4. Савченко З. В. Основні вимоги до навчальних комп'ютерних програм у базовій середній школі [Електронний ресурс] / З. В. Савченко– Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em7/content/08szvesb.htm.
5. Торопцов В. С. Применение компьютерных технологий для создания электронных учебников для системы дистанционного обучения / В. С. Торопцов, Д. Б. Григорович // Тезисы докладов Международной конференции "Современные компьютерные технологии в экономике, науке и образовании". – Ташкент, 2000.– 314 с.

Симонова М.Г.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА КАК СРЕДСТВО ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ УЧЕНИКОВ ГУМАНИТАРНОГО ПРОФИЛЯ

Использование компьютерных технологий в общеобразовательных учебных заведениях является важным и актуальным вопросом современного образования. Целью данной статьи является создание электронного учебного пособия элективного курса математики для учащихся гуманитарного профиля, направленного на повышение дифференциации и индивидуализации обучения, развитию творческих способностей и созданию благоприятного эмоционального фона.

Ключевые слова: индивидуализация и дифференциация, элективный курс, электронное учебное пособие.

Simonova M.G.

ELECTRONIC TEXTBOOK OF THE ELECTIVE COURSE AS A MEANS OF INDIVIDUALIZATION AND DIFFERENTIATION OF TEACHING MATHEMATICS FOR STUDENTS SPECIALIZED IN HUMANITIES

Use of computer technology in secondary schools is an important and urgent issue of modern education. The purpose of this article is to create an electronic textbook of math electives for students specialized in humanities, aiming at increasing differentiation and individualization of learning, development of creative abilities and a favorable emotional background.

Key word: individualization and differentiation, elective courses, electronic textbooks.

УДК 372.853;378.096 **Соколов Є. П.**

"ФОРОПТРИКА" – СПЕЦІАЛЬНЕ УЗАГАЛЬНЮЮЧЕ ЗАНЯТТЯ: З ДОСВІДУ НАВЧАННЯ НА ФАКУЛЬТЕТІ ДОВУЗІВСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ

"Фороптрика" – заняття, на якому єдиним способом розглядаються наступні класи задач: задачі про найкоротші шляхи, задачі про форму розтягнутих пружних ниток, задачі про хід променів у системі дзеркал і задачі теорії більярдів. Назва заняття походить від давньогрецьких слів "форєс" (складаю) і "оптрєс" (дивлюся) і відображає головну ідею використовуваного "методу складеного аркуша".

Ключові слова: фізика, метод дзеркальних зображень, фороптрика.

Постановка проблеми. Для підготовки абітурієнтів до вступу й подальшого навчання в технічному університеті на факультеті довузівської підготовки Запорізького національного технічного університету (ФДП ЗНТУ) було створено спеціальний курс фізики, що отримав назву "Екзаменаційна фізика" [1-2]. При створенні цього курсу особлива увага приділялася відбиранню й структуруванню навчальних фізичних задач. Під структуруванням ми розуміємо об'єднання задач, що мають однакову внутрішню логічну структуру й зв'язані спільною ідеєю розв'язання, в окремі великі класи задач. На наш погляд, створення добре структурованої системи задач є необхідним для того, щоб курс фізики для абітурієнтів отримав узагальнюючий, систематизуючий й розвиваючий характер і став реальним "третім концерном" навчання фізики майбутніх інженерів.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. На сьогодні в нашому курсі виділено кілька стрижневих, об'єднуючих ідей. Частина з них опублікована. Це "Правило трьох векторів" [3-5], "Задачі на порівняння" [6], "Енергія в електростатиці" [7].

Формулювання цілей статті. У представленій роботі ми опишемо спеціальне узагальнювальне заняття, що отримало назву "Фороптрика".

У шкільній та олімпіадній фізиці є кілька циклів задач, які мають спільну ідею розв'язання, але традиційно розглядаються в різних розділах курсу. Це задача Герона про найкоротший шлях та її варіації [8], задачі про форму розтягнутих пружних ниток, задачі про хід променів у системі дзеркал [9: 127] і споріднені їм задачі кінематики про рух тіл із пружним відбиттям від перешкод [2: 18], задачі теорії більярдів [10; 11]. Ідейно пов'язані із цим комплексом і задачі електростатики на "метод дзеркальних зображень".

Для розгляду цих задач per unus ratio et una locus нами було створено й апробоване спеціальне заняття "Фороптрика". Ця назва перегукується із традиційними назвами розділів оптики: "Катоптрика" і "Діоптрика"[1]. Воно походить від двох давньогрецьких слів: "форєс" ($\varphi o \rho \varepsilon \varsigma$) – складка, складати і "оптерєс" ($o \pi \tau \eta \rho \varepsilon \varsigma$) – дивитися, спостерігати. Ці два слова цілком відображають суть використовуваного на цьому занятті "Методу складеного аркуша".

Заняття "Фороптрика" принципово відрізняється від інших занять нашого курсу. Якщо на звичайних заняттях учні розв'язують запропоновані їм задачі, то на цьому занятті вони самі формулюють змістовні задачі, використовуючи терміни різних розділів курсу фізики. Головним "інструментом" нашого заняття є аркуш прозорого целофану (розрізаний файл для паперів), на якому проведено фломастером пряму лінію. На занятті ми, разом з учнями, складаємо цей аркуш різними способами й розглядаємо на просвіт отримані ламані лінії. Ми послідовно доводимо, що якщо лінії згину трактувати як "берег ріки", "дзеркало", "борт більярду", то видимі нами ламані лінії будуть зображеннями "найкоротших шляхів", "світлових променів", "більярдних траєкторій". Після цього учням пропонується придумати для готової картинки-відповіді задачу, використовуючи відповідні терміни, і розв'язати її.

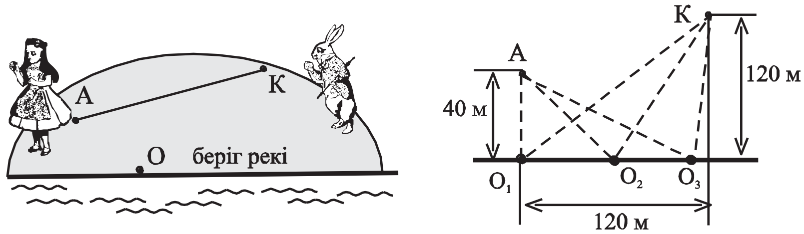
Нижче, в основній частині статті, ми наводимо зі значними скороченнями текст заняття "Фороптрика". Повний варіант можна знайти в публікації [12]. Для слухачів ФДП ЗНТУ ми проводимо це заняття в першому модулі "Кінематика". Попередньо ми пропонуємо їм розв'язати вдома відому задачу про політ м'яча після відбиття від стіни [2: 18]. Цю задачу рідко хто сам може розв'язати. Тим з більшим інтересом і подивом сприймають наші слухачі просту ідею "Методу дзеркальних зображень" і "Методу складеного аркуша". Обмеженість у часі зазвичай змушує нас залишати кінцеву частину заняття "Фороптрика" для самостійної, домашньої роботи.

Основна частина статті. Заняття "Фороптрика" ми починаємо з розгляду класичної задачі Герона Олександрійського про найкоротший шлях.

Задача 1. Одного разу у Задзеркаллі відбулася така розмова. Алісі зателефонував Кролик і запросив її на вечірнє чаювання. "Тільки, – додав він, – зайди, будь ласка, на ріку й набери чайник води. І врахуй, у нашій країні всі виховані дівчинки ходять тільки по найкоротших стежках!" Аліса була вихованою дівчинкою, й, звичайно, вона бажала піти найкоротшою стежкою. Допоможіть Алісі знайти найкоротший шлях! Чому дорівнює його довжина?

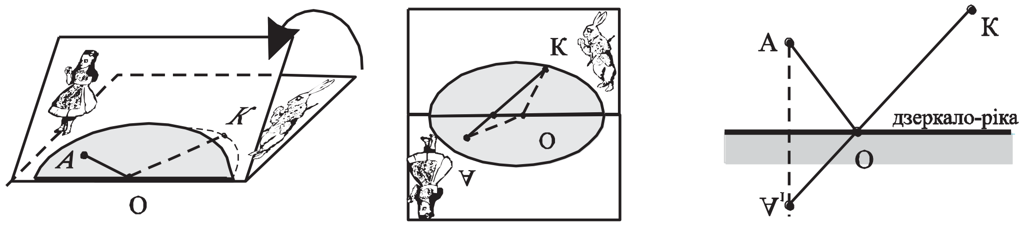
Обговорення. Усі по-різному уявляють собі найкоротший шлях (мал.1). Деякі вважають, що Алісі треба бігти по перпендикуляру до ріки, інші – в "середню точку", треті – у точку, рівновіддалену від обох будиночків. У хід ідуть лінійки й косинці. Але незабаром усі переконуються, що жодна здогадка не підходить. Задачу треба розв'язувати "чесно"!

[1] Розділи оптики, що вивчають, відповідно, явища відбиття й заломлення світла. Назви походять від назви книги Евкліда "Катоптрика" і книги Р. Декарта "Діоптрика".



Мал.1. Наші герої й план їхньої країни.

Розв’язання. Уявимо, що наш малюнок намальовано на двох половинках зігнутого по лінії ріки аркуша паперу (мал.2а). А ще краще уявити, що це не аркуш паперу, а прозорий аркуш целофану, через який набагато краще видні всі намальовані лінії. Розвертаємо наш паперово-целофановий аркуш і розгладжуємо його на столі. Усе відразу стає ясним! Щоб побудувати найкоротший шлях, треба просто взяти й з’єднати на розгорнутому аркуші точки А и К. Теорема Піфагора дає $\ell_{кр} = 200\,м$.



а) б)

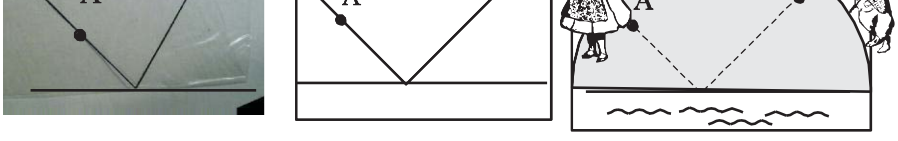
Мал.2. “Метод складеного аркуша” і “Метод дзеркальних зображень”.

Природно назвати такий метод розв’язання “Метод складеного аркуша”. Він дуже схожий на традиційний метод розв’язання – “Метод дзеркальних зображень”[2]. Нагадаємо, що в цьому методі в “дзеркалі-ріці” будується допоміжна точка-зображення A_1, й замість мінімуму $(AO + OK)$ шукається рівний йому мінімум $(A_1O + OK)$.

Ідея обох методів однакова. Але нам все-таки варто зробити вибір, який із двох способів міркування нам корисніше використовувати на нашому занятті? А давайте зробимо так. Давайте займемося не *розв’язанням*, а *придумуванням* задач. От для цього наш “пристрій” – аркуш прозорого целофану, з намальованою на ньому прямою лінією, – найзручніший інструмент. Складаючи його різними способами, ми зможемо одержати багато картинок і скласти для них багато задач про найкоротші лінії. А найголовніше, ми самі завжди будемо знати правильну відповідь, (–) тому що намальована нами лінія – це завжди найкоротший шлях!

А от зворотну дію – розгортання аркуша при розв’язанні придуманої нами задачі – зручніше буде проводити саме методом дзеркальних зображень. Її назва нам підказує, що для розв’язання варто будувати зображення вихідних точок в “дзеркалах – лініях згинів”.

Придумування задач ми починаємо з того, що згортаємо наш аркуш один раз (мал.3).

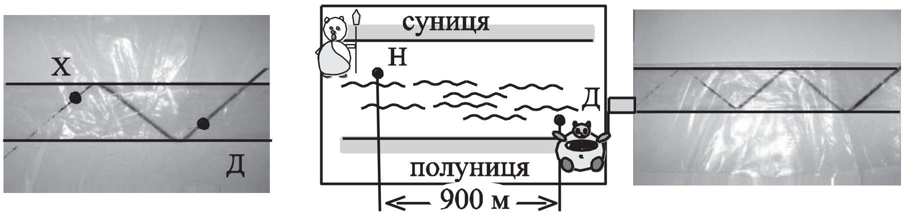


Мал.3. Перша проба.

[2] У літературі ця назва закріпилася за запропонованим У. Томсоном спеціальним методом розв'язання задач електростатики. На наш погляд, ця назва може бути використана для будь-якого методу, у якому для розв'язання задачі будуються допоміжні точки-зображення.

Якщо на променях, у які перетворилася наша пряма, поставити дві точки (будиночки А і К), то ми отримаємо картинку-розв’язання до першої задачі. А якщо прибрати з малюнка все зайве й додати хвилі на ріці й самих героїв, то вийде умова до першої задачі. Ось у такий спосіб за допомогою нашого “пристрою” конструюються задачі.

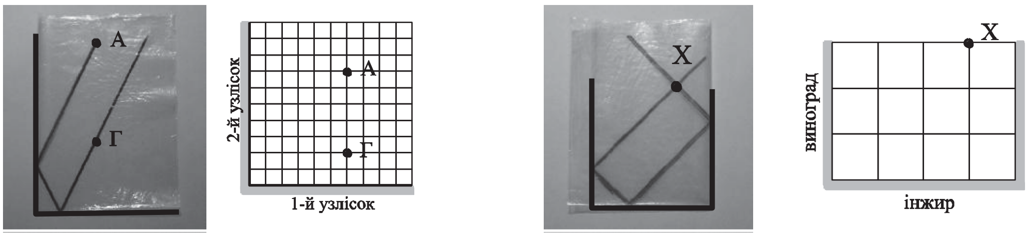
Зігнемо наш аркуш ще раз (мал.4). Ставимо на променях дві точки, стираємо всі підказки й отримуємо нову задачу.



Мал.4.

Задача 2. На ріці, на острові Х, живе Хтось, а на острові Д – Дружок. Друзі люблять плавати на човнах у гості один до одного (одному). Який мінімальний шлях пропливає Хтось, коли їде в гості до Дружка, якщо він спочатку заїжджає по суницю, а потім по полуницю? Відстань від острова Х до берега із суницею 100 метрів, відстань від острова Д до берега з полуницею 300 метрів, ширина ріки 800 метрів. (*Відповідь:* $\ell_{кр} = 1500 м$.)

Якщо звернути аркуш ще раз (мал.4), то в нас вийде найкоротша відстань для задачі, у якій Хтось кілька разів заїжджає по суницю і полуницю. Але не будемо повторюватися, і згортаємо целофан по двох взаємно перпендикулярних лініях згину (мал.5). У нас з’явилася картинка для найкоротшої лінії, що йде із точки Г до двох сторін прямого кута, а потім приходить до другої точки А.



а) б)

Мал.5. Задача про грибника й Ходжу Насреддіна.

Задача 3. Грибника завжди приваблюють далекі узліски (мал.5). Йому здається, що саме там ростуть найбільші гриби. Тому буває так, що замість того, щоб відправиться навпростець до зупинки автобуса (точка А), грибник (точка Г) вирішує забігти на два узліски (спочатку на перший, а потім на другий). Але тому що до автобуса залишається зовсім мало часу, то він вирішує йти найкоротшим шляхом. Чому дорівнює довжина цього шляху? Розміри прочитайте за планом, розмір однієї клітинки 100 метрів. (*Відповідь:* $\ell_{кр} = 1500 м$.)

Вправа 1. А чому буде дорівнювати довжина мінімальної траєкторії, і як вона буде виглядати, якщо спочатку грибник піде на узлісок №2, а потім на узлісок №1. (*Відповідь:* $\ell_{кр} = 1554 м$.)

Ідемо далі. І складаємо наш аркуш ще раз, залишаючи всі кути між лініями згинів прямими. Тепер на отриманій ламаній є точка перетинання (мал.5б). Виділяємо цю точку й отримуємо завдання №4.

Задача 4. Ходжа Насреддін відпочивав у жаркий день у тіні чинари, коли до нього підійшов мандрівний дервіш. “О, мудрець, скажи мені, наскільки зірок на небі більше, ніж піщин у пустелі?” “Рівно настільки, скільки кроків зробить мудрий, котрий, вийшовши із цієї точки, дійде до винограднику, потім відвідає сад з інжиром, загляне в сад з персиками й повернеться сюди із фруктами!”. Наскільки, відповідно до Ходжі Насреддіна, зірок на небі більше, ніж піщин у пустелі? Розміри прочитайте за планом, розмір однієї клітинки – 200 кроків. (*Відповідь:* на 2000.)

Перпендикулярні й рівнобіжні лінії згинів досліджені. Розглянемо тепер випадок, коли лінії згину перетинаються під гострим кутом. Складаємо наш аркуш по-новому й отримуємо фотографію 6.

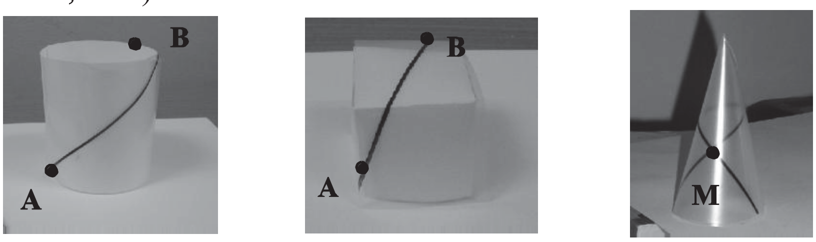
Мал. 6.

Задача 5. У свій час Одіссею, що повернувся у свій дім після багаторічної подорожі, прийшлося доводити свої права на царство, натягаючи тятиву на лук. Кажуть, що після цього на Ітаці герої змагаються в силі, намагаючись оперезати пружною тятивою “трикутник Одіссея” так, як показано на малюнку 6. Підрахуйте, яку силу для цього треба прикласти, якщо довжина тятиви 250 см і для її розтягання на кожен сантиметр треба прикладати силу 100 Н. (*Відповідь:* 2500 Н.)

У нашій задачі з’явилася розтягнута *еластична нитка* – тятива. А яке відношення мають еластичні нитки до найкоротших ліній? Найпряміше. Розтягнута нитка завжди прагне зменшити свою довжину, тому вона завжди набуває форму найкоротшої траєкторії, що з’єднує дві точки. І ми можемо з повним правом сказати, що наш “пристрій” показує не тільки найкоротші траєкторії, але й форму розтягнутих еластичних ниток.

Продовжуємо наші дослідження й виходимо із площини в простір.

Задача 6. Жук повзе по циліндричному стовбуру дерева із точки А в “діаметрально протилежну” точку В найкоротшим шляхом (мал.7а). Чому дорівнює довжина цього найкоротшого шляху, якщо радіус стовбура 20 см, а висота точки В над точкою А дорівнює 40 см? (*Відповідь:* 74,5 см.)



а) б) в)

Мал. 7.

Задача 7. Маленький Принц мешкає на кубічній планеті (мал.7б). Його будиночок стоїть в точці А, а троянда посаджена в точці В. Щодня Принц ходить поливати троянду. Скільки часу Принц іде до троянди, якщо його швидкість дорівнює 2 м/с, а ребро куба дорівнює 100 метрів? (*Відповідь:* 79 с.)

Задача 8. В одному зі своїх розповідей барон Мюнхгаузен розказує про те, що зробив три “кругосвітніх подорожі” по планеті, що має форму конуса (мал.7в). У першій подорожі він один раз обійшов навколо осі планети, у другій – два рази, а у третій, найтриваліщій, – 100 разів. При цьому щоразу він рухався найкоротшим шляхом. Скільки часу тривала друга подорож Мюнхгаузена, якщо перша тривала 3 дні, а остання – 5 днів? (*Відповідь:* 4 доби 19 годин 12 хв.)

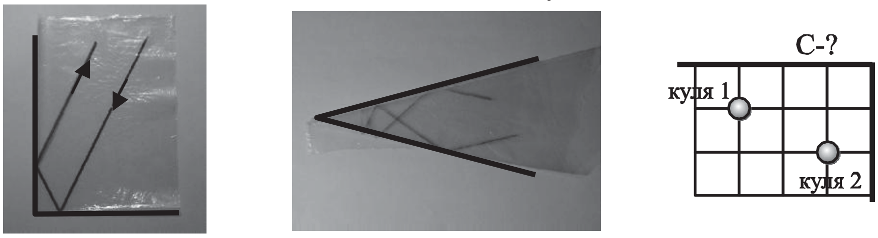
Нашу подорож по країні найкоротших ліній і пружних ниток закінчено. Переходимо до країни “Катоптрика” – країни світлових променів і дзеркал.

Вправа 2. Доведіть, що для найкоротших ліній, які ми бачимо на складеному аркуші, має місце закон відбиття.

Якщо вправу 2 виконано, то ми маємо повне право називати найкоротші лінії, які з’являються в нашому “пристрої”, *світловими променями.* Переходимо на мову світлових променів і по-новому читаємо старі картинки.

На малюнку 8а ми бачимо світловий промінь, що падає на кутовий відбивач (катафот), і відбивається точно у зворотному напрямку. І в нас з’являється тема для розмови про катафотах.

Вправа 3. Стверджують, що катафот настільки ж ефективніше дзеркала, наскільки ефективнішим є годинник, що йде, ніж годинник, що зупинився. Поясніть це порівняння.



а) б) в)

Мал. 8.

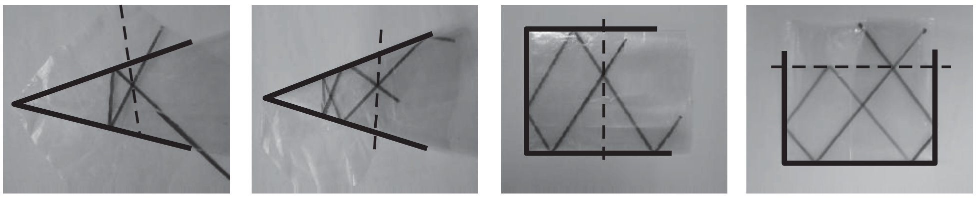
А малюнок 8б підказує, як треба вирішувати таку задачу.

Задача 9. Промінь світла потрапляє у дзеркальний кут величиною 30° паралельно одному із дзеркал. Скільки відбиттів зробить промінь до виходу з кута? (*Відповідь:* п’ять.)

А ще закону відбиття підкоряється рух більярдних куль. Тому всі наші малюнки можна з повним правом вважати *траєкторіями більярдних куль*.

Задача 10. У яку точку С верхнього борту варто послати першу кулю, щоб після двох відбиттів вона потрапила у другу кулю (мал.8в)? У відповіді вкажіть відстань від кута до точки С, розмір клітинки 12 см. (*Відповідь:* 20 см.)

Існує ціла наука – математична теорія більярдів. І наш “пристрій” дозволяє “побачити” цілий ряд фактів, які вона теоретично передбачає. Наприклад, те, що в трикутному більярді існують замкнуті траєкторії, що складаються із трьох і п’яти ланок, а в прямокутному більярді – замкнуті траєкторії, що складаються із чотирьох і шести ланок (мал.9).



Мал. 9.

Кількість завдань, які можна підібрати в навчальній літературі для заняття “Фороптрика”, звичайно, набагато більше того, яке ми навели тут. Так що кожен викладач може поповнити це заняття за своїм смаком. Наш досвід показує, що це заняття проходить легко й з цікавістю у різних навчальних групах (але, звичайно, у різних обсягах). А найсильніші й зацікавлені учні із задоволенням беруть участь у міні-конкурсі “Придумай нову задачу для “Фороптрики”.

Висновки. Розроблено заняття, що об’єднує єдиною ідеєю розв’язання кілька циклів задач із різних розділів фізики.

Запропоновано й апробовано на заняттях ФДП ЗНТУ методику зі “зверненою” послідовністю розв’язання задач. Якщо при використанні традиційної методики складності виникають в учнів звичайно вже при розв’язанні задачі №2, то при використанні “зверненої” методики матеріал засвоюється в набагато більшому обсязі.

Прийом “виходу в простір” (розгортання аркуша) ми розглядаємо як перше, пропедевтичне ознайомлення наших слухачів з методами теоретичної фізики, що зводяться до збільшення розмірності простору задачі (ріманова поверхня, розв'язання рівнянь математичної фізики).

"Глобальність" тематики цього заняття дозволяє у закінченні сформулювати загальне поняття про місце "Принципів" у фізиці й про еволюцію фізичного знання в процесі розвитку фізичної теорії.

Перспективи подальших розробок у цьому напрямку ми бачимо в створенні декількох варіантів цього заняття для навчальних груп різного рівня підготовки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Соколов Є. П. Екзаменаційна фізика. Лекції: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.]: в 2 т. / Є. П. Соколов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009.
2. Соколов Є.П. Збірник структурованих комплексних завдань з фізики: нав. посіб. / Є. П. Соколов, Д. І. Анпілогов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010. – 206 с.
3. Соколов Є. П. Правило трьох векторів / Є. П. Соколов // Фізика та астрономія в школі. – 2010. – № 4. – С. 35-38.
4. Соколов Є. П. "Правило трьох векторів" і завдання на мінімум / Є. П. Соколов // Фізика та астрономія в школі. – 2010. – № 5. – С.33-36.
5. Соколов Є. П. "Правило трьох векторів" і сила тертя / Є. П. Соколов // Фізика та астрономія в школі. – 2010. – № 5. – С. 30-33.
6. Соколов Е. П. Фізичні задачі на порівняння / Е. П. Соколов // Вісник ЧДПУ. – Чернігів: ЧДПУ, 2006 – Вип. 36. – С. 135–138.
7. Соколов Е. П. Изложение темы "Энергия в электростатике" в курсе физики факультета довузовской подготовки / Е. П. Соколов // Зб.наук. праць КамПДУ. – КамП: КамПДУ, 2006. – Вип. 12. – С. 166–169.
8. Протасов В.Ю. Максимумы и минимумы в геометрии / В.Ю. Протасов. – М.: МЦНМО, 2005. – 56 с. – (Серия: "Библиотека "Математическое просвещение").
9. Гончаренко С. У. Конкурсні задачі з фізики / С.У. Гончаренко. – 8-е вид. – К.: ВШ, 1979. – 448 с.
10. Задачи по физике / [Воробьев И.И., Зубков П. И., Кутузова Г.А. и др.]; под ред. О. Я. Савченко. – [2-е изд.]. – М.: Наука, 1988. – 416 с.
11. Гальперин Г.А. Математические бильярды / Г. А. Гальперин, А. Н. Земляков. – М.: Наука, 1990. – 288 с. – (Б-чка "Квант". Вып.77)
12. Соколов Е. П. Фороптрика, или путешествия по кратчайшему пути / Е. П. Соколов // Школа юного вченого. – 2010. – № 5-6. – С. 18 – 29.

Соколов Е. П.

"ФОРОПТРИКА" – СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОБЩАЮЩЕЕ ЗАНЯТИЕ: ИЗ ОПЫТА ОБУЧЕНИЯ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ

"Фороптрика" – занятие, на котором единым образом рассматриваются следующие классы задач: задачи о кратчайших путях, задачи о форме растянутых упругих нитей, задачи о ходе лучей в системе зеркал и задачи теории бильярдов. Название занятия происходит от двух древнегреческих слов "форес" (складываю) и "оптрес" (смотрю) и отражает главную идею используемого "метода сложенного листа".

Ключевые слова: физика, метод зеркальных изображений, фороптрика.

Socolov E.P.

"PHOROPTRICA" – SPECIAL SUMMARIZING LESSON: LEARNING EXPERIENCE FROM THE PREPARATORY FACULTY

"Phoroptrica" – practical training on which the following classes of problems: problems of the shortest ways, problems of the form of the stretched elastic threads, problems of the light rays in system of mirrors and problems of the theory of billiards, are considered with the help of the unique method. The name "Phoroptrica" derives from ancient Greek words "phores" (to fold up) and "optres" (to look), and reflects the main idea of the "method of the folded up sheet" used.

Key words: physics, method of mirror images, phoroptrica.