = \sin \omega t (-a_0 \beta^2) + \\
&+ a_0 \cos \omega t \left(-\frac{\beta}{2} \omega + \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega} - \frac{\beta^3}{2\omega} + \frac{\beta \omega}{2} - \frac{7}{48} \cdot \frac{\beta^3}{\omega} + \frac{\beta^3}{2\omega}\right) = \sin \omega t (-a_0 \beta^2).
\end{aligned}$$

Це компенсується з нульовим наближенням для x , так що $x = x_0 + x_2'$, де $|x_2'| \ll x_0$.

Таким чином, розв'язок $x = a_0(1 - e^{-\beta t}) \sin \omega t$ близький до того, що зображений у підручнику І. В. Савельєва [1].

Список використаних джерел

1. Савельєв І. В. Курс общей физики : [учеб. пособие для вузов. В 3-х т.] / І. В. Савельєв. – 2-е изд., перераб. – Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – М. : Наука, 1982. – 432 с.

ІНТЕРАКТИВНИЙ ЗАЛІК З ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ПЕРШОГО КУРСУ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Т. С. Савкіна

Україна, м. Кривий Ріг, Криворізький національний університет
tsavkina77@gmail.com

Навчальна дисципліна «Фізика» входить до циклу фундаментальних дисциплін професійно-практичної підготовки студентів.

Метою викладання дисципліни є формування у студентів наукового світогляду та сучасного фізичного мислення. Оскільки основне завдання фізики – пояснити фізичні явища, виходячи з невеликої кількості простих, фундаментальних законів, то можна вважати за доцільне як основний засіб розв’язування задач використовувати найбільш зональні закони того чи іншого розділу фізики. Це сприяє неформальному засвоєнню основних понять і законів та формуванню наукового мислення.

Пригадаємо слова Н. Г. Чернишевського: «Освіченою людиною можна назвати ту, яка накопичила багато знань, навчилася швидко і точно оперувати ними» [4].

Щоб досягнути поставленої мети, при вивченні курсу фізики необхідно застосувати здобуті знання на практичних і лабораторних заняттях, оскільки саме експериментальні і творчі задачі передбачають створення проблемної ситуації, активізацію діяльності студентів, розвиток їх творчих здібностей

Творча задача – задача, спосіб розв’язування якої невідомий, тобто це процес створення нового на базі набутих понять і законів. Для активізації діяльності всіх студентів академічної групи необхідно впровадження інтерактивних підходів. Саме основою інтерактивних підходів є завдання, які направлені не стільки на засвоєння вивченого матеріалу, а на вивчення нового [4]. Сучасна педагогіка частіше за все використовує такі методи інтерактивних підходів: творчі завдання; робота в малих групах; інтерактивні лекції; інтерактивні заліки; звукові презентації; керовані дискусії. Всі ці методи спрямовані на діалогове навчання.

При проведенні аудиторних занять викладач повинен побудувати навчальний процес таким чином, щоб всі студенти були задіяні. Для досягнення мети засвоєння знань студентами у повному обсязі доцільне запровадження інтерактивного методу викладання навчального предмету через використання сучасних комп’ютерних технологій, Інтернет, он-лайн спілкування студент-студент, студент-викладач, викладач-викладач, а також впровадження інтерактивних заліків.

Наведемо приклад інтерактивного заліку для студентів I-го курсу з

теми: «Молекулярна фізика». Коло питань, які охоплює молекулярна фізика, дуже велике. Цей розділ фізики розглядає: будову атома і його зміни під впливом зовнішніх факторів (тиску, температури, електромагнітного поля), явища переносу (дифузія, теплопровідність, внутрішнє тертя), фазову рівновагу і процеси фазових переходів (кристалізація, плавлення, випаровування, конденсація), критичний стан речовини, поверхневі явища на межі поділу фаз. Молекулярна фізика – це опис макроскопічних властивостей речовини на основі мікроскопічної картини її будови. Задача викладача – розвинути у студента не тільки сприйняття теоретичного матеріалу, але і вміння використовувати здобуті знання у повсякденному житті.

Залік можна побудувати в 3 етапи:

- 1) теоретичний матеріал;
- 2) розв'язання якісних і кількісних задач;
- 3) захист лабораторних робіт.

I етап. Перелік запитань, зміст яких відповідає теоретичному курсу:

1) основні закони ідеального газу. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів;

2) розподіл молекул за швидкостями;

3) барометрична формула, функція розподілу Больцмана. Число мір свободи молекул. Закон рівномірного розподілу енергії по мірах свободи молекул;

4) явища переносу в газах. Теплопровідність, в'язкість, дифузія.

При цьому друге і третє запитання повністю передбачені для самостійного опрацювання.

II етап. Розв'язання задач, які дібрані так, щоб якомога повніше охопити фізичні ситуації, характерні для розділу «Молекулярна фізика». Задачі, що пропонуються для самостійного розв'язування, систематизовані, тобто кожна наступна ґрунтується на розв'язанні попередньої. Окрім того, складність задач повинна зростати: це сприяє не лише неформальному засвоєнню основних понять і законів та з'ясуванню їх меж застосування, але й служить ефективним засобом формування наукового мислення.

При застосуванні даного методу викладання доцільно використовувати творчі задачі, які розвивають якості особистості, завдяки яким можливе розширення кола інтересів студента. Також при впровадженні методу можливе навчання раціональних прийомів мислення, які сприяють з'ясуванню особливостей творчої властивості задачі. Особливістю розв'язання творчих задач є те, що неможливо надати алгоритм розв'язку, але саме це спрямовує на її розв'язок, направляючи мислення

студента на найбільш суттєві елементи. [4]

Наведемо приклади таких задач:

1. Дитяча гумова кулька, яка поповнена воднем, через деякий час стає слабо надутою. Чому? [1]

2. Чому після дощу пиляка на дорозі не піднімається? [1]

3. Відрізняються чи ні молекули холодної води від молекул теплої і гарячої води? Від молекул криги? [1]

4. Де більше міститься атомів: у склянці ртуті чи у склянці води? [1]

5. У балоні об'ємом 20 л міститься кисень масою 16 г. Визначити кількість молекул кисню в балоні та їх концентрацію. [2]

6. У балоні знаходиться суміш кисню і водню загальною масою 40 г. Масова частка кисню 60%. Яка кількість молекул у балоні? [1]

7. У балоні об'ємом 1 дм³ знаходиться 2,1 г азоту. Азот нагрівають до температури 1500°C, при якій його ступінь дисоціації дорівнює 30%. Який тиск суміші та яка її молярна маса? [3]

8. У системі, що складена із двох однакових горизонтальних посудин, з'єднаних трубою, збільшують тиск, нагріваючи тільки одну посудину. Яке максимальне збільшення тиску в системі? [1]

9. Використовуючи закон розподілу молекул ідеальною газу за швидкостями, знайти середню квадратичну швидкість. [1]

10. Визначити відношення тиску повітря на висоті 1 км до тиску на дні скважини глибиною 1 км. Повітря біля поверхні Землі знаходиться при нормальних умовах, і його температура не залежить від висоти. [3]

11. Визначити, у скільки разів відрізняється коефіцієнти динамічної в'язкості вуглекислого газу і азоту, якщо обидва гази знаходяться при однаковій температурі і однаковому тиску. Ефективні діаметри молекул цих газів рівні. [3]

III етап. Захист лабораторної роботи «Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя».

Перелік запитань міститься в кінці розробки даної лабораторної роботи. Наведемо приклад:

1. До яких явищ відноситься внутрішнє тертя? Які ще явища відносяться до цього ж типу явищ? Що їх поєднує?

2. Яким законом описується внутрішнє тертя? Як він формулюється і який математичний запис має?

3. Що називається коефіцієнтом внутрішнього тертя?

4. У чому полягає метод Стокса?

5. Як можна отримати закон Стокса із закону Ньютона?

6. Що таке градієнт будь-якої величини?

На даному етапі формальні та числові результати потребують не лише пояснення, але й з'ясування того, наскільки доцільним було вико-

ристання певної моделі.

Таким чином, приклад наведеного заліку дає можливість об'єктивно оцінити рівень знань студентів, оскільки успіх у складанні заліку можливий лише за умови вдумливого та наполегливого опрацювання теоретичного матеріалу та розв'язування задач, поетапного виконання і оформлення лабораторної роботи.

Виконуючи індивідуальну творчу діяльність, студент своєчасно може переключатися на відповідні етапи. Послідовність питань дає можливість зосередити увагу, мислення, що сприяє високому рівню засвоєння знань.

Інтерактивний метод викладання фізики дозволяє зробити вимоги до навчального процесу науково обґрунтованими із з'ясуванням закономірностей, які забезпечують позбавлення від інформаційного перевантаження студента. Метод дає переваги в переведенні процесу викладання з рівня інформування слухачів на рівень керування розвитком і професійним становленням суб'єктів навчання.

Список використаних джерел

1. Вознюк С. Ю. Практикум з розв'язування задач з елементарної фізики. Теплові явища : посібник для учнів, студентів та вчителів / С. Ю. Вознюк. – Тернопіль : Підручники і посібники, 1998. – 208 с.
2. Пастушенко С. М. Розв'язуємо задачі з фізики : навч. посібник для загальноосвіт. навч. закл. / Пастушенко С. М. – К. : Діал, 2002. – 195 с.
3. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. – М. : Высшая школа, 2001. – 589 с.
4. Фокин Ю. Г. Преподавание и воспитание в высшей школе: Методология, цели и содержание, творчество : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Фокин Ю. Г. – М. : Академия, 2002. – 224 с.

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ З ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ НЕФІЗИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

І. В. Сальник

Україна, м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка
isalnyk@gmail.com

Постановка проблеми. Реформування вищої освіти на основі врахування тенденцій суспільного розвитку є одним з найактуальніших завдань становлення державності України. Серед пріоритетних напрямків реформування вищої педагогічної школи важливе місце посідають питання оновлення змісту базової методичної підготовки; запровадження ефективних інноваційних педагогічних технологій; створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення сучасного навчального середовища вищої школи. Реалізація цих напрямків вимагає зміни змісту, форм, методів підготовки фахівців з вищою освітою.

Основна відмінність професійної освіти від загальної полягає в тому, що при плануванні навчального процесу у професійному освітньому закладі поряд із загальноосвітніми та розвивальними цілями освіти завжди наявні і прагматичні цілі навчання, які й визначають зміст і якість майбутнього спеціаліста. Під час такого навчання необхідні знання з фундаментальних дисциплін, які б слугували опорою для усвідомленого засвоєння загальнопрофесійних та спеціальних дисциплін.

Новими завданнями підготовки майбутніх вчителів в сучасних умовах реформування усіх складових освіти, є такі, як формування у студентів професійних компетенцій в області реалізації рівневої і профільної диференціації навчально-виховного процесу, передпрофільної підготовки, викладання інтегрованих і елективних курсів, використання нових педагогічних, в тому числі інформаційних, технологій, технічних засобів навчання, а також приладової матеріально-технічної бази. У зв'язку з цим досить важливим є забезпечити відповідність цим завданням предметної підготовки майбутніх вчителів.

Фізика є основою для більшості технічних та природничих дисциплін, які входять до навчального плану підготовки вчителів таких напрямків, як технологічна освіта, хімія, біологія, географія, інформатика та інші. Навчання фізики студентів таких педагогічних спеціальностей потрібно проводити в контексті професійної спрямованості. Тому одним з головних завдань фундаментальної підготовки з фізики у ВНЗ є встановлення її зв'язків з дисциплінами циклу професійно-практичної та при-

родничо-наукової підготовки, оскільки їх органічне об'єднання створює надійний фундамент підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», і стає більш вагомим для фахівців рівня «магістр».

Аналіз основних досліджень і публікацій. Методика навчання фізики у вищій педагогічній школі студентам нефізичних спеціальностей знаходиться в стадії формування її теоретичних і методологічних основ. Деякі проблеми вивчення фізики у вищих навчальних закладах знайшли відображення в докторських дисертаціях Г. Ф. Бушка, О. А. Коновала, В. В. Сагарди, Б. А. Суся та ін., у кандидатських дисертаціях І. Т. Богданова, Є. С. Клоса, Л. Л. Коношевського, Л. В. Медведєвої, Б. Н. Мухамєтової, В. П. Сергієнка та інших. Проблема професійної спрямованості навчання загальнонаукових і загальнотехнічних дисциплін займалися О. А. Покровський, О. В. Сергєєв, А. В. Усова, С. Д. Ханін. Вони розглядали фізику як основу загальнотехнічної та професійної підготовки майбутніх фахівців. Одночасно слід відмітити, що інтерес до поставленої проблеми знаходить відображення і в наукових працях таких дослідників, як І. О. Бардус, Л. Г. Сергієнко.

Не зважаючи на таку велику кількість досліджень, залишаються проблеми, які не знайшли свого повного розв'язання. Зокрема, проблема професійно спрямованої підготовки з фізики студентів нефізичних спеціальностей педагогічних вищих навчальних закладів, особливо в контексті формування експериментальних вмінь та навичок.

Виклад основного матеріалу. Загальними цілями навчання фізики майбутніх учителів є: організація вивчення передбачених програмою розділів курсу фізики, фактичного матеріалу, необхідного для оволодіння суміжними і спеціальними дисциплінами; виховання ставлення до фізики як науки, що дозволяє розв'язувати професійні задачі; розвиток фізичного мислення і виховання фізико-математичної культури; формування у студентів діалектичного мислення; уміння об'єктивно оцінювати соціальні наслідки науково-технічного прогресу в сучасних умовах. У зв'язку з цим перед кожним випускником вищого навчального закладу постають завдання, що вимагають комплексного розв'язання.

Цілі підготовки випускників природничо-наукового та технічного профілю у педагогічному ВНЗ визначаються завданнями їхньої професійної діяльності. В результаті навчання майбутні вчителі повинні володіти рядом загальнокультурних та професійних компетенцій, до яких відносяться, зокрема, готовність використовувати основні закони фізики у викладанні природничо-наукових та технічних дисциплін, застосовувати методи моделювання, теоретичного та експериментального дослідження; готовність до реалізації диференційованого підходу у вивченні дисциплін природничо-наукового циклу, використання нових ІКТ та

засобів їх реалізації у навчально-виховному процесі. Для цього необхідно забезпечити такий рівень підготовки з фізики студентів, що навчаються за нефізичними напрямками, який дозволить створити базу для освоєння дисциплін предметного блоку і буде відповідати завданням сучасного етапу реформування загальної середньої та вищої професійної освіти. Отже, за таких обставин необхідно і досить корисно раціонально об'єднати фундаментальне та професійно спрямоване навчання фізики.

У роботі зі студентами нефізичних спеціальностей необхідно враховувати чимало проблем. Перш за все, це проблема створення умов для вивчення фізики в необхідному обсязі. Також стоїть завдання підвищення ефективності навчальної діяльності студентів в умовах різного рівня знань з фізики у першокурсників. Скорочення кількості годин на аудиторне вивчення фізики потребує вдосконалення організації і активізації самостійної роботи студентів.

Дуже актуальною є проблема пов'язана з низькою мотивацією до вивчення фізики у студентів нефізичних спеціальностей. Дослідження показують, що більше половини студентів нефізичних спеціальностей вважають фізику навчальною дисципліною, яка не відіграє великої ролі у професійній підготовці, а третина студентів, маючи дуже низький рівень знань з основ шкільного курсу фізики, не розуміють навіщо їм вивчати фізику, тому й рівень їхньої підготовки, як правило, низький.

Ми навчаємо студентів, які не складають вступних іспитів з фізики. Нерідко студент, ще будучи школярем, не розумів фізики і у нього сформувався психологічний бар'єр по відношенню до фізики. Тому в процесі викладання дисципліни необхідно знаходити та використовувати такі методи, прийоми і способи, щоб усунути цей бар'єр з тим, щоб допомогти студенту не тільки зрозуміти і опанувати курс фізики у необхідному для фахівця нефізичних спеціальностей обсязі, а й розвинути навички самоосвітньої діяльності при вивченні спеціальних дисциплін.

У роботах вітчизняних і зарубіжних психологів, що досліджували процес пізнання (П. К. Анохін, М. О. Бернштейн, Л. С. Виготський, О. М. Леонт'єв, Д. І. Узнадзе, П. Я. Гальперін, П. Ліндсей, Д. Норман, У. Матурана та ін.) детально розглянуті процеси отримання та переробки знань. У них показано, що порушення зв'язку нових знань із уже наявними у студентів приводить до зникнення мотивації до подальшого процесу пізнання. Тому недостатня підготовка з фізики в школі призводить до недостатньої сформованості у свідомості студентів елементів знань, з якими вони могли б встановлювати асоціації в процесі навчання у ВНЗ. Отже, для підвищення вмотивованості та успішності навчання необхідно використовувати у змісті фізики ті елементи, які є в розпорядженні студентів – знання з дисциплін, які найкраще засвоєні студентом.

До таких, зрозуміло, відносяться дисципліни предметного блоку.

Аналіз сучасного стану проблеми підготовки з фізики студентів нефізичних спеціальностей дав нам можливість виділити наявні протиріччя, одним з яких є невідповідність сучасного стану природничо-наукового знання змісту дисциплін підготовки з фізики, які викладаються студентам нефізичних спеціальностей, який не відображає повною мірою сучасного рівня розвитку природничих та технічних наук.

З метою підвищення ефективності навчання фізики для студентів нефізичних спеціальностей крім загальноприйнятих методів, які широко використовуються у навчальному процесі, доцільно запроваджувати новітні педагогічні технології, засновані на сучасних підходах (діяльнісний, особистісно-орієнтований, компетентнісний).

Одним з таких перспективних напрямків, як зазначає І. Т. Богданов, є використання акмеологічних технологій професійного навчання, метою яких є формування у майбутніх фахівців професійних знань та вмінь [2]. Акмеологічний принцип визначає взаємозв'язок загальної і професійної (спеціальної) освіти, технології, відповідно, спрямовані на те, щоб необхідні знання із фундаментальних наук (фізики, математики, хімії та ін.) слугували опорою для усвідомленого засвоєння професійних дисциплін, які, у свою чергу, давали б можливість майбутньому вчителю всебічно і глибоко розібратися в спеціальних дисциплінах і якісно оволодіти обраною професією.

У процесі вивчення фізики студентам необхідно показати характерні ознаки та взаємозв'язки між явищами, а також можливість практичного використання отриманих знань у цікавій для них галузі діяльності.

Виходячи з аналізу системи викладання фізики на нефізичних спеціальностях, можна стверджувати, що навчальна програма дисципліни повинна мати дві складові – варіативну та інваріантну. Включення варіативного компонента в усі види занять дозволяє істотно підвищити мотивацію студентів до занять. Це стосується не лише теоретичної частини, але й блоку практичної підготовки.

Важливим моментом підготовки з фізики студентів нефізичних спеціальностей є формування усвідомленого використання фізичних знань для пояснення процесів і явищ, що вивчаються в циклі дисциплін фахової підготовки. Для цього необхідно запропонувати спеціальну систему завдань, що передбачають якісну відповідь на питання та проведення доступних студентам оцінювальних розрахунків. На думку С. Д. Ханіна, професійна орієнтація курсу має здійснюватися акцентуванням уваги студентів на професійно значущих для них розділах фізики, включенням у зміст освіти практично-орієнтованих задач, при розв'язанні яких розкривається взаємозв'язок фізики та галузі спеціалізації [6, 251].

У відповідності з поставленими цілями при відборі матеріалу для практичних занять повинні виконуватися такі вимоги: зміст задач та завдань має спиратися на знання, отримані студентами при вивченні дисциплін предметного блоку; зміст задач і завдань має виражати інтегрований міжпредметний характер, тобто включати елементи знань різних дисциплін; розв'язування задач повинно спиратися на фундаментальні закони фізики, при цьому обов'язковим є використання математичного апарату; зміст задач і завдань повинен враховувати когнітивні особливості студентів нефізичних спеціальностей; пошук відповіді на запитання завдання має передбачати не просто застосування того чи іншого закону фізики, а проведення ланцюжка міркувань, залучення додаткового матеріалу з різних дисциплін.

Так, наприклад, для студентів-біологів варто запропонувати задачі валеологічного спрямування:

1. Маса молекули гемоглобіну дорівнює 680 к.а.о.м. Скільки молекул гемоглобіну має міститися в одному еритроциті, якщо густина гемоглобіну 1 кг/м^3 , вважати, що еритроцити складаються тільки з гемоглобіну?

2. Вважаючи жирову (мієлінову) оболонку нерва плоским конденсатором з площиною пластин 1 см^2 , товщиною 1 мкм і діелектричною проникністю 49, обчислити його ємність.

До завдань якісного характеру можна віднести такі: 1. Чому не сприймаються як звуки хвилі, викликані биттям серця, коливаннями легенів під час дихання? 2. Чому людина, замерзнувши, починає тремтіти?

Студентам, які навчаються за напрямом «технологічна освіта» можна запропонувати такі завдання:

1. Теплиця обігривається за допомогою цегляної печі масою 3 т. Яку кількість вугілля треба спалити в такій печі, щоб нагріти її від 20 до 80°C , якщо питома теплоємність цегли $0,2 \text{ ккал/(кг}\cdot\text{K)}$, а з усієї кількості тепла, виділеної під час згоряння вугілля, корисно витрачається тільки 20%?

2. Імпульсне стикове зварювання здійснюють за допомогою розряду конденсатора ємністю $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}$ при напрузі 15 кВ. Яка середня корисна потужність розрядного імпульсу, якщо його тривалість $2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ і ККД установки становить 4%?

Завданнями якісного характеру можуть бути наступні: 1. Частина енергії, яку виробляє двигун автомобіля, витрачається на подолання опору повітря. В який вид енергії вона при цьому перетворюється? 2. Чому молоток нагрівається при ударі по твердому предмету?

Під час підготовки у педагогічних ВНЗ фахівців нефізичного профілю успішне засвоєння у відповідності до навчальних планів технічних

дисциплін, формування відповідних професійних компетенцій, пов'язаних з експериментальною підготовкою майбутніх вчителів природничих дисциплін та технологій, а також формування в рамках сучасної природничо-наукової концепції уявлення про фізику як експериментальну науку, диктує обов'язковість лабораторного фізичного практикуму як одного з основних елементів ефективної методичної системи з фізики.

Під час розробки та створення фізичного практикуму ми виходили, перш за все, з особливостей потреби експериментальної підготовки студентів, які:

- 1) володіють мінімальними експериментальними вміннями;
- 2) знайомі лише з найбільш часто використовуваним універсальним обладнанням (найпростіші вимірювальні прилади, джерела живлення та ін.);
- 3) володіють первинними навичками обробки та оформлення результатів досліджень;
- 4) знайомі лише з основними експериментальними методами дослідження в галузі професійних дисциплін.

Перелік робіт, які включені до лабораторного практикуму, повинен враховувати названі особливості студентів нефізичних спеціальностей. Тому до циклу практичної підготовки були включені роботи, які дозволяють не лише використати наявні у студентів знання та вміння, але й значно розширити їх, ознайомити з новими приладами та комплектами обладнання. До таких робіт нами віднесені роботи, в яких студенти:

- досліджують фундаментальні закони та визначають фундаментальні величини («Вивчення пружного і непружного ударів двох куль», «Визначення сталої Больцмана», «Визначення електрохімічного еквівалента речовини та обчислення величини елементарного заряду», «Вивчення явища фотоефекту», «Визначення діелектричної проникності, вектора електростатичної індукції і вектора поляризації»);
- вивчають практичне використання законів фізики («Визначення швидкості польоту кулі», «Визначення питомої теплоємності твердого тіла», «Вимірювання ємності технічних конденсаторів та з'єднання конденсаторів», «Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки», «Вивчення термоопору терморезистора»);
- навчаються працювати з різними вимірювальними приладами («Вивчення ноніусів. Вимірювання лінійних величин штангенциркулем та мікрометром», «Вимірювання вологості повітря», «Точне зважування», «Визначення коефіцієнта лінійного розширення», «Визначення основних точок термометра», «Вивчення тонких лінз», «Визначення концентрації розчину цукру»);
- вивчають різні експериментальні методи дослідження явищ та

процесів («Вимірювання в'язкості рідини методом Стокса», «Дослідження намагнічування феромагнетика за методом О. Г. Столетова», «Дослідження затухаючих коливань методом крутильного маятника», «Визначення модуля зсуву твердого тіла і моментів інерції обертаючих тіл за допомогою крутильного маятника», «Визначення індуктивності дросельної котушки»).

У рамках пропонованої нами методичної системи навчання фізики студентів нефізичних спеціальностей формування експериментальних умінь здійснюється в лабораторному практикумі, що складається з робіт, структура яких також відображає інваріантну та варіативну складові курсу фізики. В рамках інваріантної складової практикуму студенти проводять дослідження фізичних законів та закономірностей, а в рамках варіативної – їх практичне застосування. Варіативна ж частина практикуму ґрунтується на виконанні додаткових завдань, зміст яких враховує напрям підготовки студентів і розв'язує одночасно завдання диференціації навчання. З урахуванням того, що у програмі навчання фізики на більшості нефізичних спеціальностях відсутні години на практичні заняття, варіативна складова може включати професійно спрямовані задачі з відповідного розділу фізики.

Упродовж останніх років у зв'язку із широким запровадженням у методику навчання фізики засобів ІКТ для вирішення різних дидактичних проблем важливим елементом методичного забезпечення фізичного практикуму стали віртуальні лабораторні роботи та роботи з використанням комп'ютерної бази, наприклад, вимірювального блоку L-мікро та програми L-фізика. Виконання таких робіт практикуму дозволяє розширити можливості фізичного експерименту, підвищити точність вимірювань, ознайомити студентів із сучасними методами досліджень та провести серію дослідів, відтворення яких з реальним обладнанням утруднене або неможливе. Одночасно, відбувається формування важливої складової професійної компетентності – інформатичної компетентності. З метою розвитку інтегративних якостей особистості, що характеризують ступінь освоєння компетенцій у галузі інформатики, необхідних для діяльності в інформаційному просторі до лабораторного практикуму нами включені наступні роботи: «Вивчення явища Т-ефекту для рідких кристалів», «Вивчення пружного і непружного ударів двох куль», «Вимірювання в'язкості рідини методом Стокса».

Слід відзначити, що швидкий розвиток комп'ютерної техніки і розширення її функціональних можливостей дозволяють широко використовувати комп'ютери на всіх етапах навчального процесу з фізики. При цьому запровадження ІКТ суттєво впливає на методичну систему навчання фізики на нефізичних спеціальностях на всіх її рівнях:

з'являється мета підготовки студентів до життєдіяльності в інформатизованому сучасному суспільстві; виникає потреба введення в курс фізики нового змісту прикладного характеру; виникає можливість широкого використання дослідницьких методів; упровадження прогресивних форм навчання; нестандартних і нетрадиційних занять з використанням комп'ютерної техніки.

Висновки. У процесі навчання фізики студентів педагогічних спеціальностей нефізичного профілю необхідно орієнтуватися на принцип професійної спрямованості. Його потрібно дотримуватися при організації всіх форм роботи, комбінуючи різні засоби навчання з орієнтацією на майбутню професію студентів. Подальшу роботу з удосконалення методики викладання фізики ми бачимо в розробці методичного забезпечення самостійної роботи студентів та спецкурсів міждисциплінарного характеру для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр».

Список використаних джерел

1. Бардус І. О. Підвищення професійної спрямованості навчання фізики студентів інженерно-педагогічних спеціальностей комп'ютерного профілю / І. О. Бардус, Г. О. Шишкін // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). – № 3. – Бердянськ : БДПУ, 2009. – 304 с.

2. Богданов І. Т. Методика навчання загальної фізики на факультетах нефізичних спеціальностей у вищих навчальних педагогічних закладах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Богданов Ігор Тимофійович. – К., 2003. – 20 с.

3. Учет специализации студентов в курсе общей физики / И. К. Верещагин, В. А. Никитенко, С. М. Кокин и др. // Физическое образование в вузах. – 1996. – Т. 2. – № 2. – С. 63-67.

4. Масленникова Л. В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике студентов инженерных вузов : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Масленникова Людмила Васильевна ; Мордовский гос. ун-т имени Н. П. Огарева. – Саранск, 2001. – 398 с.

5. Фізичний практикум для студентів нефізичних спеціальностей : навчально-методичний посібник для студ. вищих навчальних закладів / [С. П. Величко, І. В. Сальник, Е. П. Сірик]. – Кіровоград, 2012. – 134 с.

6. Ханин С. Д. Физическое образование студентов естественнонаучных специальностей в условиях модернизации образования / С. Д. Ханин // Физика в системе современного образования (ФССО-05) : матер. восьмой междунар. конф. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2005. – С. 251-252.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ

Е. П. Сірик

Україна, м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка
sirikep@gmail.com

Фізика в системі освіти займає одне із провідних місць серед інших навчальних дисциплін. Це зумовлено тим, що сучасний розвиток фізичної науки досягнув такого рівня, завдяки якому фізичні теорії і фізичні методи наукового дослідження стали загальноновизнаними не лише в галузі природничих наук, а й поза їхньою сферою і дають вагомий результат в пізнанні внаслідок моделювання фізичних явищ і процесів. В умовах реформи системи освіти в Україні, і, зокрема, реформи фізичної освіти, кожен вищий навчальний заклад, особливо педагогічний, має готувати майбутнього фахівця з урахуванням високої фахової професійної підготовки та органічним поєднанням її з формуванням особистості фахівця у відповідній галузі, інтеграції освіти і науки, а також запровадження останніх наукових досягнень в процесі навчання.

Сучасний стан наукових фізичних досягнень дає змогу судити про рівень пізнання навколишнього світу, про інтелектуальний рівень і загальні можливості людини та в цілому про рівень загальнолюдської культури, а відтак і про рівень пізнання людиною свого буття та самопізнання. Відповідно сучасна фізика значно розширила сферу тих явищ і процесів, які вона вивчає, і непомірно зросла систематизуюча, узагальнююча та евристична її роль у процесі пізнання навколишнього світу.

Формування цілей статті. В умовах сучасного розвитку й подальшої розбудови фізичної освіти та вдосконалення методики навчання фізики виникає нагальна необхідність розробки нових навчальних дослідів, котрі ілюструють сучасні наукові досягнення в галузі оптики, які активізують як розумову, так і практичну самостійність у навчально-виховному процесі з фізики, доцільним убачається можливість кількісної оцінки оптичного випромінювання та основних його закономірностей. Вартим і доречним є використання навчальних приладів та їхніх комплексів, які будуються на напівпровідниковій основі.

Фізичний експеримент відіграє важливу роль у навчальному процесі з фізики, оскільки покликаний розпізнавати явища та з'ясувати їхню сутність, визначати умови, за яких вони виникають, якісно та кількісно оцінювати їх, знаходити причинно-наслідкові зв'язки між розглядуваними явищами, робити самостійні висновки.

Фізичний експеримент не лише активізує мислительну діяльність, яку вважають передумовою розвитку пізнавальної активності, але й викликає стійкий інтерес до досліджуваного явища, сприяє більш глибокому засвоєнню й усвідомленню фізичних законів.

Удосконалення фізичного експерименту вважається досить актуальним питанням сьогодення за умов постійного розвитку сучасної науки і техніки, постійно розширюючись, охоплює дедалі складніші явища природи, оскільки будь-який технологічний процес супроводжується різноманітними фізичними явищами, пояснюється класичними фізичними законами, здійснюється за допомогою пристроїв та механізмів, будова та принципи роботи яких також є частиною фізичних знань.

Аналіз актуальних досліджень. Навчальний фізичний експеримент є обов'язковим елементом процесу навчання фізики і водночас невід'ємною ланкою методики навчання. Науково-методичними дослідженнями Л. І. Анциферова, О. Ф. Кабардіна, Л. Р. Калапуші, В. Ю. Кліха, Є. В. Коршака, Д. Я. Костюкевича, Б. Ю. Миргородського, М. Я. Молоткова, М. М. Шахмаєва, а пізніше С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, С. О. Кононенка, В. Г. Нижника, В. І. Савченка, І. В. Сальник, Н. Л. Сошницької, В. І. Тишука та інших дослідників виявлено головні тенденції розвитку навчального фізичного експерименту, сформульовані основні напрямки його вдосконалення з урахуванням профільного навчання фізики, діяльнісного підходу, оцінки ергономічності та широкого впровадження останніх наукових досягнень.

Виклад основного матеріалу. Стрімке зростання наукової інформації, динамічний розвиток суспільства та зростання соціальної ролі особистості й посилення інтелектуалізації праці поряд зі швидкою зміною техніки і технологій потребують якісно нового рівня фізичної освіти, який повинен формувати професійну компетентність майбутніх вчителів на основі сучасних інформаційних технологій. Разом з тим аналіз сучасних передумов реформування змісту та методики навчання фізики дозволяє констатувати падіння престижності фізичної освіти, що зводиться до зниження зацікавленості учнів до вивчення фізики, зменшення конкурсів під час вступу абітурієнтів у ВНЗ, де готують фахівців з ряду галузей, що передбачають вивчення фізики. Не відкидаючи з поля зору соціально-економічні чинники цього негативного соціального явища, нашими дослідженнями доведено, що цю проблему можна і необхідно розв'язувати через вирішення освітніх проблем, котрі складають комплекс навчальних проблем, пов'язаних зі змістом, методикою навчання фізики, застосуванням і запровадженням наукових досягнень в галузі фізики, посиленням тих аспектів системи ШФЕ, котрі підвищують інтерес і зацікавленість учнів та активізують самостійну навчальну діяль-

ність кожного школяра, комплексним використанням усіх засобів навчання, включаючи втілення інформаційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

У контексті вищезазначеного виникає необхідність розробки і створення засобів навчання нового покоління, які найбільшою мірою мають відповідати сучасним вимогам. Створювані нові і вдосконалені існуючі засоби та навчальне обладнання для вивчення оптичного випромінювання і спектрів повинні бути орієнтованими на зміну навчальної діяльності у напрямках її розширення та інтенсифікації, бути змістовно і конструктивно орієнтованими на сучасний стан розвитку фізики, техніки і суспільства, враховувати останні досягнення психолого-педагогічних наук, методики навчання фізики, а також на з'ясування особливостей викладання розділу квантової фізики, де основи спектроскопії та спектрального аналізу виступають як один із провідних методів сучасних наукових досліджень і мають важливе практичне значення як для організації самостійної пізнавальної діяльності студентів, підвищення їхньої активності в опануванні новою науковою інформацією, так і в аспекті практичної спрямованості навчального процесу з фізики та з метою формування світогляду кожного учня та формування у кожного майбутнього фахівця правильних уявлень про навколишній світ.

Важливу роль у фізичній освіті молоді відіграють досліди, що ілюструють практичне використання властивостей світла та спрямовані на застосування відповідних методів дослідження в оптиці, в свою чергу, вони сприяють розкриттю зв'язку науки й практики, розкривають можливості використання навчальних експериментів у практичній діяльності людини, підвищують рівень професійно спрямованої підготовки і мають велике світоглядне значення.

Постановка дослідів по виявленню характеру розподілу енергії світла в різних оптичних явищах та досліди, що дозволяють кількісно оцінювати розподіл світлової енергії посідають одне з важливих місць у фізичному експерименті. При проведенні дослідів з різними джерелами випромінювання виникає необхідність вимірювання інтенсивності світлового потоку. Дуже часто запроваджувані у фізичному експерименті прилади (фотометри, фотоелементи, фотодіоди) не забезпечують необхідної якості та точності вимірювань. Оптичні фотометри, як наприклад фотометр Люм'єра-Бродхуна, не дають змогу отримати кількісні результати, а фотоелементи та фотодіоди у поєднанні з електровимірювальними приладами, хоча й дають таку можливість кількісної характеристики, та не забезпечують відносної чутливості, характеризуються різною чутливістю у різних діапазонах спектра. Тому виникає потреба створення приладу, який забезпечував би достатню чутливість, водночас був ком-

пактним, практичним, з автономним джерелом живлення та відповідав санітарно-гігієнічним, технологічним та ергономічним нормам.

На базі Наукового центру розробки засобів навчання Інституту засобів навчання НАПН України, який працює на кафедрі фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка під керівництвом доктора педагогічних наук, професора С. П. Величка вирішуються ряд проблем добору змісту, методів та адекватних їм засобів навчання, що сприяють ефективному засвоєнню навчального матеріалу студентами. Ведеться підготовка методичних розробок і рекомендацій для вчителів з метою забезпечення творчого викладання основ фізики, розв'язуються питання сучасних навчально-виховних задач як вузівської, так і шкільної фізичної освіти з метою подальшого вдосконалення навчального фізичного експерименту і відповідного обладнання та комплектів обладнання, яке є новим створеним та виготовленим за оригінальними схемами, що ефективно пов'язує курс загальної фізики із сучасними науковими досягненнями, тому що саме фізична галузь наукових досліджень ілюструє рівень пізнання людиною навколишнього світу, свідчить про рівень розвитку суспільства та характеризує рівень загальнолюдської культури взагалі. Одним із таких приладів є фотометр інтегральний ФІ-2, який показав себе досить зручним, надійним та необхідним при проведенні досліджень з вимірювання енергії світлового випромінювання, яка припадає на одиницю площі. Використання даного приладу у поєднанні з цифровими вимірювальними пристроями дає змогу отримати достовірні та реальні результати, оцінити якісно та, що більш важливо, кількісно досліджувані явища, пов'язані з розподілом та поширенням світлової енергії.

Прилад може бути використаний для вимірювання локальної яскравості віддалених просторових джерел, завдяки вузькій діаграмі спрямованості. Якщо додатково визначити за еталонним вимірювачем залежний від довжини хвилі коефіцієнт перетворення, то прилад може бути ефективно використаний для абсолютних вимірювань потужності монохроматичного випромінювання будь-якої іншої довжини хвилі в межах чутливості вмонтованих приймачів. Поряд з цим зазначимо, що фотометр може бути використаний для вирішення багатьох науково-дослідних та навчальних завдань, пов'язаних з оптичними вимірюваннями у лабораторних та польових умовах і одночасно для вимірювання величин струмів, напруг, опорів, що дуже часто є необхідним в лабораторній практиці.

Тому кожний новий технологічний напрямок реалізації наукових досліджень має актуальне значення.

Висновок. Сучасні підходи до організації та розвитку наукової та

дослідницької діяльності вимагають, щоб:

– навчальний процес з фізики, і зокрема, під час вивчення оптичного випромінювання і спектрів, був переорієнтований на розвиваючу освіту, на суттєве посилення самостійної пізнавально-пошукової діяльності студентів, а значить – на створення умов для саморозвитку і самореалізації у навчанні, що може здійснюватися через різні види педагогічних технологій і відповідними засобами їх реалізації;

– у вивченні оптики досягалося доцільне співвідношення і поєднання гуманітарної та природничо-математичної складових освіти, оптимальне поєднання їхніх теоретичних і практичних компонентів;

– стрімкий розвиток і широке запровадження нових технологій навчання, включаючи інформаційні технології та комп'ютерну техніку, підносили фізичну освіту на новий, значно вищий рівень, бо всі нові технології, разом з тим і нанотехнології, базуються на фізичному фундаменті, де знання, уміння і навички з фізики взагалі і зокрема з оптики слугують досить виваженим (у науковому і в методичному аспекті) містком під час переходу від суто класичних уявлень до квантових, від класичної фізичної теорії до квантової, яка розкриває нове бачення навколишнього світу як мікро-, так і макро- (мега) світу.

Список використаних джерел

1. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі / С. П. Величко. – Кіровоград, 1998. – 302 с.

2. Лабораторный практикум по спецкурсу «Применение учебного лазера в преподавании школьного курса физики» : метод. рек. / Сост. С. П. Величко, Н. К. Мошинский. – Кіровоград : КГПИ, 1991. – 40 с.

3. Сірик Е. П. Сучасні засоби вимірювання світлової енергії у лабораторному експерименті / Сірик Е. П. // Наукові записки. Серія: педагогічні науки. – Кіровоград : КДПУ, 2001. – Вип. 34. – С. 233-236.

КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВА ПРИРОДА РАДІОХВИЛЬ

Б. А. Сусь¹, Б. Б. Сусь²

¹ Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «КПІ»

² Україна, м. Київ, Київський національний університет

імені Тараса Шевченка

bogdansus@gmail.com

Постановка проблеми. Традиційно як в науковій, так і в навчальній літературі радіохвилі розглядаються як хвильове явище [1–3]. Особливість радіохвиль в тому, що вони генеруються електротехнічними методами. Однак радіохвилі – це лише частина із загального діапазону електромагнітних коливань і добре відомо, що інша частина діапазону – світло, рентгенівське і гамма-випромінювання – мають двоїсту природу, – це хвилі і частинки водночас. Тому існує проблема трактування радіохвиль також з точки зору їх двоїстості – як хвильового процесу, так і корпускулярного. Погляд на явище з іншої точки зору може відкрити інші можливості його бачення.

Розгляд проблеми. Електромагнітні хвилі (EMX) були відкриті на основі досліджень електромагнітних явищ. Основу теорії EMX, створеної Максвеллом, складають теорема про циркуляцію магнітного поля, закон електромагнітної індукції Фарадея, теорема Остроградського-Гаусса для електричного і магнітного полів:

$$\oint_1 \vec{H} d\vec{l} = \int_s \frac{d\vec{D}}{dt} d\vec{s} + \int_s \vec{j} d\vec{s}, \quad \int_s \vec{B} d\vec{s} = 0,$$
$$\oint_1 \vec{E} d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \left(\int_s \vec{B} d\vec{s} \right), \quad \int_s \vec{D} d\vec{s} = q.$$

Розв'язок системи цих рівнянь приводить до висновку про необхідність існування електромагнітних хвиль – взаємно обумовлених коливань електричного і магнітного полів:

$$E_y = E_{0y} \cos(\omega t - kx + \psi_1)$$

$$H_z = H_{0z} \cos(\omega t - kx + \psi_2)$$

На рис. 1 представлені коливання векторів \vec{E} і \vec{H} .

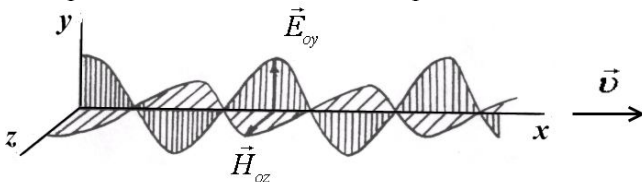


Рис. 1

Важливо зазначити, що коливання \vec{E} і \vec{H} відбуваються з однаковою фазою, тобто $\psi_1 = \psi_2$. Справа в тому, що електричне і магнітне поля мають енергію. Але оскільки \vec{E} і \vec{H} змінюються як в часі, так і в просторі, то змінюється й енергія електромагнітної хвилі. У зв'язку з тим, що існує закон збереження енергії, постає питання: у що перетворюється енергія ЕМХ при її зміні? Енергія електричного поля переходить в енергію магнітного поля, а також енергія магнітного поля – в енергію електричного поля, як це відбувається в коливальному контурі, не можуть, оскільки електричне і магнітне поля змінюються в одній фазі, тобто разом зростають і разом зменшуються. Щоб відповісти на поставлене питання, потрібно з'ясувати що ж таке електромагнітна хвиля? Як вона поширюється в просторі?

Будемо виходити з того, що природа всіх електромагнітних хвиль однакова і вона така ж, як і в світла, а світло має двоїсту природу – це хвилі і частинки водночас. В такому тлумаченні закладена суперечність, бо хвиля – явище просторове, а частинка локалізована. Здавалося б, що одночасно бути в просторі і бути локалізованим в обмеженому об'ємі – неможливо. Однак в роботі [4] показано, що світло – це певна форма руху матерії, коли один вид матерії (речовина) перетворюється в інший вид матерії (поле). Приклади переходу матерії з одного виду в інший добре відомі. Так, перехід матерії з одного виду в інший відбувається при поділі важкого ядра урану при вибуху ядерної бомби, коли частина маси ядра (речовина) переходить в енергію γ -випромінювання (поле), або при взаємодії електрона і позитрона, які зникають як речовина, утворюючи два γ -кванти поля. Ці процеси відбуваються у відповідності зі співвідношенням $W = c^2 m$. Відомий також перехід зворотного характеру – з поля в речовину, коли при зустрічі двох γ -квантів утворюються електрон і позитрон. Тому цілком логічно припустити, що в електромагнітній хвилі взагалі, включаючи діапазон радіохвиль, як і у випадку світла, реалізується безперервний періодичний процес переходу маси в енергію і енергії в масу:

$$\Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta W \rightarrow \Delta m \dots$$

У такий спосіб пояснюється природа коливного процесу в електромагнітній хвилі радіодіапазону – вона така ж, як і в світла. Однак необхідно детальніше пояснити електромагнітну хвилю як явище просторове і тут також повна логічна аналогія зі світлом.

Враховуючи двоїстість природи матерії, світло слід розглядати як потік фотонів – особливих частинок, які перебувають у коливному стані [4]. При такому підході суперечності щодо двоїстої природи немає, бо світло являє собою сукупність частинок, кожна з яких перебуває в коливному русі. Можна провести аналогію зі зграєю пташок у польоті. Кож-

на пташка махає крилами по різному (коливний процес). Однак можна виділити пташок, які махають крильми в однаковій фазі – разом піднімають, разом опускають. Такі пташки в просторі утворюють хвильову поверхню з певною фазою. Інші пташки утворюють хвильову поверхню з іншою фазою (рис. 2).

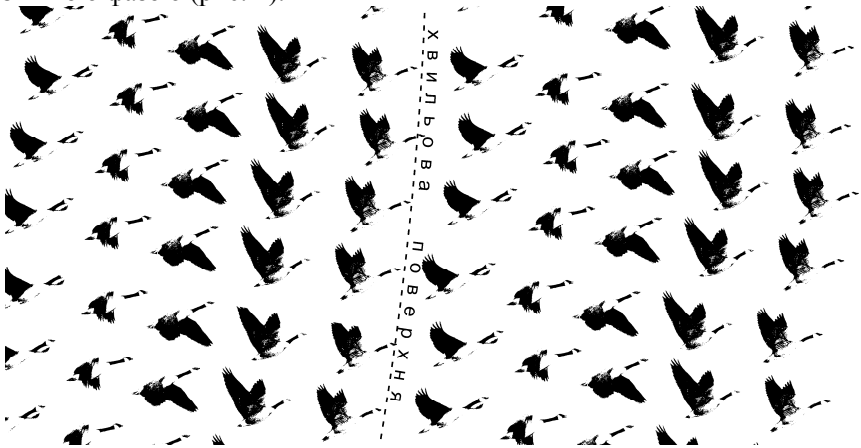


Рис. 2

Так само, як би то не було незвично, електромагнітну хвилю радіодіапазону також можна уявити як потік частинок, що коливаються з відповідною частотою і фазою. Руху частинки, що коливається, відповідає певна довжина хвилі. За аналогією до світла, частинки якого називаються фотонами, частинки хвиль радіодіапазону умовно можемо назвати *R*-фотонами. Потрапляючи на провідник (антену), *R*-фотони своїм електричним полем впливають на електрони і викликають відповідну електрорушійну силу. А далі всі процеси підсилення радіохвиль розглядаються узвичаєним шляхом.

Висновки. Радіохвилі як частина діапазону електромагнітних коливань мають двоїсту корпускулярно-хвильову природу – це частинки і хвилі водночас. Хвильова природа визначається тим, що окремі частинки радіохвиль перебувають у внутрішньому коливальному стані, при якому відбувається процес переходу електромагнітної енергії частинки в масу і навпаки: $\Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta W \rightarrow \Delta m \dots$

Потік частинок, що коливаються, утворює просторову хвилю з добре відомими хвильовими властивостями.

Список використаних джерел

1. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. Электродинамика / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М. : УРСС, 2004. – 352 с.

2. Распространение радиоволн / О. И. Яковлев, В. П. Якубов, В. П. Урядов, А. Г. Павельев. – М. : ЛЕНАНД, 2009. – 496 с.

3. Tipler P. A. Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, 6th Edition / Paul A. Tipler, Gene Mosca. – New York : W. H. Freeman and Co, 2007. – 1356 p.

4. Сусь Б. А. Незвичне бачення традиційних проблемних питань фізики : науково-методичне видання / Б. А. Сусь, Б. Б. Сусь. – К. : Просвіта, 2010. – 132 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОПУСКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

В. С. Ткаченко, Б. И. Бешевли
Украина, г. Донецк, Донецкий национальный университет
beshevli@mail.ru

Лабораторный практикум занимает особое место в изложении курса общей физики. Его целью является как закрепление теоретического материала, излагаемого на лекциях, так и обучение теории и практике эксперимента. Лабораторный практикум, как особая форма проведения занятий, имеет ряд преимуществ. К ним можно отнести возможность объединять обучаемых студентов с близким уровнем знаний в небольшие группы. При выполнении лабораторных работ от них требуется наличие навыков самостоятельной исследовательской работы, что практически недоступно при других формах занятий. Такой вид занятий дает возможность преподавателю корректировать процесс обучения, при этом работая индивидуально с каждым из студентов. На занятиях по лабораторному практикуму наиболее эффективно реализуется обучающая и воспитывающая функция учебного процесса, включая в себе не только психологическую составляющую, но и черты многих других наук: от педагогики и эстетики до физики и техники.

Основными принципами постановки и проведения лабораторного практикума по физике являются следующие: целенаправленности, научности, системности и последовательности, доступности материала и учета индивидуальных особенностей, наглядности, сознательности, активности и творчества, выбор оптимальных методов, форм и средств обучения, прочности, осознанности и действенности результатов образования и развития, связи обучения с профессиональной деятельностью.

За многие годы изложения курса «Общей физики» в высшей школе сформирована тематика и содержание лабораторных работ, перечень и описание которых приводится в общедоступной (классической) литературе. Поэтому даже для молодого преподавателя, который только начинает свой путь, не представляется сложным выбрать из имеющихся разработок материал, на котором можно было бы изучить основные законы физики, экспериментально проверить теоретические положения.

Поэтому основной задачей преподавателя становится разработка методического обеспечения лабораторных работ. При правильной организации лабораторного практикума и подготовки к лабораторным работам у студентов формируются необходимые знания и навыки для проведения экспериментальных исследований.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен освоить основные теоретические сведения, касающиеся исследуемого явления, то есть быть способным дать физическое пояснение происходящим во время проведения занятия процессам. Кроме того, для успешного выполнения работы студенту необходимо знать ее цели и задачи, порядок проведения лабораторной работы, быть знакомым с устройством и работой установки, иметь представление о назначении её отдельных узлов и элементов. Обязательно нужно иметь навыки работы с измерительными приборами, знать основные характеристики используемых приборов и оборудования. В связи с этим вопрос о проверке уровня подготовки студентов к выполнению лабораторных работ является актуальным и требует эффективного решения.

Целью данной работы является сравнение различных методов контроля подготовки студентов к выполнению лабораторного практикума и определение наиболее эффективного из них.

Лабораторный практикум по курсу общей физики для студентов нефизических специальностей в среднем имеет объем 100-120 часов. Целью его проведения является формирование у студентов необходимой системой знаний, умений и навыков, необходимых в их последующей исследовательской деятельности. Она может включать в себя как постановку и осуществление различных экспериментов, так и обработку экспериментальных данных, анализ полученных результатов, формулировку выводов и рекомендаций по итогам проведенного эксперимента.

Существуют фронтальная и циклическая формы проведения лабораторных работ. При фронтальной форме формируются бригады из 2-3 студентов и все бригады выполняют одну и ту же лабораторную работу на своих рабочих местах. К преимуществам данной формы можно отнести то, что студенты проводят экспериментальные исследования физических явлений после того, как обработан теоретический материал. Кроме того, преподаватель может так организовать занятие, чтобы в процессе выполнения работы студенты имели возможность обмениваться информацией, принимать коллективные решения. Основной целью занятий в данном случае является закрепление теоретического материала и умение студента применить теоретические знания на практике.

При циклической форме проведения занятий каждая бригада выполняет лабораторную работу, отличающуюся от других. В этом случае, как правило, лабораторная работа выполняется по теме, теоретический материал по которой ещё не прочитан на лекциях. Таким образом, студент должен самостоятельно изучить необходимый теоретический материал и выполнение работы носит исследовательский характер.

При любой форме проведения лабораторных работ студенты пред-

варительно должны изучить описание и ход лабораторной работы, теоретический материал лекционного курса и учебника, знать цели и задачи задания.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен получить допуск к выполнению, целью которого является выяснение степени готовности студента к проведению эксперимента. Чаще всего проверяется:

- а) наличие конспекта;
- б) знание цели и задач эксперимента;
- в) знание основных терминов и определений;
- г) знание экспериментальной установки;
- д) знание хода выполнения работы.

Таким образом, для того, чтобы убедиться, что студент обладает необходимыми для выполнения работы знаниями, умениями и навыками, преподаватель должен произвести индивидуальный опрос каждого студента.

Существует несколько методик проведения допуска к лабораторной работе:

1. *Устный контроль.* Проводится в начале занятия перед проведением лабораторной работы, зачастую используется определенный список вопросов, приведенный в методических указаниях. Его преимуществом является достаточная гибкость и вариативность в проведении опроса, а недостатком – весьма ограниченный объем материала, приведенный в методических указаниях. Кроме того, при фронтальном практикуме нарушается принцип индивидуальности ответа.

2. *Письменный контроль.* Проводится в начале занятия по вопросам, сформулированным преподавателем для каждого из студентов, ответы на вопросы должны быть представлены в письменной форме. Преимущество такого метода заключается в индивидуальности контроля. К недостаткам относится сложность и продолжительность проверки результатов.

3. *Бригадный контроль.* Проводится в начале занятия, предполагается, что студенты задают вопросы, касающиеся лабораторной работы, друг другу, однако определенного списка вопросов нет. Преимущество – опрос проводится достаточно быстро. Недостаток – высокая вероятность заранее подготовленных весьма простых вопросов и ответов.

4. *Опережающий контроль.* Проводится заранее, например, за день до проведения лабораторной работы, однако, по сути, требует выделения дополнительного занятия только для проведения допуска к лабораторным работам.

5. *Тестовый контроль.* Тестирование студентов в начале занятия перед проведением лабораторной работы.

Выбор методики допуска к выполнению работ зависит от многих факторов: от уровня подготовки студентов, рассматриваемой темы занятия, формы проведения лабораторных работ (фронтальная или циклическая). Ухудшающийся из года в год уровень подготовки выпускников школ по различным предметам, в том числе и по физике, приводит к тому, что преподавателю требуется значительное время, чтобы не только опросить студентов и проверить уровень их подготовки к работе, то есть принять допуск, но и пояснить каждому из них наиболее сложные моменты, связанные с выполнением работы, проследить за выполнением эксперимента, правильностью и корректностью записи результатов измерений. Лабораторные занятия чаще всего проводятся с группой из 12-14 человек, каждому студенту группы необходимо уделить внимание. Фактически на каждого из студентов приходится потратить в среднем за 12-15 минут, при том, что на выполнение лабораторной работы отводится два академических часа.

Таким образом, страдает не только качество работы, а возможны случаи, что к лабораторным работам допускаются неподготовленные студенты, в отчетах при записи результатов могут появиться ошибки. Это порождает на занятия нервную обстановку, массу не сдавших вовремя лабораторные работы студентов, которые могут быть не допущены к экзамену по данной дисциплине как не выполнившие учебный план.

Следовательно, допуск студентов к лабораторной работе посредством индивидуальной беседы с каждым из них не является наиболее оптимальным видом допуска.

Решением данной проблемы мог бы быть допуск к лабораторной работе на основе письменных ответов, так как он более экономичен в плане затрат времени, но в этом случае возможна ситуация, когда большинство студентов переписывают ответы из различных источников непосредственно перед лабораторной работой, без должного осознания цели работы и методики её выполнения.

Допуск студентов на основе бригадного контроля не всегда приводит к экономии времени.

Опережающий прием допуска студентов к лабораторной работе может показаться наиболее рациональным. Он позволяет существенно экономить время, отведенное в начале каждого занятия на проведение допуска к лабораторной работе. Однако данный метод предполагает, что студенты должны посетить дополнительное занятие, на котором они получают вопросы для допуска, а также получается, что студенты, не получившие допуск с первого и второго раза, должны все равно сдавать допуск во время лабораторного занятия, на что затрачивается опреде-

ленное время.

В связи с этим наиболее оптимальным представляется допуск, проводимый в виде тестирования, так он позволяет максимально разгрузить преподавателя от работы по приему допусков к лабораторным работам, уменьшает возможность субъективной оценки знаний студентов, позволяет выделить время для наблюдения за правильностью выполнения лабораторного эксперимента.

По каждой лабораторной работе в лаборатории должна быть создана база тестовых заданий, содержащая порядка 50 заданий. Из нее случайным образом формируются различные тесты, каждый вариант содержит 10 заданий, из которых необходимо ответить правильно не менее, чем на 9 заданий, чтобы получить допуск к лабораторной работе.

Время ответа на тест ограничено 10 минутами.

Ниже, в качестве примера, приводятся вариант тестового задания для выполнения студентами естественнонаучных и технических специальностей лабораторной работы по физике на тему: «Изучение законов кинематики и динамики поступательного движения с помощью машины Атвуда».

Тесты, примерные задания:

1. Какова цель работы?

- а) определить массу и объем исследуемого тела;
- б) экспериментально проверить закон сохранения момента импульса;
- в) экспериментально проверить закон Ньютона для вязкого трения и рассчитать коэффициент вязкости;
- г) экспериментально проверить закон пути при равномерном и равноускоренном движениях, экспериментально проверить второй закон Ньютона.

2. Какие приборы и принадлежности необходимы для выполнения данной работы?

- а) секундомер, весы, линейка, динамометр;
- б) машина Атвуда, линейка, секундомер, набор перегрузков известной массы;
- в) машина Атвуда, штангенциркуль;
- г) машина Атвуда, набор перегрузков, весы.

3. В каком виде может быть записан закон пути при равномерном движении?

$$\text{а) } v = \frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2} = const ; \text{ б) } v = \frac{S_1}{t_1^2} = \frac{S_2}{t_2^2} = const ;$$

$$\text{в) } v^2 = \frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2} = \text{const} ; \text{ г) } S = \frac{v_1}{t_1} = \frac{v_2}{t_2} = \text{const} .$$

4. Для проверки закона пути при равномерном движении с помощью машины Атвуда необходимо измерить следующие величины:

- а) скорость тела и его ускорение;
- б) путь, пройденный телом, и массу тела;
- в) путь, пройденный телом, и время движения;
- г) время движения тела и объем тела.

5. Какие измерительные приборы необходимы для экспериментальной проверки закона пути при равномерном движении?

- а) линейка и весы;
- б) линейка;
- в) секундомер и термометр;
- г) линейка и секундомер.

6. Порядок выполнения упражнения по экспериментальной проверке закона пути при равноускоренном движении:

а) собрать установку, затем зафиксировать один из грузов в машине Атвуда, на другой груз поместить дополнительный разновес. Включив секундомер, отпустить зафиксированный груз. Измерить путь, пройденный другим грузом, записать время движения.

б) собрать установку, измерить массу и плотность обоих грузов в машине Атвуда, затем зафиксировать один из грузов в машине Атвуда, на другой груз поместить дополнительный разновес. Включив секундомер, отпустить зафиксированный груз. Измерить путь, пройденный другим грузом, записать время движения.

в) собрать установку, затем зафиксировать один из грузов в машине Атвуда, на него же поместить дополнительный разновес. Включив секундомер, отпустить зафиксированный груз и посмотреть, что будет.

г) собрать установку, измерить массу грузов в машине Атвуда, затем зафиксировать один из грузов в машине Атвуда, на другой груз поместить дополнительный разновес. Включив секундомер, отпустить зафиксированный груз. Записать время движения.

7. Как сформулировать второй закон Ньютона?

а) тела взаимодействуют друг с другом с силами, равными по модулю, противоположными по направлению, и при этом лежащими на одной прямой, соединяющей центры масс взаимодействующих тел;

б) в замкнутой системе импульс сохраняется;

в) изменение импульса тела равно геометрической сумме всех действующих на тело сил;

г) сила взаимодействия двух тел обратно пропорциональна квадрату

расстояния между телами.

8. Какие измерения в упражнении по проверке второго закона Ньютона с помощью машины Атвуда, являются прямыми:

а) масса перегрузка m_1 , масса перегрузка m_2 , время движения t_1 , время движения t_2 ;

б) разность масс перегрузков $\Delta m = m_1 - m_2$, время движения t_1 , время движения t_2 ;

в) соотношение времен движения $\frac{t_1^2}{t_2^2}$;

г) соотношение масс $\frac{\Delta m_1}{\Delta m_2}$.

9. Как определить полную погрешность прямого измерения пути, пройденного грузом?

а) $\Delta S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle S_1 \rangle - S_{1i})^2}{n(n-1)}}$; б) $\Delta S_1 = \frac{\text{цена деления линейки}}{2}$;

в) $\Delta S_1 = \sqrt{\Delta_{\text{сист}}^2 S_1 + \Delta_{\text{сл}}^2 S_1}$; г) $\Delta S_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial S_1}{\partial t_i} \Delta t_i \right)^2}$.

10. Какая запись результатов и погрешностей, полученных в работе, является правильной?

а) $\frac{t_1^2}{t_2^2} = 1,36 \pm 0,04682$; б) $\frac{t_1^2}{t_2^2} = 1,36 \pm 0,05$;

в) $\frac{t_1^2}{t_2^2} = 1,36 \pm 0,047$; г) $\frac{t_1^2}{t_2^2} = 1,36 \pm 0,04$.

Использование тестового контроля при проведении допуска студентов к выполнению лабораторных работ показало, что тестирование является наиболее качественным и объективным способом оценивания знаний студентов. Его объективность достигается путем стандартизации процедуры проведения проверки степени подготовленности студентов к занятиям, ставит всех учащихся в равные условия, как в процессе контроля, так и в процессе оценки, практически исключая субъективизм преподавателя.

Затраты времени на проведение теста по допуску к лабораторной работе значительно ниже, чем при письменном или устном допуске.

ЗАХВОРЮВАНІСТЬ ТА СОНЯЧНА АКТИВНІСТЬ

З. Ю. Філер^α, А. С. Чуйков^β

Україна, м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка

^α filier@rambler.ru

^β artem_chuikov@rambler.ru

Захворюваність завдає значного збитку економіці країни та часто неоціненну шкоду окремим людям. Сучасний стан здоров'я населення України характеризується зростанням поширеності і первинної захворюваності на більшість класів хвороб; зростанням переходу гострих захворювань у хронічні; підвищенням частоти вроджених вад та спадкових захворювань; значне збільшення інфекційних хвороб, серед яких туберкульоз, кишкові інфекції, вірусний гепатит; підвищенням захворюваності серед малозабезпечених верств населення.

Аналіз динаміки виникнення та розвитку захворюваності, виявлення факторів, які на неї впливають, дасть змогу прогнозувати зміни захворюваності, що, в свою чергу, може призвести до покращення умов життя населення, позитивно вплине на економіку країни. Однією з вагомих причин коливання *захворюваності* є зміна сонячної активності (СА).

Зараз Світ знаходиться на етапі максимуму СА.

Плями на Сонці люди спостерігали ще з давнини. Активне спостереження за Сонцем почалося після винайдення телескопу Г. Галілеєм у 1610 р. Середньорічна кількість плям коливається з періодом, близьким до 11 років (9 циклів за сторіччя). З початку 1910 р. стає зрозумілою магнітна природа плям та взаємодія потоків «сонячного вітру» – магнітних полів та часток, які витікають з плям, з магнітосферою Землі. Орієнтація магнітних полів плям змінюється в періоди мінімумів сонячної активності, а магнітосфери – ні, тому в сусідніх 11-річних циклах характер взаємодії магнітних полів цих потоків із Землею є різним. Тому справжній період СА для землян є 22-річний цикл.

Основною характеристикою СА є *число Вольфа*, яке визначається кількістю плям на Сонці та груп, в які вони об'єднані. Річні дані чисел Вольфа відомі, починаючи з 1700 р., місячні – з 1749 р., добові – з 1818 р.

О. Л. Чижевський установив вплив сонячної активності на виникнення та перебіг захворювань ще у 20-х роках ХХ ст. Він розглядав такі *епідемічні* хвороби, як грип, поворотний та черевний тиф, холеру, чуму, дифтерію та ін. Так, наприклад, розглядаючи грип [3, 156-157], вчений

помітив, що період епідемій в середньому арифметичному рівний 11,1 р., при цьому в кожному періоді відбувається декілька її хвиль: першу можна чекати приблизно через 3 роки після мінімуму СА, а другі і треті хвилі накладаються вже на роки після максимуму, тобто на спаді СА. На основі цього Чижевський пропонував робити прогнози про найбільш ймовірне розміщення в часі епідемій грипу на значний термін вперед. Останній мінімум СА був у 2007-2009 рр. (рис. 1), тому першу хвилю грипу можна було очікувати у 2011-2012 рр. Астрофізики прогнозують спад СА, починаючи з 2015 р. Тому другу хвилю можна чекати у 2015-2016 рр.

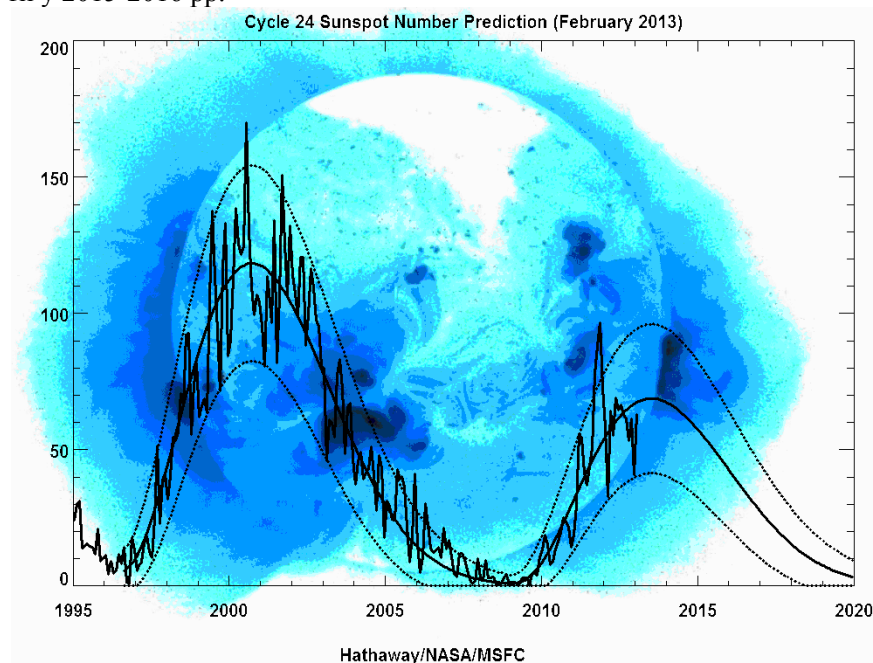


Рис. 1. Прогноз СА до 2020 року

Для дослідження впливу СА не тільки на епідемічні, а й на інші різні типи хвороб було використано статистичні дані Головного управління статистики у Кіровоградській області про захворюваність населення в період з 1995 по 2010 рр. а також дані Державного архіву Кіровоградської області в період з 1989 по 1994 рр.

З рис. 2 видно, що рівень загальної захворюваності (кількості вперше зареєстрованих хвороб) зростає в роки максимуму СА та спадає у роки її мінімуму. Коефіцієнт кореляції виявився досить низьким (0,17), що свідчить про різні особливості впливу СА на різні типи хвороб та

наявність коливань, пов'язаних з іншими, зокрема, соціально-економічними причинами.



Рис. 2. Загальна захворюваність та СА

Дослідження проводилося з використанням *методу накладання епох*, який дає змогу усереднити дані за багато років та побачити найбільш імовірну закономірність зв'язку сонячної активності та захворюваності [4, 89]. Цей метод використовував О.Л. Чижевський у своїх дослідженнях. Епохами він вважав 11-річні цикли СА. Вони діляться на 4 етапи: 3-річний мінімум СА, 2-річний підйом СА, 3-річний максимум СА та 3-річний спад СА. Накладання періодів у значній мірі зменшує вплив на загальний результат суто випадкових причин і дозволяє виявити закономірності розподілу масових явищ під впливом СА.

Смертність від хвороб системи кровообігу (ХСК) стоїть на першому місці в Україні – 63,7 % у структурі всіх причин смертності (дані 2009 року). У 40-х роках ХХ століття частка серцево-судинної патології в колишньому СРСР становила 11% від усіх випадків смерті, в 60-х – вже 36%, а на початку 80-х цей показник досяг 48,3%. У США в 70-х роках від ХСК потерпало 25% дорослого населення, а смертність становила 48,6% від загального показника (362 і 744 відповідно на 100 тисяч населення). В Англії поширення ХСК з 1920 до 1955 року зросло в 70 разів! Це, мабуть, відображає і зменшення смертності від епідемічних хвороб завдяки поширенню вакцинації та інших профілактичних заходів.

На рис. 3 показаний зв'язок СА з ХСК; видно, що захворюваність стрімко зростає в період зростання СА та спадає зі спадом СА.

Зв'язок між цими процесами є найбільш природнім, тому що кров

можна розглядати як колоїд, в якому роль електроліту виконує плазма, а роль зважених частинок – негативно заряджені еритроцити, які утримуються від злипання силами електростатичного відштовхування [4, 185, 187-190]. При достатній кількості зарядів, які несуть еритроцити, достатній і електричний розпір між ними, від чого залежить частково і надходження до еритроцитів поживних матеріалів і видалення відпрацьованих шлаків. При нестачі зарядів на еритроциті розпір між ними теж невеликий, шляхи проходження плазми між еритроцитами обмежені, у зв'язку з чим транспортно-обмінна функція крові падає, обмін речовин у якійсь степені порушується, а звідси збільшується ризик виникнення патологічних явищ. Червоний колір крові визначається присутністю у ній заліза; вона утворює електричний струм у змінному магнітному полі, утвореному сонячним вітром.

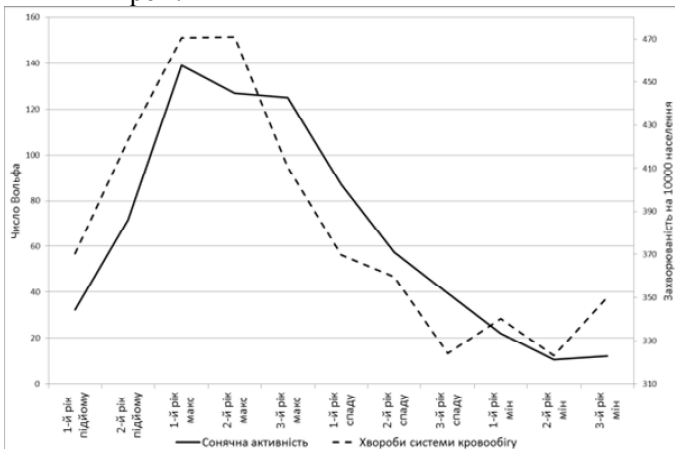


Рис. 3. СА та хвороби системи кровообігу зі зсувом на 1 рік вперед

Зсув кривої хвороб системи кровообігу на 1 рік вперед дещо збільшує коефіцієнт кореляції, отже, можна вважати, що захворюваність ХСК випереджає СА на один рік. Визначальним фактором є не абсолютне значення СА, а *швидкість* її зростання. Отримані результати показують, що в період максимуму СА захворюваність ХСК збільшується на 46% у порівнянні з етапом мінімуму.

У результаті застосування методу накладання епох отримані лаги та максимальні коефіцієнти кореляції для різних типів хвороб (табл. 1). Лаг зі знаком «+» означає запізнення захворюваності відносно СА, а знак «-» – випередження першої відносно останньої. З таблиці видно, що більшість хвороб реагують на стрімкий *підйом* СА, і тому розвиваються у період її наростання. Тільки для хвороб кістково-м'язової системи і спо-

лучної тканини спостерігається зсув максимуму захворюваності на 1 рік вперед, що пов'язане з тривалим латентним періодом захворюваності.

У квітні 1993 року Всесвітня організація охорони здоров'я (ВО-ОЗ) проголосила туберкульоз глобальною небезпекою. Туберкульоз – це й соціальна хвороба, тому він зростає в країнах, де погані соціально-економічні умови, добробут народу, низька його освіченість, примітивна санітарна культура. Але не можна цим соціально-економічним явищам надавати виключне значення як єдиному актуальному фактору у етіології захворювань.

Таблиця 1

Зсуви для різних типів хвороб

Тип захворюваності	Лаг	Коефіцієнт кореляції
Всього	0	0,85
Новоутворення	-3	0,64
Хвороби системи кровообігу	-1	0,94
Хвороби органів дихання	-1	0,79
Хвороби шкіри та підшкірної клітковини	0	0,68
Хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	+1	0,82
Уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	-2	0,66
Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин	0	0,51

Для дослідження впливу сонячної активності на туберкульоз використовувалися дані «магнітних» чисел Вольфа як показника SA, та показник захворюваності на туберкульоз на 100 000 населення у Кіровоградській області за період з 1990 по 2011 рр. На рис. 4 побудовані графіки SA та туберкульозу, зсунутого на 4 роки назад. Коефіцієнт кореляції складає 0,81 і свідчить про високий степінь зв'язку між процесами.

22-х річний період SA, з яким тісно пов'язаний туберкульоз, це життя одного покоління. Можливо, збудник хвороби – паличка Коха – пристосовується до мінливих та несприятливих для неї умов навколишнього середовища, відповідних ліків та з періодичністю в 22 роки знову проявляється з більшою силою, бо «старі» ліки вже не діють.

Програма EXTRAPOL дає змогу знаходити тригонометричні тренди типу $A_0 + \sum_{k=1}^n a_k \cos(\omega_k t) + b_k \sin(\omega_k t)$, де частоти ω_k не є кратними основній частоті, як у рядах Фур'є [2, 60]. При фіксованих ω коефіцієнти $A, a_k,$

b_k входять лінійно, тому нормальні рівняння для суми квадратів відхилень $S(A, \vec{a}, \vec{b}) = \sum (y(t_k) - f(A, \vec{a}, \vec{b}, \vec{\omega}, t_k))^2$ $\frac{\partial S}{\partial A} = \frac{\partial S}{\partial a_k} = \frac{\partial S}{\partial b_k} = 0$ нелінійні відносно ω . Послідовно знаходяться частоти, і вилучаються відповідні тренди. Програма EXTRAPOL дає хороше наближення та змогу прогнозувати.

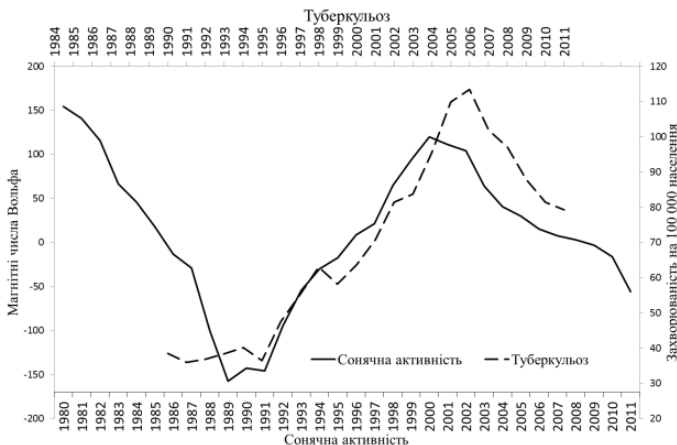


Рис. 4. Магнітні ЧВ та туберкульоз, $r=0,81$

Позначимо $\vec{\omega}_1, \vec{\omega}_2$ – набір перших частот для часових рядів захворюваності на туберкульоз та сонячної активності відповідно. Частоти $\vec{\omega}_1$ є більш детермінованими, ніж відповідні їм амплітуди, які є випадковими величинами, тому що на них впливають багато різних соціальних факторів. Поширення збудника хвороби залежить від ступеня скупченості людей у певному місці, кліматичних умов та ефективності боротьби з ним. За допомогою програми побудуємо перші 6 гармонік для обох масивів та знайдемо відповідні їм частоти. Найбільш вагома частота 1,091 (період 5,76 р.). Досить високий коефіцієнт кореляції ($r=0,98$) вказує на схожий характер коливань процесів.

За допомогою методу найменших квадратів отримали рівняння лінійної регресії $\hat{y}_t = 17,18 + 0,06x_t + 0,05x_{t-5} + 0,76y_{t-1}$, де x_t, x_{t-5} – значення СА у моменти часу t та $t-5$, y_{t-1} – значення захворюваності на туберкульоз у момент часу $t-1$. Спрогнозувавши за допомогою програми EXTRAPOL динаміку СА на найближчі 4 роки, отримали з рівняння регресії прогноз захворюваності, згідно якого очікується її зниження майже на 18% (рис. 5).

Для дослідження впливу щоденних коливань СА на захворюваність

використовуються щоденні дані, які були зібрані у відділі статистики Кіровоградської обласної лікарні. Вибірка складає 121 день в період з 1-го січня по 30-е квітня 2012 року і є репрезентативною для Кіровоградської області. Дослідження проводилось для трьох типів хвороб: судинних, ендокринних та неврологічних. За цей період було зареєстровано 329, 380 та 319 захворювань відповідно. В середньому за день реєструвалось 2,72, 3,14 та 2,64 хворих відповідно. Але розподіл хворих по дням тижня нерівномірний.

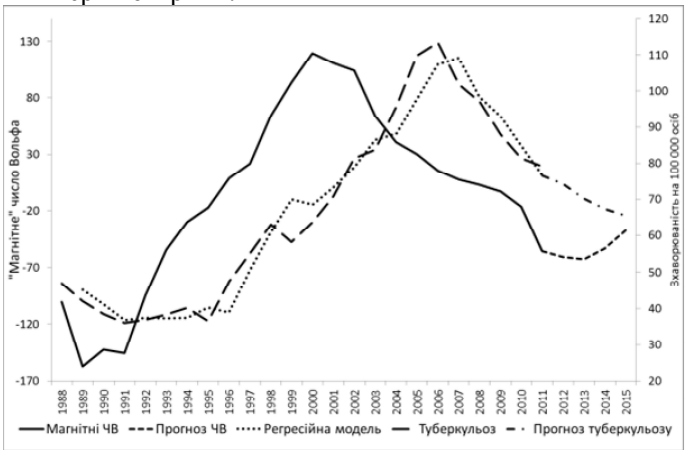


Рис. 5. Регресійна модель для захворюваності на туберкульоз та його прогноз

Наприклад, захворюваність судинними хворобами поступово зменшується протягом тижня (рис. 6). Це є наслідком соціальних причин – відсутність певних лікарів у вихідні дні.

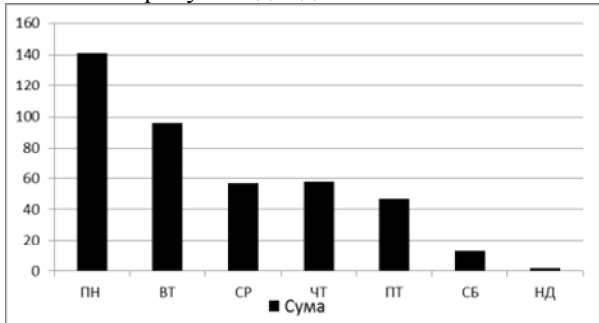


Рис. 6. Розподіл судинних хвороб по дням тижня

Для вилучення цієї закономірності знайдемо середньо-тижневі дані СА та захворюваності та порівняємо їх (рис. 7).

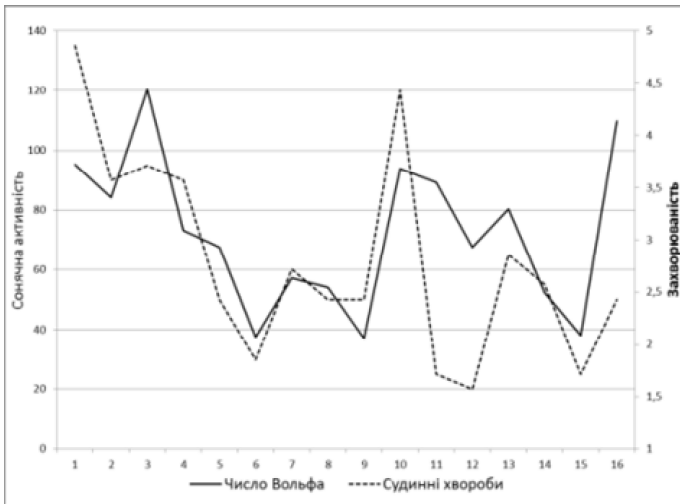


Рис. 7. Середньо-тижневі зміни сонячної активності та захворюваності на судинні хвороби

Коефіцієнт кореляції між процесами рівний 0,55 (зі зсувом захворюваності на 1 тиждень назад). Зсув хвороб відносно СА пояснюється, по-перше, тим, що сонячний вітер доходить до Землі через 2-4 доби, по-друге, що люди звертаються до лікаря через деякий час після загострення хвороби. Обидва процеси є стаціонарними випадковими процесами; їх фази майже детерміновані, а амплітуди коливань є випадковими величинами. Цим пояснюється відносно невисокий коефіцієнт кореляції. Крім того залежність між ними явно нелінійна.

Неврологічні хвороби – одні з найпоширеніших в Україні. У 2007 році в Україні зареєстровано 4 825 322 хворих, тобто близько 11% населення країни мають неврологічну патологію. Загальна кількість нових випадків захворювань нервової системи у 2005 році у країнах Європи складає близько 9 млн. осіб.

Ці хворі лягають тяжким тягарем на суспільство. Так, майже 35% усіх коштів охорони здоров'я європейських країн витрачається на хворих із неврологічною патологією та тривожними розладами. Основні причини зростання кількості хворих з цією патологією в Україні: інтенсивний вплив факторів ризику (старіння населення, артеріальна гіпертензія, гіперхолістеринемія, цукровий діабет, нерациональне харчування, гіподинамія, надмірна маса тіла, хронічний стрес, несприятлива екологічна ситуація тощо). Є зв'язок неврологічних хвороб і з станом сонячної активності. На рис. 8 коефіцієнт кореляції складає 0,51, графік захворюваності зсунуто на одну одиницю назад відносно графіка СА.

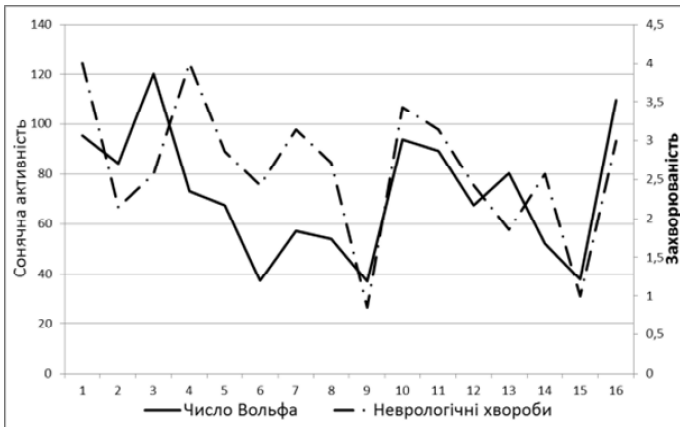


Рис. 8. Середньо-тижневі зміни СА та захворюваності на неврологічні хвороби

Аналіз середньомісячних даних захворюваності населення Кіровоградщини у гастроентерологічному відділенні Кіровоградської обласної лікарні у період з 2009 по 2011 рр. виявив піврічну її циклічність, тобто зростання захворюваності у березні та вересні кожного року.

Відомо, що інтенсивність СА має, з поміж інших, і піврічні варіації, коли найбільша кількість магнітних бур спостерігається у березні-квітні та вересні-жовтні. На графіку сонячної активності за цей же період на фоні загального підйому СА теж спостерігається певна піврічна циклічність. Усередненням даних методом накладання циклів, де за цикл прийнято половина року (рис. 9), отримали $r=0,62$. Л. В. Константиновська відмічає [1], що збільшення СА призводить до зниження кислотності шлункового соку, який володіє бактерицидними властивостями, що, у свою чергу, веде до розмноження хвороботворних бактерій.

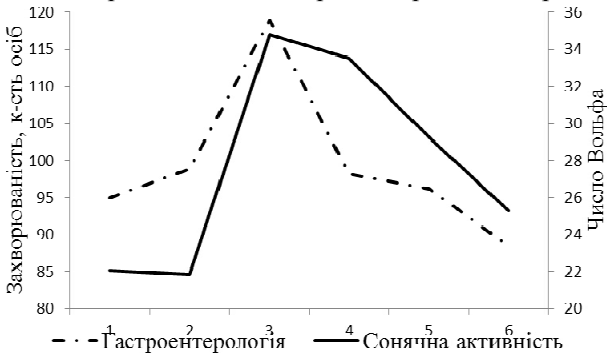


Рис. 9. СА та хвороби шлунково-кишкового тракту

Виявлено наявність зв'язку середньомісячних коливань активності Сонця і на нейрохірургічні хвороби: $r=0,69$, зсув захворюваності порівняно з СА на 1 місяць вперед означає випереджаючий характер захворюваності.

Одним з основних показників стану здоров'я населення є *смертність*. Вплив на неї обумовлюється щоденними змінами СА. На рис. 10 зображені дані про смертність у м. Кіровограді за травень-червень 2012 р. Усереднення за тиждень зроблені з метою усунення суто випадкових причин. Коефіцієнт кореляції $r=-0,62$ вказує на наявність зсуву показника смертності майже на 2 тижні від максимуму СА. Для отримання достовірних висновків треба розглянути більш тривалий період і більш об'ємну статистику смертності (по області чи Україні в цілому).

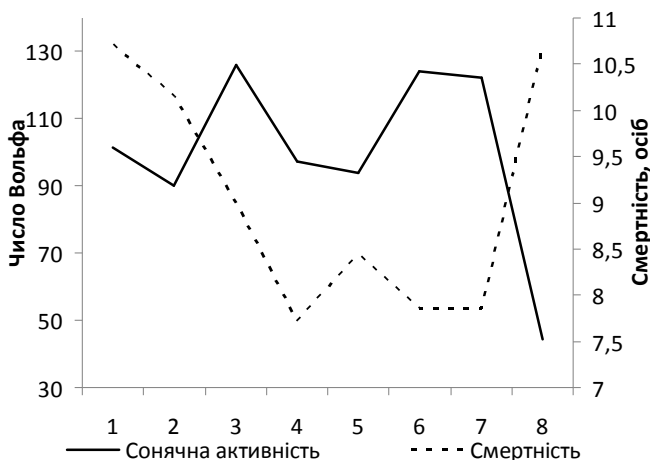


Рис. 10. Середньо-тижнева смертність

Список використаних джерел

1. Константиновская Л. В. Элементарный справочник по традиционной медицинской диагностике [Электронный ресурс] / Константиновская Л. В. – Режим доступа : <http://www.astronom2000.info>
2. Філер З. Ю. Сонячна активність та захворюваність / Філер З. Ю., Чуйков А. С. // Український медичний альманах. – Луганськ, 2012. – Том 15, №3 (додаток). – С. 59-63.
3. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь / Чижевский А. Л. – 2-е изд. – М. : Мысль, 1976. – 367 с.
4. Ягодинский В. Н. Александр Леонидович Чижевский / В. Н. Ягодинский. – М. : Наука, 1987. – 304 с. – (Научно-биографическая литература)

РОЗВИТОК САМОСТІЙНИХ НАВИЧОК МИСЛЕННЯ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

В. І. Цоцко¹, О. І. Денисенко²

¹ Україна, м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний аграрний університет

² Україна, м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України
adenysenko@mail.ru

У процесі вивчення студентами вищих навчальних закладів курсу фізики найбільшу зацікавленість викликають питання, пов'язані з найбільш загальними і багатограними задачами. Допитливу молодь приваблюють проблеми, від вирішення яких можна одержати результати «технологічного» характеру – такі знання, які можна використати для різних цілей, для різних практичних сфер. Недарма ж кажуть, що фізика – це перше наближення осмисленого пізнання світу, і тому перші фізики, засновники сучасної деталізованої фізичної науки, відштовхувались від філософії натурального світу – природи.

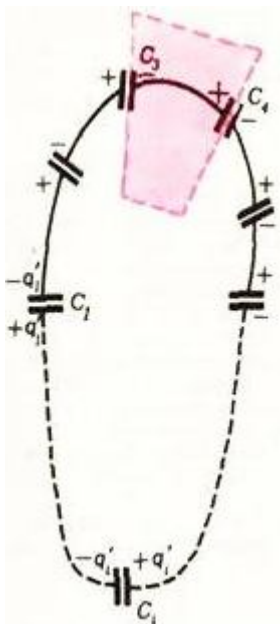
Орієнтуючись на найбільш талановиту частину студентства як під час буденної навчальної роботи, так і в моменти конкурентних, змагальних етапів: заліків, іспитів, олімпіад, наукових конкурсів, – викладач прагне зацікавити оригінальністю, нестандартністю та привабливістю матеріалу, що викладається, досягти роздумів у своїх учнів. Внутрішньою красою фізичної науки виступає елементарна логіка, що розкодовує чудернацькі концепції загадкових дій природи. Інструментом пізнання є думка та її основні складові: увага та уява. Разом із тим будь-який творчий крок, задум формується з ідеї, а основу кожної ідеї складають прості і конкретні елементарні дії.

Показовим є аналіз розв'язків характерних задач, що відповідають вказаним вище критеріям.

Розглянемо кілька задач, які пропонувались для найбільш здібних студентів Дніпропетровського аграрного університету, зокрема на університетських олімпіадах з фізики, упродовж останніх кількох років.

Задача 1. Кожний з k різних конденсаторів з ємностями C_1, C_2, \dots, C_k заряджений до різниці потенціалів U . Потім всі конденсатори з'єднують послідовно різнойменними полюсами в замкнене коло. Знайти напругу на кожному конденсаторі в цьому колі [1].

Типовий розв'язок задачі, що пропонувався студентами, базується на наступних двох ідеях.



Перша ідея: заряд розподіляється відповідно ємностям по обкладках конденсаторів.

Розглянемо процес, що відбувається у з'єднаних обкладках двох сусідніх конденсаторів. Обкладки містять протилежні заряди, які після з'єднання нейтралізують менший заряд, а надлишок більшого заряду розподілиться між обкладками пропорційно електричним ємностям відповідних конденсаторів.

Для нових зарядів обкладок i -го конденсатора (для визначеності прийемо, що заряд обкладки, з'єднаної з конденсатором більшого номера додатній) одержимо: для обкладки, з'єднаної з наступним конденсатором,

$$(q_i - q_{i+1}) \frac{C_i}{C_i + C_{i+1}} = U(C_i - C_{i+1}) \frac{C_i}{C_i + C_{i+1}} = U C_i \frac{C_i - C_{i+1}}{C_{i+1} + C_i}; \quad (1)$$

та для обкладки, з'єднаної з попереднім конденсатором,

$$(q_{i-1} - q_i) \frac{C_i}{C_i + C_{i-1}} = U(C_{i-1} - C_i) \frac{C_i}{C_i + C_{i-1}} = U C_i \frac{C_{i-1} - C_i}{C_i + C_{i-1}}. \quad (2)$$

(величина заряду на обкладках i -го конденсатора позначена як q_i). Зокрема для «закільцьованої» на k -ий конденсатор від'ємно зарядженої обкладки 1-го конденсатора заряд буде:

$$(q_k - q_1) \frac{C_1}{C_1 + C_k} = U(C_k - C_1) \frac{C_1}{C_1 + C_k} = U C_1 \frac{C_k - C_1}{C_1 + C_k}.$$

Друга ідея: поля нових зарядів додаються (принцип суперпозиції).

Оскільки напруга між обкладками конденсатора є добутком напруженості електричного поля E на відстань між обкладками d , а в наближенні конденсаторів до плоскої моделі ємність C складає:

$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$, де ε – відносна діелектрична проникність діелектрика, розташованого між обкладками, ε_0 – електрична стала, S – площа поверхні обкладок конденсатора, то нова напруга на кожному конденсаторі повинна виражатись співвідношенням:

$$Ed = (E_+ + E_-)d = \left[\frac{\sigma_+}{2\varepsilon\varepsilon_0} + \frac{\sigma_-}{2\varepsilon\varepsilon_0} \right] d = \left[\frac{q_+}{2S\varepsilon\varepsilon_0} + \frac{q_-}{2S\varepsilon\varepsilon_0} \right] d = \frac{1}{2C} (q_+ + q_-). \quad (3)$$

(використана формула напруженості електричного поля поблизу рівномірно зарядженої нескінченної площини: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$, де $\sigma = \frac{q}{S}$ – густина зарядів на обкладинці). Індексми «+» та «-» позначені напруженості, густини зарядів та результуючі заряди на обкладинках конденсаторів у відповідності до знаку початкового заряду.

Напругу на i -му конденсаторі у відповідності з (1), (2) і (3) визначимо співвідношенням:

$$U_i = \frac{U}{2} \left[\frac{C_i - C_{i+1}}{C_i + C_{i+1}} + \frac{C_i - C_{i-1}}{C_i + C_{i-1}} \right]. \quad (4)$$

Зокрема для двох конденсаторів:

$$U_1 = U_2 = U \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2}. \quad (5)$$

Порівнюючи одержаний розв'язок (4) задачі з розв'язком автора задачі [2]:

$$U_i = U \left[1 - k \frac{C_0}{C_i} \right], \text{ де } C_0 \leftarrow \frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_k}, \quad (6)$$

отримуємо певну невідповідність, а саме: якщо для одного та двох конденсаторів формули (4) та (6) дають однаковий результат, то для більшої кількості конденсаторів маємо розбіжність результатів.

Очевидне запитання, що виникає у студентів, – чому так відбувається?

Зауважимо, що аналіз помилок часто відіграє більшу роль, ніж ознайомлення із правильним рішенням.

У авторському розв'язку [2], по суті, використані дві ті ж самі ідеї, але на більш високому фундаментальному рівні. Перша ідея узагальнена до закону збереження заряду – сума (різниця) зарядів з'єднаних обкладинок конденсаторів перед з'єднанням та після встановлення рівноваги у з'єднаних конденсаторах залишається незмінною. Друга ідея – ідея суми дій нових електричних зарядів, що сформувались на обкладинках конденсаторів після перерозподілу, – узагальнена до нульової різниці потенціалів електростатичної системи вздовж замкнутого контуру, фактично до закону збереження енергії в рамках даної системи. Але ж співвідношення (4) також дає нульову циркуляцію вектора напруженості електричного поля, що відповідає вказаному закону збереження! В чому ж помилка?

Помилка криється в тому, що при виведенні формули (4), враховується перерозподіл зарядів між даним конденсатором і сусідніми! А в дійсності перерозподіл відбувається між даним конденсатором C_i та умовним еквівалентним конденсатором C^* , що охоплює дію всіх інших

конденсаторів, увімкннутих в коло – тобто дію послідовного з'єднання k конденсаторів за виключенням даного:

$$C^* \leftarrow \frac{1}{C^*} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_{i-1}} + \frac{1}{C_{i+1}} + \dots + \frac{1}{C_k}.$$

Тому для системи з одного та двох конденсаторів співвідношення (4) та (6) і дають однаковий результат.

Задача 2. Знайдіть еквівалентний опір системи провідників (рис. 1), коли опір кожної прямолінійної ланки становить 11 мкОм.

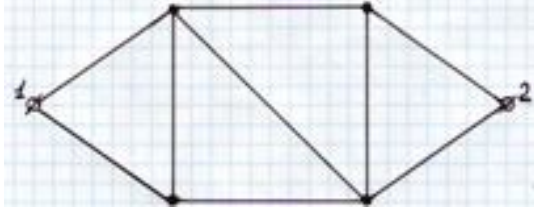


Рис. 1

Позначимо можливі сили струмів в ділянках при пропусканні струму через систему від точки 1 до точки 2 (рис. 2) через: $I_0, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_9$.

Наслідком симетрії схеми є еквівалентність струмів в певних ділянках, а саме: I_1 – еквівалентний I_6 , I_4 – еквівалентний I_3 , I_2 – еквівалентний I_5 , а I_7 – еквівалентний I_9

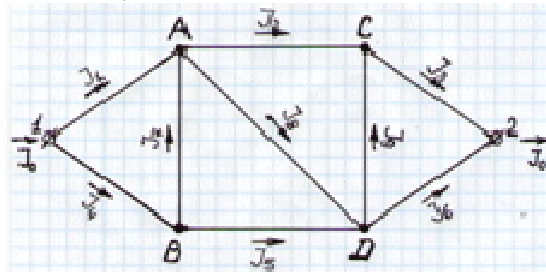


Рис. 2

Для знаходження невідомих п'яти сил струмів: I_1, I_2, I_3, I_7, I_8 необхідно скласти п'ять незалежних рівнянь у відповідності із правилами Кірхгофа.

За першим правилом Кірхгофа для вузлів А та В знаходимо:

$$I_1 + I_7 = I_2 + I_8 \text{ та } I_3 = I_2 + I_7;$$

після чого для вузлів С та D отримаємо тотожні співвідношення. За другим правилом Кірхгофа для контурів 1AB та BAD отримаємо:

$$I_1 - I_7 - I_3 = 0 \text{ та } I_7 + I_8 - I_2 = 0 \quad (7)$$

Як бачимо, одного рівняння не достає, оскільки контури ACD, C2D та інші дають лінійно залежні рівняння відносно рівнянь (7). Це і викликає основну проблему у студентів при розв'язуванні даної задачі.

Проблема вирішується наступним чином. П'яте рівняння вводиться через ще одну невідому величину I_0 , що використовується в якості параметру. Для вузлів 1 або 2 можна записати:

$$I_1 + I_3 = I_0;$$

тоді із зазначених рівнянь можна розрахувати струми I_1, I_2, I_3 :

$$I_1 = \frac{6}{11}I_0; \quad I_2 = \frac{5}{11}I_0; \quad I_3 = \frac{4}{11}I_0.$$

Обчислюючи падіння напруги від точки 1 до точки 2 уздовж лінії 1AC2, та використовуючи закон Ома для двополюсника 12, знайдемо електричний опір системи (рис. 1) – 15 мкОм.

Дана задача може бути розв'язана методом заміщення схем з'єднання провідників типів «трикутник»–«зірка», які розглядаються в курсі електротехніки. Але для розуміння суті фізичного явища електричного опору та опанування головного закону, що описує процес перенесення електрики в провідниках – закону Ома, запропонований метод видається переважаючим.

На завершення зазначимо, що розгляд яскравих неординарних задач під час вивчення фізики студентами університетів, академій, коледжів, гімназій і ліцеїв, опанування і розуміння шляхів їх вирішення та аналіз власних помилок в процесі пошуку істини є бажаною і одночасно необхідною сходинкою у зростанні рівня як фізичної освіченості, так і інтелекту молодій людині взагалі.

Список використаних джерел

1. Буховцев Б. Б. Ф296 [Электронный ресурс] / Б. Б. Буховцев // Квант. – 1974. – № 9. – С. 43. – Режим доступа :

<http://kvant.mccme.ru/1974/09/p43.htm>

2. Ф296 [Электронный ресурс] // Квант. – 1975. – № 5. – С. 54-55. – Режим доступа :

http://kvant.mccme.ru/1975/05/resheniya_zadachnika_kvanta_fi.htm

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ УЧНІВ ПТНЗ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ОСОБИСТІСНО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

О. М. Яковлева

Україна, м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка
shustrik_olya@ukr.net

У Концепції розвитку професійної освіти і навчання в Україні (2010-2020 рр.) визначені актуальні проблеми підготовки робочих кадрів в Україні. Удосконалення навчально-виховного процесу в профтехосвіті полягає у тому, щоб мати освіченого громадянина й висококваліфікованого фахівця, здатного до постійних змін та перекваліфікації. Постановлена мета відповідає вимогам сьогодення до людини, як члена суспільства, що прагне до самоствердження, прояву всіх своїх природних задатків і здібностей. Тому досягти високого рівня інтелектуального розвитку майбутнього фахівця можливо тільки через новий підхід до використання форм активізації пізнавальної діяльності, де особливого значення набуває організація самостійної роботи учнів ПТНЗ під час проведення особистісно-орієнтованого навчання.

Однак, якщо проаналізувати стан використання самостійної роботи у навчально-виховному процесі ПТНЗ, то, не зважаючи на рівень дослідження цього питання, на практиці існує ряд невирішених проблем.

Мета статті полягає у пошуку шляхів вдосконалення проведення уроків фізики у ПТНЗ у процесі особистісно-орієнтованого навчання фізики.

Щоб успішно навчати учнів та добиватися високого рівня розвитку їх здібностей, перш за все, необхідно вивчати індивідуальні особливості і можливості кожної дитини, знати учня з біологічного та психологічного погляду, глибоко вивчати його в процесі розвитку. Це вивчення має бути динамічним. Для викладача важливо знати не тільки те, як навчається дитина, але й те, як відбувається розвиток її психічних процесів, що сприяє, а що – заважає цьому розвитку, якими зусиллями він супроводжується і, відповідно, чи викликає процес формування свідомості. Педагогу не можна обмежуватися вивченням учнів тільки з одного боку шляхом констатування зовнішніх фактів. Слід вивчати учня ще й з погляду прояву внутрішніх його особливостей і можливостей, оскільки кожна дитина є неповторною індивідуальністю з притаманними тільки їй особливими ознаками [1].

Особливого значення такий підхід набуває у сфері професійного на-

вчання, коли до ПТНЗ приходять учні з різних навчальних закладів, які різко відрізняються за рівнем навчання. На цей факт могли вплинути: рівень матеріально-технічного та кадрового забезпечення попереднього навчального закладу, стан викладання предмету викладачем, особливості характеру учня та підходу до його навчання, сімейний стан тощо.

Вирішення завдання розвитку здібностей кожного окремого учня ПТНЗ пов'язано зі створенням проекту особистісно орієнтованої системи навчання у сфері професійної освіти. Саме проектування такої системи має бути гнучким, варіативним, багатофакторним. Якість реалізації особистісно-орієнтованого навчання безумовно залежить від урахування вимог специфічних принципів особистісно орієнтованого навчання. Для реалізації відповідно принципу постійної самооцінки учнями власної навчальної діяльності та принципу цілісного навчально-виховного процесу необхідно вдосконалити організацію самостійної навчальної діяльності на уроках теоретичного та практичного навчання у ПТНЗ. Реалізація цих принципів дає змогу учню не тільки більш усвідомлено ставитись до учіння, а й спостерігати динаміку особистого просування в засвоєнні навчального матеріалу, своєчасно корегувати свою пізнавальну діяльність, органічно поєднувати навчальну роботу на уроках фізики і в позаурочний час [1].

Завдання викладача ПТНЗ в наш час полягає не лише у передачі необхідних для майбутньої професії знань та навичок, а й формуванні, насамперед, здатності думати самостійно, критично та творчо. Збільшення ролі самостійності роботи учнів і удосконалення її організації на уроках фізики – важливий крок у підвищенні ефективності навчально-виховного процесу, в підготовці майбутніх робітників до практичної діяльності на сучасних підприємствах.

Л. І. Рувінський та І. І. Кобиляцький відмічали, що без стійкого прагнення до вдосконалювання знань у процесі самостійної роботи фахівець не може постійно знаходитися на належному рівні науки і техніки [2, 45].

Самостійна діяльність – це шлях до самостійності у мисленні, самоорганізації в розподілі навчальних дій у часі, самоконтролю в процесі виконання завдань, уміння й бажання брати на себе відповідальність за прийняті рішення, самовдосконалення і самопізнання.

Самостійна навчальна діяльність учнів на уроках фізики у ПТНЗ може набувати наступні форми:

– робота під час уроків фізики (сприйняття навчального матеріалу; повторення, закріплення тощо);

– підготовка до занять з фізики (робота з підручниками та додатковою літературою);

- робота з наочними посібниками та довідковою літературою з фізики;
- самостійна робота під час лабораторних та практичних занять з фізики;
- пошуково-дослідницька робота;
- виконання домашніх завдань;
- написання рефератів і виступи з ними перед групою.

Особливого значення самостійна робота набуває в процесі вивчення фізики учнями ПТНЗ на базі повної загальної середньої освіти, коли деяка частина матеріалу, що вивчається за програмою, виноситься на самостійне опрацювання. Наприклад, при вивченні фізики на 2 курсі учнями професії «Електромонтер станційного устаткування телефонного зв'язку; кабельник-спаювальник» на базі повної загальної середньої освіти та молодших спеціалістів за спеціальністю «Технічне обслуговування та ремонт апаратури зв'язку і оргтехніки» з виділених програмою 81 години до 50% загального обсягу навчального часу може бути виділено на самостійне опрацювання.

Яким би не був урок фізики за формою проведення або за цільовим призначенням, перш за все в його основу слід покласти *принцип діяльності*, тобто організувати навчальний процес таким чином, щоб забезпечити максимально можливу пізнавальну активність учнів направлену на формування в них умінь вчитися, тобто самостійно думати, працювати з книгою, аналізувати й співставляти факти, узагальнювати їх і робити висновки з метою набуття нових знань та розвитку творчих здібностей.

Педагогам необхідно навчити учнів самостійно працювати, оскільки темпи надходження інформації надзвичайно зросли і практично кожній людині необхідно вміти застосовувати свої знання в практичній діяльності, оновлювати їх, а це можливо лише за наявності у неї умінь та навичок самостійної роботи.

При цьому ефективність самостійної роботи збільшується, якщо вона є однією із складових навчального процесу й проводиться планомірно та систематично. Тільки за таких умов у учнів формуються стійкі уміння та навички щодо виконання різних видів самостійної роботи.

На кожному уроці фізики викладачу, майстру виробничого навчання ПТНЗ поряд з плануванням навчального матеріалу необхідно продумувати, які навички самостійної роботи одержить на цьому уроці учень.

Для того, щоб самостійна робота була ефективною, важливо дотримуватись взаємозв'язку різних видів самостійної роботи учнів на уроці та урізноманітнювати їх.

Великою мірою робота учнів, хід уроку тісно зв'язані і залежать від якості самостійної роботи учнів удома. Мета домашньої роботи – міцне

закріплення вивченого на уроці матеріалу, глибше його осмислення, подальший розвиток набутих учнями умінь і навичок самостійної роботи з текстом підручника, схемами, таблицями, вмінням розв'язувати задачі та застосовувати здобуті знання на практиці: під час лабораторних робіт та на уроках виробничого навчання. Необхідно, щоб учні, виконуючи домашнє завдання, привчалися писати прості й розгорнуті плани з окремих питань і тем, складати різні тематичні таблиці, працювати з матеріалами Інтернет-джерел, готувати невеликі повідомлення, реферати з тем, що вивчаються.

Значною мірою прагнення учня до творчої самостійної роботи удома залежить від здатності викладача застосовувати прийоми стимуляції активного самостійного мислення. Це спонукатиме учня до самостійності й активності у вивченні фізики в позаурочний час.

Часто учню важко засвоїти той чи інший матеріал з фізики через невміння самостійно виконувати навчальні завдання, зокрема домашні. Дуже важливо навчити учня складати план і тези прочитаного, виділяти головне. Спочатку викладач має навчити учнів цьому на уроці. Наприклад, на такому уроці діти можуть спочатку попрацювати колективно, після читання матеріалу підручника учні мають спробувати проаналізувати його, при допомозі викладача виділити головне. Важливо, щоб викладач надалі дав вказівки щодо самостійного складання плану, запису тез тощо.

У своїй практичній діяльності викладачі фізики та майстри виробничого навчання можуть використовувати наступні види самостійних робіт:

- робота з підручником, книгою з фізики;
- робота з технічною, довідковою літературою;
- вправи, задачі;
- виконання практичних і лабораторних робіт з фізики;
- перевірочні, самостійні, контрольні роботи;
- фізичні диктанти;
- досліді, спостереження фізичних явищ;
- технічне моделювання, конструювання тощо.

При цьому, самостійна пізнавальна діяльність учнів на уроках може бути *репродуктивною* (виконавчою) або *пошуковою* (творчою).

Репродуктивна самостійна діяльність виступає в якості підготовчого етапу до творчої.

Самостійна діяльність здійснюється як під керівництвом викладача фізики, що певною мірою впливає на неї, так і без безпосередньої участі педагога, але за його завданням. Активність учнів у навчанні тісно пов'язане з їх самостійністю.

Обидві ці якості притаманні навчальній діяльності, проте вони виявляються різною мірою. Так, при усному викладі знань викладачем фізики, майстром виробничого навчання (лекції, поясненні, інструктажі) учні виявляють лише мнемонічну активність, тобто намагаються тільки запам'ятати, щоб потім відтворити почуте.

Щоб підвищити активність треба навчати їх не тільки слухати, а й осмислювати матеріал, фіксуючи його у вигляді плану, тез чи конспекту, виділяти головне у змісті, відображаючи його в схемах, алгоритмах дій, опорних конспектах тощо.

Найвищу пізнавальну самостійність і активність учні проявляють в процесі *проблемного навчання*, коли вони самостійно формулюють проблеми, визначають гіпотези, планують і відшукують способи розв'язання проблем, а знайшовши їх – аналізують результати. Вершина творчості – створення нового продукту діяльності – раціоналізаторська пропозиція, винахід і т. ін., що дуже актуально в професійно-технічних навчальних закладах.

Формуванню вмінь і навичок самостійної активної діяльності учнів сприяє використання ділових дидактичних ігор, у ході яких відбувається передача учням таких функцій викладача, майстра, як проведення самої гри, облік і контроль її результатів тощо.

Різноманітність форм навчальних занять, різні організаційні прийоми з використанням технологій *особистісно-орієнтованого*, інтерактивного навчання дає можливість учням брати активну участь в різних видах самостійної діяльності.

Чергування форм роботи на уроках, застосування найрізноманітніших прийомів самостійної навчальної діяльності учнів, введення елементів новизни – лежить в основі пізнавального інтересу до навчання.

На уроках фізики у старших групах професійно-технічних навчальних закладів можна використати наступні варіанти проведення уроків:

Парне взаємонавчання. Учні у стабільних парах – сусіди за однією партою – або в парах змінного складу пояснюють один одному якийсь питання, захищають свою тему, оцінюють результати роботи товариша. Можна працювати на зразок конвеєру – учні протягом року обмінюються місцями. Під час роботи за спільною темою навчання відбувається всередині групи. Учні, об'єднані в групи, взаємодіють усередині них, пояснюють новий матеріал, ведуть його обговорення, оцінюють свою діяльність.

Взаємонавчання груп. Групи, які займаються розв'язанням різних проблем або різними видами навчальної діяльності – теоретики та експериментатори, – обмінюються досвідом, інформацією, проблемами.

Учень замість учителя. Один або двоє учнів навчають увесь клас за

певною темою або її складовою.

Процес самоврядування. Спонтанна або спеціально організована розробка уроків або їх серії може зумовити створення координаційної групи учнів, яка потім уточнить тематику й технологію заняття, підготує та проведе його. Для розвитку організаційно-дієвих якостей учнів застосовуються різноманітні способи створення груп:

- групи створюються на основі вже існуючого розміщення учнів у класі;

- склад учнівських груп визначає вчитель;

- учні самостійно об'єднуються в групи по чотири-шість осіб до початку уроку;

- клас або вчитель спочатку за визначеними критеріями обирає лідерів груп, які потім здійснюватимуть набір до своїх груп інших учнів класу за їх бажанням;

- учитель визначає й записує на дошці перелік головних питань за темою, що вивчається. Кожен учень обирає для себе проблему і входить до складу відповідної групи;

- поетапне створення груп.

Особливу увагу треба звернути на технологію організації роботи в групах. Для результативної праці необхідно проводити загальний інструктаж, учням роздаються спеціальні пам'ятки, проходить обговорення роботи в групах. Способи обговорення в групі можуть бути різними. Найбільш ефективно є висловлення своїх думок кожним членом групи за «годинниковою стрілкою», не перериваючи одне одного.

У групах, де погано проводиться робота, вчитель застосовує інші різноманітні методи активізації. За результативністю роботи всередині групи стежить її лідер – груповод. Основні етапи роботи учнів у групі:

1. Учні займаються постановкою цілей.

2. Планують свою роботу.

3. Обговорюють проблеми.

4. Розподіляють роботу всередині групи.

5. Контролюють, аналізують і оцінюють свою діяльність.

6. Проводять рефлексію – підсумок: що зроблено, як працювали, які завдання на майбутнє.

При цьому основними функціями педагогічного контролю з боку викладача є:

- перевірка й оцінювання якостей засвоєного матеріалу;

- визначення рівня засвоєння навчальної програми всього класу й оцінювання якостей навчального процесу;

- планування корегуючих заходів щодо запобігання виявленим недолікам у навчальній діяльності й закріплення досягнень [2].

Отже, успіх самостійної роботи на уроці фізики у професійно-технічному навчальному закладі залежить від таких факторів:

- уміння викладача фізики, майстра виробничого навчання організувати роботу, діагностично підійти до рівня знань, умінь та навичок учнів, їх можливостей застосування матеріалу;

- від підготовки учнів до самостійної роботи, уміння аналізувати і осмислювати вивчене.

Із вищезазначеного можна зробити висновок, що процес побудови дидактичної системи організації самостійної навчальної діяльності учнів зумовлює такі основні принципи:

- толерантне ставлення до учнів і темпів реалізації їх задатків, розвитку здібностей;

- системність і послідовність;

- доступність – необхідність подання на кожному етапі організації самостійної роботи завдань, які відповідають рівню знань і вмінь учнів, урахування їхнього рівня розвитку навичок самостійної роботи на певному етапі навчання;

- індивідуалізація та диференціація;

- успішність та позитивність;

- активність та інтерактивність;

- оптимальність – використання таких форм і методів самостійної роботи, які сприяють швидкому зростанню якісних показників;

- створення позитивного емоційного фону оціночних ситуацій без порушення загальної творчої атмосфери;

- використання оцінки як засобу зворотного зв'язку, а не теоретичного контролю, психологічного тиску;

- організація оціночної діяльності, що запобігає виникненню ситуації конкуренції.

Список використаних джерел

1. Золотарьова Г. М. Особистісно орієнтоване навчання як умова успішного розвитку та саморозвитку особистості учня / Золотарьова Г. М. // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школі. – Запоріжжя : Класичний приватний університет, 2010. – Випуск 6. – С. 185-190.

2. Рувинский Л. И. Основы педагогики : учеб. пособие для слушателей ИПК, преподавателей пед. дисциплин ун-тов и пед. вузов / Л. И. Рувинский, И. И. Кобыляцкий. – М. : Просвещение, 1985. – 223 с.

3. Фартушна І. О. Організація самостійної діяльності учнів у процесі формування знань, умінь і навичок / І. О. Фартушна // Хімія (Основа). – 2010. – № 8. – С. 10-13.

Наші автори

Атаманчук Петро Сергійович, д. пед. н., професор, завідувач кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (*теорія і методика навчання дисциплін природознавчої та технологічної освітніх галузей, дидактика фізики, впровадження компетентісно світоглядного підходу в навчанні, управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів (студентів)*)

Балицька Валентина Олексіївна, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри термодинаміки і фізики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (*методологія викладання фізики у вищій школі*)

Баракін Владілен Васильович, доцент, доцент Севастопольського національний технічного університету (*теорія та методика навчання фізики, біофізика, тонка кристалічна структура*)

Бешевлі Борис Іванович, к. т. н., доцент, доцент кафедри загальної фізики та дидактики фізики Донецького національного університету (*методика викладання фізики та астрономії*)

Вайданич Василь Іванович, к. ф.-м. н., професор, професор кафедри фізики Національного лісотехнічного університету України (*проблеми вищої школи, фізика твердого тіла*)

Валійов Борис Михайлович, завідувач лабораторії кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (*лекційний демонстраційний експеримент*)

Галатюк Михайло Юрійович, к. пед. н., доцент кафедри методики викладання фізики та хімії Рівненського державного гуманітарного університету (*теорія та методика навчання природничих дисциплін*)

Галатюк Тарас Юрійович, учитель Рівненської загальноосвітньої школи №6 (*теорія і методика навчання фізики, використання інформаційних технологій у професійній діяльності*)

Галатюк Юрій Михайлович, к. пед. н., професор, професор кафедри методики викладання фізики та хімії Рівненського державного гуманітарного університету (*теорія і методика навчання фізики*)

Григор'єв Сергій Борисович, к. ф.-м. н., доцент, доцент Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (*теорія гравітації і загальна теорія відносності, нелінійна динаміка, моделювання фізичних систем*)

Грицьких Олексій Володимирович, старший викладач кафедри фізики та нанотехнології Луганського національного університету імені Тараса Шевченка (*організація науково-дослідної роботи студентів в процесі фахової підготовки*)

Денисенко Олександр Іванович, к. т. н., доцент, доцент кафедри фізики Національної металургійної академії України (*інформаційні технології в навчанні фундаментальних дисциплін; програмно-апаратні комплекси для багатоканальних діагностик та управління*)

Довга Надія Дмитрівна, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри фізики Національного лісотехнічного університету України (*проблеми вищої школи, оптика твердого тіла*)

Доросевич Сергій Володимирович, старший викладач кафедри фізики та технічних дисциплін Могильовського державного університету імені А. О. Кулешова (*практико-орієнтоване навчання фізики в середній школі*)

Єгоренков Володимир Дмитрович, д. ф.-м. н., професор, професор кафедри експериментальної фізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (*фізика плазми та газового розряду, методика викладання фізики, лекційний демонстраційний експеримент*)

Єчкало Юлія Володимирівна, к. пед. н., доцент кафедри фундаментальних і соціально-гуманітарних дисциплін Криворізького національного університету (*теорія та методика навчання фізики, комп'ютерне моделювання фізичних процесів*)

Завражна Олена Михайлівна, к. ф.-м. н., доцент кафедри експериментальної та теоретичної фізики Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (*методика викладання фізичних дисциплін*)

Здешиц Анастасія Валеріївна, студент фізико-математичного факультету Криворізького національного університету

Здешиц Валерій Максимович, д. т. н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін Криворізького національного університету (*методика викладання фізики, розвиток наукових основ та техніки вимірювань параметрів геомеханічних і техногенних процесів в гірничодобувному регіоні*)

Іваницька Наталія Анатоліївна, к. пед. н., заступник директора з навчально-виховної роботи Чернігівського ліцею №32 (*формування навчально-пізнавальних компетентностей учнів з фізики у профільних класах загальноосвітньої школи*)

Іванченко Олена Зеноновна, старший викладач кафедри медичної фізики, біофізики та вищої математики Запорізького державного медичного університету

Козлова Ніна Леонідівна, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної фізики Національного авіаційного університету (*педагогіка вищої школи; методика викладання фізики англійською мовою, інноваційні технології навчання*)

Коптева Олена Михайлівна, к. ф.-м. н., доцент кафедри теоретичної фізики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (*космологія, теорія гравітації, загальна теорія відносності, точні рішення рівнянь Ейнштейна*)

Коркіна Марина Петрівна, д. ф.-м. н., професор, професор кафедри теоретичної фізики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (*космологія, теорія гравітації, загальна теорія відносності, точні рішення рівнянь Ейнштейна*)

Кузьменко Ольга Степанівна, к. пед. н., старший викладач кафедри фізико-математичних наук Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету (*проблеми розвитку системи навчального експерименту з фізики*)

Кулішенко Віктор Михайлович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри теоретичної фізики Національного авіаційного університету (*педагогіка вищої школи, методика викладання фізики в середніх загальноосвітніх і вищих навчальних закладах*)

Лень Тетяна Сергіївна, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри теоретичної фізики Національного авіаційного університету (*педагогіка вищої школи, методика викладання фізики в середній та вищій школі*)

Летяго Володимир Олександрович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри експериментальної фізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (*фізика твердого тіла, методика викладання фізики у середній і вищій школах*)

Лобас Олена Миколаївна, вчитель фізики Сумської загальноосвітньої школи №4 (*методика викладання фізичних дисциплін*)

Лягушин Сергій Федорович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри теоретичної фізики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (*квантова статистична фізика, квантова оптика, викладання фізики та астрономії, космічна техніка, сонячна енергетика*)

Малець Євген Борисович, к. ф.-м. н., професор, професор кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди (*теоретична фізика, фізичний експеримент*)

Мельникова Оксана Зеноновна, к. б. н., доцент, доцент кафедри медичної фізики, біофізики та вищої математики Запорізького державного медичного університету

Міхіна Ірина Ігорівна, викладач кафедри медичної фізики, біофізики та вищої математики Запорізького державного медичного університету

Мосунов Андрій Олексійович, к. ф.-м. н., інженер першої категорії, науковий співробітник кафедри фізики Севастопольського національного технічного університету (*теорія і методика навчання фізики, молекулярна і загальна біофізика, біоломінесценція*)

Охріменко Ніна Анатоліївна, методист фізики відділу природничих дисциплін Донецького обласного інституту післядипломної педагогічної освіти (*методика викладання фізики та астрономії*)

П'ятак Олександр Іванович, д. ф.-м. н., професор, професор Харківського національного автомобіле-дорожнього університету (*фізика плазми, загальна фізика*)

Пастушенко Сергій Миколайович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри теоретичної фізики Національного авіаційного університету (*педагогіка вищої школи; методика викладання фізики в середніх загальноосвітніх і вищих навчальних закладах*)

Пенцак Григорій Михайлович, к. ф.-м. н., доцент, професор кафедри фізики Національного лісотехнічного університету України (*проблеми вищої школи, фізика твердого тіла*)

Пивовар Євген Анатолійович, студент фізико-математичного факультету Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди (*теоретична фізика, фізичний експеримент*)

Приходченко Яна Дмитрівна, студентка 4 курсу фізико-технічного факультету Донецького національного університету (*методика викладання фізики та астрономії*)

Проказа Олександр Тихонович, к. пед. н., доцент, член-кореспондент Міжнародної академії наук педагогічної освіти, почесний професор Луганського національного університету імені Тараса Шевченка (*теорія змісту навчального матеріалу, проблеми герменевтики та семіотики в дидактиці та методиці фізики*)

Пустинникова Ірина Миколаївна, к. пед. н., доцент, доцент Донецького національного університету (*дидактика фізики*)

Савкіна Тетяна Сергіївна, старший викладач Криворізького національного університету (*навчання фізики у ПТНЗ*)

Сальник Ірина Володимирівна, к. пед. н., доцент, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (*теорія та методика навчання фізики, віртуальне та реальне у навчанні фізики*)

Семенюк Юлія Олександрівна, студент Донецького національного університету (*дидактика фізики*)

Семерня Оксана Миколаївна, к. пед. н., доцент, доцент кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (*результативне навчання, студенти, моделювання, прийоми пізнавальної діяльності*)

Сірик Едуард Петрович, к. пед. н., доцент, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (*теорія та методика навчання фізики, віртуальне та реальне у навчанні фізики*)

Сливко Еммануїл Ілліч, д. мед. н., професор, завідувач кафедри медичної фізики, біофізики та вищої математики Запорізького державного медичного університету

Соколовський Олександр Йосипович, д. ф.-м. н., професор, професор кафедри теоретичної фізики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (*теорія нерівноважних процесів, методика викладання фізики*)

Сусь Богдан Арсентійович, д. пед. н., професор, професор кафедри загальної і теоретичної фізики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

Сусь Богдан Богданович, к. ф.-м. н., завідувач сектором Інституту високих технологій Київської національного університету імені Тараса Шевченка

Ткаченко Віра Сергіївна, асистент кафедри загальної фізики та дидактики фізики Донецького національного університету (*методика викладання фізики та астрономії*)

Філер Залмен Юхимович, д. т. н., професор, професор кафедри прикладної математики, статистики та економіки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (*диференціальні рівняння, чисельні методи, сонячна активність та її наслідки, методика викладання математики*)

Цоцко Віталій Іванович, старший викладач кафедри фізики і матеріалознавства Дніпропетровського державного аграрного університету (*металлофізика, біофізика*)

Чуйков Артем Сергійович, магістрант Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (*вплив сонячної активності на різні процеси на Землі*)

Яковлева Ольга Миколаївна, аспірант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (*методичні основи формування фахової компетентності учнів професійно-технічних навчальних закладів під час навчання фізики в умовах інтеграції спеціальностей*)

Ярицька Лідія Ігорівна, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри термодинаміки і фізики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (*методологія викладання фізики у вищій школі*)

Зміст

<i>П. С. Атаманчук, О. М. Семерня.</i> Методичні прийоми результативного навчання майбутніх учителів фізики	3
<i>В. О. Балицька, Л. І. Ярицька.</i> Підвищення ефективності вивчення фізики за виконання розрахунково-графічної роботи	14
<i>В. В. Баракин, А. А. Мосунов.</i> Натурно-виртуальный физический практикум в технических университетах	20
<i>Б. И. Бешевли, Н. А. Охрименко, Я. Д. Приходченко.</i> Подготовка и проведение школьных олимпиад по астрономии	29
<i>В. І. Вайданич, Н. Д. Довга, Г. М. Пенцак.</i> Про екологізацію курсу фізики	34
<i>Б. М. Валійов, В. Д. Єгоренков.</i> Деякі факти щодо ранніх досліджень рентгенівських променів	43
<i>Т. Ю. Галатюк, М. Ю. Галатюк, Ю. М. Галатюк.</i> Технологічний інваріант проектування навчально-пізнавальної діяльності старшокласників у процесі вивчення природничих предметів	51
<i>А. В. Грицьких, А. Т. Проказа.</i> Процесс построения понимания содержания учебного материала как дидактико-методологическая проблема	59
<i>С. В. Доросевич.</i> Об особенностях использования лекционных и практических занятий по физике в средней школе	65
<i>Ю. В. Єчкало.</i> Використання соціальних мереж у навчанні фізики.....	70
<i>О. М. Завражна, О. М. Лобас.</i> Формування дослідницьких умінь під час навчання фізики у середніх та вищих навчальних закладах	76
<i>В. М. Здещиц, А. В. Здещиц.</i> Шкільна дошка як стенд для фізичних демонстрацій	85
<i>Н. А. Іваницька.</i> Особливості організації модульного навчання фізики у класах фізико-математичного профілю у загальноосвітній школі.....	92
<i>Е. З. Иванченко, Э. И. Сливко, О. З. Мельникова, И. И. Михина.</i> Использование рабочих тетрадей на практических занятиях по биофизике	100
<i>N. L. Kozlova.</i> System of exercises aimed to intensify learning process on physics in English in the framework of credit-module system at higher educational institutions	106
<i>М. П. Коркина, С. Б. Григорьев, Е. М. Контева.</i> Системы координат и системы отсчета в специальной теории относительности	114
<i>О. С. Кузьменко.</i> Використання інтерферометрів при виконанні фізичного експерименту	124
<i>В. А. Летяго.</i> О применении системы Maple в некоторых задачах интерференции и дифракции света	130

<i>В. А. Лягяго.</i> К вопросу о средних значениях длины и времени свободного пробега между предыдущим и последующим столкновениями частицы, совершающей случайные блуждания.....	139
<i>С. Ф. Лягушин, О. Й. Соколовський.</i> Математичний апарат у курсі теоретичної фізики.....	145
<i>Є. Б. Малець, Є. А. Пивовар.</i> Деякі методичні особливості вивчення теми «Електростатика» в курсі фізики	153
<i>С. М. Пастушенко, В. М. Кулішенко, Т. С. Лень.</i> Методичні питання вивчення механіки в курсі загальної фізики в технічному університеті.....	158
<i>І. М. Пустинникова, Ю. О. Семенюк.</i> Використання коміксів при вивченні фізики.....	164
<i>О. І. П'ятак.</i> Аналітичний опис перехідного процесу у вимушених коливаннях.....	173
<i>Т. С. Савкіна.</i> Інтерактивний залік з фізики для студентів першого курсу денної форми навчання.....	177
<i>І. В. Сальник.</i> Методичні особливості експериментальної підготовки з фізики студентів нефізичних спеціальностей	181
<i>Е. П. Сірик.</i> Удосконалення методики організації дослідницької діяльності студентів з фізики.....	189
<i>Б. А. Сусь, Б. Б. Сусь.</i> Корпускулярно-хвильова природа радіохвиль ..	194
<i>В. С. Ткаченко, Б. Й. Бешевли.</i> Оптимизация процесса допуска к лабораторным работам.....	198
<i>З. Ю. Філер, А. С. Чуйков.</i> Захворюваність та сонячна активність.....	205
<i>В. І. Цоцко, О. І. Денисенко.</i> Розвиток самостійних навичок мислення у процесі вивчення фізики	215
<i>О. М. Яковлева.</i> Організація самостійної роботи учнів ПТНЗ під час проведення особистісно-орієнтованого навчання фізики.....	220
Наші автори	227

Наукове видання

**Теорія та методика навчання
математики, фізики, інформатики**

Випуск XI

В 3-х томах

Том 2

Підп. до друку 26.03.13
Папір офсетний №1
Ум. друк. арк. 13,6

Формат 80×84 1/16
Зам. №2-2603
Наклад 150 прим.

Жовтнева друкарня
50014, м. Кривий Ріг, вул. Електрична, 5
Тел. (0564) 407-29-02

E-mail: semerikov@gmail.com