

**Ключевые слова:** исследовательская деятельность, исследовательские умения, индивидуализация, дифференциация, дидактическая дифференциация, дифференцированные задания, индивидуально-типологические особенности учащихся, типологические группы.

A. A. Konoval<sup>1</sup>, T. I. Turkot<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyryvi Rih Pedagogical Institute of SIHE  
"Kyryvi Rih National University"

<sup>2</sup>Kherson Academy of continuous education

#### DIDACTIC SYSTEM CONTROL INDIVIDUALIZATION THE PROCESS OF FORMING RESEARCH SKILLS OF STUDENTS IN THE STUDY OF PHYSICS

The article justified the need and urgency of developing new didactic management individualization of research activity of pupils of the senior classes of secondary schools, the result of the implementation of which should be to improve the efficiency of

the formation, development and improvement of research skills training subjects. The characteristic of the spirit and logic of the implementation of one of the options developed by the authors of the system, the mechanism of didactic differentiation of pupils in terms of formation of research abilities, performed psychological and pedagogical characteristic features of typological groups outlined didactic task of formation of research abilities of typological groups of students with low, sufficient high and creative level of preparation for the research, presented the options of differentiated tasks that take into account individual-typological features of students and typological groups. It is expected that the proposed didactic measures will help improve the quality of the research activities of students, formation of positive motivation to her and to the study of physics in general.

**Key words:** research, research skills, individualization, differentiation, didactic differentiation, differentiated tasks, individually-typological features of pupils, typological groups.

Отримано: 22.03.2015

УДК 373.5.16:53

I. В. Корсун

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
e-mail: kozak78@mail.ru

### СПЕЦКУРС «ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА» У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНТІСНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ВИКЛАДАЧА ФІЗИКИ

У статті обґрунтовано доцільність вивчення спецкурсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики. Метою навчального курсу є дослідження досягнень та перспектив розвитку фізики твердого тіла. Завданнями курсу є висвітлення історії розвитку, сучасного стану та перспектив розвитку фізики твердого тіла, аналіз внеску українських вчених у розвиток фізики твердого тіла, формування умінь та навичок розв'язування задач та виконання лабораторних робіт з тих питань фізики твердого тіла, які вивчаються у курсі фізики профільної школи. Навчальний курс містить три змістові модулі: «Дослідження будови твердих тіл», «Дослідження властивостей твердих тіл», «Створення матеріалів із наперед заданими фізичними властивостями».

**Ключові слова:** фізика, фізика твердого тіла, навчальний курс, досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла, будова твердих тіл, властивості твердих тіл, створення матеріалів, викладач фізики.

**Постановка проблеми.** Фізика твердого тіла – наука про будову та властивості твердих тіл. На сьогодні близько половини щорічних світових публікацій з фізики присвячено проблемам розвитку фізики твердого тіла. Різні питання, пов'язані із властивостями твердих тіл, учні вивчають протягом усього курсу фізики. А тому вивчення курсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики є досить важливим та актуальним.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання фізики твердого тіла висвітлені у працях А. Холдена [1], В. Даниленка [2], О. Кабардіна [3], М. Курика [4], Ю. Серговського [5] та багатьох інших вчених.

**Мета статті** полягає у обґрунтуванні доцільності вивчення спецкурсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Спецкурс «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» вивчається на фізико-математичному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка у першому семестрі курсу магістратури. Навчальний курс містить лекції (34 год.), практичні заняття (16 год.) та лабораторні заняття (14 год.).

#### Навчальна програма

##### ЗМ<sub>1</sub>. Дослідження будови твердих тіл

###### 1. Розвиток фізики твердого тіла як науки (2 год.).

Фізика твердого тіла (ФТТ) як наука. Макроскопічний та мікроскопічний підходи до дослідження властивостей твердих тіл. Зв'язок ФТТ з курсом фізики середньої школи.

Історія розвитку ФТТ. Присудження Нобелівських премій за роботи у області ФТТ.

Внесок українських вчених у розвиток ФТТ.

Сучасні дослідження в області ФТТ.

###### 2. Методи дослідження структури твердих тіл (2 год.).

Основи рентгеноструктурного аналізу. Метод Лауе. Метод обергання. Метод Дебая-Шеррера. Будова та принцип роботи іонного мікропроєктора.

Основи електроннографії. Будова та принцип роботи електроннографа та електронного мікроскопа.

Основи нейтронографії.

###### 3. Твердокристалічний стан речовини та його характеристики (2 год.).

Монокристали і полікристали. Поліморфізм та ізоморфізм. Щільна упаковка частинок у кристалах. Просторові ґратки. Елементарна комірка. Геометрія кристалічної ґратки. Типи зв'язку. Дефекти у кристалах. Дослідження Г. Вороного.

*Симетрія кристалів. Анізотропія кристалів.<sup>1</sup>*

###### 4. Застосування та методи вирощування кристалів (2 год.).

Утворення кристалів у природі та способи отримання їх у техніці. Кристалізація з пари, розчинів та розплавів. Роботи Л. Шубнікова, О. Смакули, О. Стасіва.

*Рідкі кристали: будова, властивості, застосування.*

##### ЗМ<sub>2</sub>. Дослідження властивостей твердих тіл

###### 1. Механічні властивості твердих тіл (2 год.).

*Діаграма стану.* Пружність, пластичність та крихкість. Твердість. Визначення твердості тіл методом Мооса. Міцність. Теоретична і реальна міцність твердих тіл. Шляхи підвищення міцності твердих тіл. Способи керування механічними властивостями твердих тіл.

###### 2. Теплові властивості твердих тіл (2 год.).

Теплопровідність. Теплоємність. Метод Дюлонга-Пті вимірювання теплоємності. Теплове розширення твердих тіл. Створення інварних та елінварних сплавів.

###### 3. Електричні властивості твердих тіл (2 год.).

Провідники в електричному полі. Електростатичний захист. Діелектрики в електричному полі. Електрети, сегне-

<sup>1</sup> Курсивом зазначено теми, які виносяться на самостійну роботу студентів.

## Лабораторні заняття (14 год.)

тоелектрики, п'єзоелектрики та їх практичне використання. Створення надізоляційних матеріалів.

Основні положення електронної теорії провідності металів. Високотемпературна надпровідність. Створення надпровідних матеріалів.

*Електричний струм у напівпровідниках. Застосування напівпровідникових приладів.*

## 4. Магнітні властивості речовини (2 год.).

Магнітні властивості речовини. Феромагнетики, парамагнетики та діамагнетики. Магнітний запис інформації на вінчестер. Антиферомагнетики. «Гігантський магнетоопір».

*Гальваноманітні властивості. Ефект Холла та його використання у техніці.*

## 5. Оптичні властивості твердих тіл (2 год.).

Відбивання, поглинання, пропускання та заломлення світла твердими тілами. Дослідження оптичних властивостей твердих тіл за допомогою спектрів відбивання та пропускання. Оптоволоконна техніка. Створення «невидимих» об'єктів.

## 6. Зв'язки між властивостями твердих тіл (2 год.).

Зворотні і незворотні явища. Явища переносу. Прямі і зворотні зв'язки.

*Аморфні тіла: будова, властивості, застосування.*

ЗМ<sub>3</sub>. Створення матеріалів із наперед заданими фізичними властивостями

## 1. Механічна та термічна обробки металів (2 год.).

Обробка металів тиском (кування, прокатування, протягування, штампування). Обробка металів різанням (точіння, стругання, свердління). Термічна обробка металів (гартування, відпускання, відпалювання). «Втома металів». Секрет дамаської сталі.

**2. Вплив на структуру і комплекс фізичних властивостей твердих тіл екстремальних умов – надвисоких тисків та температур (2 год.).**

Поліморфізм. Отримання штучних алмазів. Проблеми створення металевого водню.

## 3. Металеві конструкційні матеріали (2 год.).

Сплави та їх класифікації і характеристики. Сплави з «пам'яттю форми». Чавуни. Сталі.

## 4. Композити (2 год.).

Порошкова металургія. Композитні матеріали. Проблеми створення надтвердих матеріалів.

## 5. Полімери (2 год.).

Будова полімерів. Фізичні властивості та застосування полімерів. Парадоксальні властивості полімерного скла.

## 6. Неметалеві конструкційні матеріали (2 год.).

Пластмаси. Термопластичні матеріали. Термореактивні матеріали. Гумові матеріали.

## 7. Нанотехнології (2 год.).

Історія, сучасний стан та перспективи розвитку нанотехнологій. Графен. Вуглецеві нанотрубки. Проблеми створення DVD-дисків.

*Практичні заняття (16 год.)*

1. Розв'язування задач на обчислення параметрів кристалічної ґратки (2 год.).

2. Розв'язування задач на обчислення параметрів механічних властивостей твердих тіл (2 год.).

3. Розв'язування задач на обчислення параметрів теплових властивостей твердих тіл (2 год.).

4. Розв'язування експериментальних задач на дослідження електричних властивостей твердих тіл (2 год.).

5. Дослідження процесів намагнічування пара-, діата феромагнетиків (2 год.).

6. Дослідження ефекту Холла у металах (2 год.).

7. Дослідження ефектів Пельтьє та Зеебека у металах (2 год.).

8. Домашні досліди та спостереження із дослідження властивостей твердих тіл (2 год.).

1. Дослідження процесу росту кристалів (2 год.).

2. Визначення модуля пружності при деформації розтягу (2 год.).

3. Порівняння молярних теплоємностей металів (2 год.).

4. Визначення діелектричної проникності діелектрика (2 год.).

5. Вивчення явища фотоэффекту (2 год.).

6. Визначення індуктивності котушки (2 год.).

7. Дослідження залежності потужності випромінювання нитки розжарювання від температури (2 год.).

## ІНДЗ

1. Використання рідких кристалів у сучасній техніці.

2. Ефект «пам'яті форми» у металах та сплавах.

3. Аморфні металічні сплави.

4. Сучасний стан та перспективи розвитку мікропроцесорної техніки.

5. Цифрова фото- та відеотехніка.

**Про інвар та елінвар (Теплове розширення твердих тіл)**

У 1899 р. швейцарський фізик Шарль Гільом (1861-1938) створив новий сплав – інвар (з латинської мови «invariabilis» перекладається як «незмінний»). У 1920 р. Ш. Гільом отримав Нобелівську премію за відкриття сплавів інвару та елінвару.

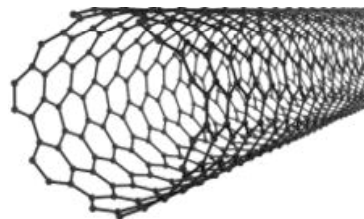
Інвар – це залізо-нікельова сталь, що містить 35-37% нікелю. Коефіцієнт теплового розширення інвару досить малий ( $\alpha = 0,9 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup> при температурах від  $-80^{\circ}\text{C}$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ ) і його можна порівняти лише з коефіцієнтом теплового розширення кварцу. Малий коефіцієнт теплового розширення інвару пояснюється тим, що зменшення об'єму при нагріванні компенсує теплове розширення. За допомогою спеціальної термічної обробки коефіцієнт теплового розширення інвару можна зробити навіть від'ємним. З інвару виготовляють найточніші вимірювальні інструменти, зокрема, деталі годинників і «робочі» еталони метра. Інвар є цінним ще й тим, що не намагнічується.

Елінвари – група сплавів на залізо-нікельовій основі, пружні властивості яких практично не залежать від температури. Фізична природа даної аномалії – магнітна, а тому елінвари втрачають свої унікальні властивості при температурах, вищих від точки Кюрі. Спочатку був відомий бінарний сплав, який містив 45% Ni (інший компонент – Fe), а потім були розроблені сплави, леговані Cr, Mo, W. Елінвари використовують для виготовлення резонаторів механічних фільтрів, мембран, пружин та інших деталей.

*Про вуглецеві нанотрубки (Наноматеріали)*

Вуглецеві нанотрубки вперше були виявлені у 1991 р. Діаметр цих трубок знаходиться у межах 0,4-500 нм, а довжина від 1 мкм до декількох десятків мікрометрів (при синтезі довгих волокон – і до десятків сантиметрів).

Утворюються при розкладанні вуглець-вмісних газів ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ , CO, парів  $\text{C}_6\text{H}_6$  тощо) на каталітично активних поверхнях металів (Fe, Co, Ni тощо) при температурах 300-1500 $^{\circ}\text{C}$ . Вуглецеві нанотрубки можуть набувати найрізноманітніших форм – від прямолінійних до спіральних (рис. 1).



**Рис. 1.** Основна особливість вуглецевих нанотрубок – їх каркасна форма

Розрізняють металеві та напівпровідникові нанотрубки. Металеві нанотрубки проводять електричний струм навіть при наближенні до абсолютного нуля температур, а провідність напівпровідникових нанотрубок зростає при підвищенні температури.

Вуглецеві нанотрубки досить міцні як на розтяг, так і на згин – модуль пружності вздовж осі трубки складає 7000 ГПа, тоді як для легованої сталі і найпружнішого металу – ітрію – відповідно 200 ГПа і 520 ГПа.

Унікальні властивості вуглецевих нанотрубок зумовлюють їх перспективне використання у ряді напрямків: як армуюча добавка у композиційних матеріалах, для одержання електропровідних композиційних полімерів та металевих надпровідникових матеріалів, як компонент холодних емісійних катодів у дисплеях, для виробництва особливих марок графіту, як сировина для виробництва теплоізоляційних матеріалів, для виготовлення вуглець-літєвих батарей і надконденсаторів, як сорбент і сховище водню та як носій каталізаторів.

Інженери Токійського університету (Японія) під керівництвом Токао Соменя створили найгнучкіший електропровідний матеріал, який являє собою вуглецеві нанотрубки, поміщені в полімерну основу (рис. 2).

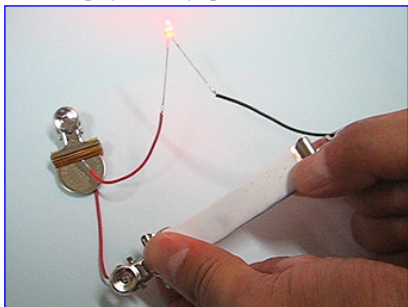


Рис. 2. Без зміни електропровідності лінійні розміри матеріалу можна збільшити на 38%.

#### Найміцніший матеріал на Землі (Нанотехнології)

У 2004 р. був відкритий графен – двохмірний шар графіту товщиною в один атом (порядку одного ангстрема). Графен вважається найміцнішим матеріалом на Землі. Крім того, графен володіє хорошою теплопровідністю, проводить електричний струм і при цьому практично прозорий. Остання властивість робить графен вдалим матеріалом для створення, наприклад, сенсорних дисплеїв. Крім того, передбачається, що графен знайде широке застосування в електроніці.

У 2010 р. Нобелівську премію з фізики за «основоположні експерименти з двохмірним матеріалом графеном» отримали російські вчені Костянтин Новосьолов і Андре Гейм, які працюють в університеті м. Манчестер (Велика Британія). Для отримання графену К. Новосьолов використовував просту методику. Початковою структурою є кристал графіту, з поверхні якого за допомогою досить липкого скотчу буквально здирається одноатомний вуглецевий шар. Потім плівка скотчу з цим шаром притискається до поверхні монокристалічної кремнієвої пластини. Після видалення плівки на поверхні пластини залишаються шматочки графену.

Основна складність, яка перешкоджає практичному використанню графену, – неможливість створювати достатньо великі листи з цього матеріалу. Хіміки з Південної Кореї і Японії розробили технологію, яка дозволила їм вперше отримати прямокутний лист графену з діагоналлю 75 см. До цих пір графенові структури були на порядок меншими. Учені вирощували графен на великих листах мідної фольги методом хімічного осадження з пари, а потім за допомогою валика розкочували мідно-графенові листи по шару спеціального високоадгезивного (що добре «прилипає») полімеру. На наступному етапі процесу мідь витравлялася, а графен з «липким» полімером за допомогою валика наносився на кінцевий субстрат. Дослідники видаляли адгезивний полімер нагріванням і у результаті отримували великі листи графену. Аналогічним чином до отриманих графенових фрагментів додавалися нові шари графену.

Для того, щоб поліпшити провідні властивості отриманої плівки, учені обробляли її азотною кислотою. Фахівці

перевірили «працездатність» створеного графенового листа, який пропускав до 90% світла, вбудувавши його в сенсорний дисплей. За словами дослідників, властивості такого дисплея не поступалися стандартним дисплеям, сконструйованим на основі провідних шарів з індієво-оловяних оксидів.

**Висновки.** Обґрунтовано доцільність вивчення спецкурсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики.

#### Список використаних джерел:

1. Алан Холден. Что такое ФТТ: основы современной физики твердого тела / Алан Холден ; пер. с англ. Ю.Г. Рудого ; под ред. и с предисл. А.А. Гусева. – М. : Мир, 1971. – 270 с.
2. Даниленко В.М. Что такое твердое тело? / В.М. Даниленко. – К. : Акад. наук, 1963. – 63 с.
3. Кабардин О.Ф. Факультативный курс физики. 10 кл. : пособ. для учаш. / О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Н.И. Шефер. – М. : Просвещ., 1979. – 191 с.
4. Курик М.В. Фізика твердого тіла : навч. посібн. / М.В. Курик, В.М. Цмоць. – К. : Вища шк., 1985. – 246 с.
5. Серговський Ю.В. Будова та властивості речовини : навч. посібн. для факульт. занять з фізики в ІХ і Х кл. / Ю.В. Серговський. – К. : Рад. шк., 1972. – 165 с.

**И. В. Корсун**

*Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка*

#### СПЕЦКУРС «ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА» В ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНТНОСТНЫХ КАЧЕСТВ БУДУЩЕГО ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ФИЗИКИ

В статье обоснована целесообразность изучения спецкурса «Достижения и перспективы развития физики твердого тела» будущими преподавателями физики. Целью учебного курса является исследование достижений и перспектив развития физики твердого тела. Задачами курса является освещение истории развития, современного состояния и перспектив развития физики твердого тела, анализ вклада украинских ученых в развитие физики твердого тела, формирование умений и навыков решения задач и выполнения лабораторных работ по тем вопросам физики твердого тела, которые изучаются в курсе физики профильной школы. Учебный курс включает три содержательные модули: «Исследование строения твердых тел», «Исследование свойств твердых тел», «Создание материалов с заранее заданными физическими свойствами».

**Ключевые слова:** физика, физика твердого тела, учебный курс, достижения и перспективы развития физики твердого тела, строение твердых тел, свойства твердых тел, создание материалов, преподаватель физики.

**I. V. Korsun**

#### *Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University* COURSE «ACHIEVEMENTS AND FUTURE DEVELOPMENT OF SOLID STATE PHYSICS» IN FORMING COMPETENCE QUALITY OF FUTURE LECTURER OF PHYSICS

In the article the advisability to study course «Achievements and Prospects of Development of Solid State Physics» of future physics lecturers is soundly. The aim of training course is to explore the achievements and prospects of solid state physics. The objectives of the course is to highlight historical development, current state and prospects of development of solid state physics, analysis of the contribution of Ukrainian scientists in the development of solid state physics, formation and skills for solving problems and laboratory work on the issues of solid state physics, which studied in the physics course specialized schools. The training course contains three thematic modules: «Investigation of the structure of solids», «Investigation of the properties of solids», «Creating materials with predetermined physical properties».

**Key words:** physics, solid state physics, training course, achievements and prospects of the development of solid state physics, structure of solids, properties of solids, creating materials, lecturer of physics.

*Отримано: 4.04.2015*