



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕТОДОЛОГІЇ  
ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ  
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

**присвячена 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича**

**Збірник матеріалів конференції**

**18 січня 2018 року  
м. Київ, Україна**

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія педагогічних наук України  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова  
Академія вищої освіти України  
Національний університет харчових технологій  
Миколаївський національний університет імені В.О.Сухомлинського  
Рівненський державний гуманітарний університет  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського  
Житомирський державний університет імені Івана Франка

**Всеукраїнська науково-практична конференція**

# **Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико- математичних дисциплін**

присвячена 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича

**Збірник матеріалів конференції**

**18 січня 2018 року**

**м. Київ, Україна**

**Тези доповідей** Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін», присвяченої 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича 18 січня 2018 року, Київ, Україна – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. – 169 с.

#### **Організаційний комітет**

**Андрущенко В.П.** – доктор філософських наук, професор, член-кореспондент НАН України, академік НАПН України, ректор НПУ імені М.П. Драгоманова (**голова оргкомітету**);

**Працьовитий М.В.** – доктор фізико-математичних наук, професор, декан фізико-математичного факультету НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

**Торбін Г.М.** – доктор фізико-математичних наук, професор, проректор з наукової роботи НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

**Сергієнко В.П.** – доктор педагогічних наук, професор, директор Інституту неперервної освіти НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

**Пудченко С.А.** – аспірант кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П. Драгоманова (**відповідальний секретар**);

**Вернидуб Р. М.** – доктор філософських наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, проректор з навчально-методичної роботи НПУ імені М.П. Драгоманова;

**Корець М.С.** – доктор педагогічних наук, професор, проректор із науково-педагогічної та адміністративно-господарчої роботи НПУ імені М.П. Драгоманова;

**Андрусишин Б. І.** – доктор історичних наук, професор, декан факультету політології та права;

**Падалка О. С.** – доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, завідувач кафедри економіки освіти;

**Гончаренко Я. В.** – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики;

**Грищенко Г. О.** – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної та теоретичної фізики та астрономії;

**Сиротюк В. Д.** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії;

**Швець В. О.** – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедри математики і теорії та методики навчання математики;

**Шут М. І.** – доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, завідувач кафедри загальної і прикладної фізики;

**Січкач Т. Г.** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальної і прикладної фізики;

**Касперський А.В.** – доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри технічної фізики та математики;

**Заболотний В.Ф.** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

**Єфименко В. В.** – кандидат педагогічних наук, доцент, заступник декана факультету інформатики;

**Мусієнко Ю.А.** – старший викладач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П. Драгоманова;

**Лазаренко М.В.** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики Національного університету харчових технологій Київ;

**Мосієвич О. С.** – кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри фізики, проректор Рівненського державного гуманітарного університету;

**Ткаченко О. К.** – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики Житомирського державного університету імені Івана Франка.

## ГОРБАЧУК ІВАН ТИХОНОВИЧ



Завідувач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, кандидат фізико-математичних наук (1974 р.), доцент (1982 р.), професор (1994 р.), доктор філософії (2010 р.), академік АНВО України (2004 р.). Фізик, фахівець у галузі молекулярної фізики, колоїдної і фізичної хімії, винахідник, викладач вищої школи.

Нагороджений орденами Святого Архистратига Михаїла (2002 р.), Святих Кирила і Мефодія (2003 р.); нагрудними знаками «Відмінник народної освіти» (1967 р.), «Відмінник освіти України» (2003 р.); медалями «А.С. Макаренко» (1986 р.), «Будівничий України», «Іван Пулюй» (2011 р.); Грамотою Верховної Ради України (2003 р.), почесними грамотами Кабінету Міністрів України (2008 р.), НАН України (2009 р.); знаками «Профспівкова відзнака» (1993 р.), «За наукові досягнення» (2006 р.), «Ушинський К.Д.», «Знак пошани» КМДА (2007 р.), «Петро Могила» (2008 р.), «За наукові досягнення» (2012 р.); орден «За заслуги» III ступеня (2010 р.), «За заслуги» II ступеня (2015 р.)

Народився Іван Тихонович 18 січня 1933 р. в с. Батарея Берестейської обл., Республіка Білорусь. Закінчив Київський державний педагогічний інститут імені М. Горького (з 1997 р. — Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова), спеціальність — «Фізика і основи виробництва» (1939 р.). Після закінчення інституту працював учителем фізики і математики в СШ с. Плесецьке (1959- 1962 рр.), у школах м. Ірпеня (1962-1967 рр.).

З 1967 р. працює в НПУ імені М.П. Драгоманова: інженером (1967-1968 рр.), аспірантом (1968-1971 рр.), знову інженером, а з 1973 р. він — викладач кафедри загальної фізики, заступник декана фізико-математичного факультету (1977-1980 рр.), доцент, завідувач кафедри загальної фізики (1985-1986 рр.), професор (1994 р.). З 2008 р. і до сьогодні І.Т. Горбачук є завідувачем кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи.

В університеті Іван Тихонович читав лекції та проводив практичні і лабораторні роботи з дисциплін: теоретична фізика «Електродинаміка і теорія відносності» та повний курс загальної фізики. Сьогодні спеціалізується у галузі історії і методології фізики та методів наукових досліджень. Розробив ряд навчальних програм, у тому числі програми з курсу «Загальна фізика», «Історія і методологія фізики», «Методи наукових досліджень». У 2011-2012 рр. під керівництвом проф. І.Т. Горбачука

виконана держбюджетна науково-дослідна робота на тему «Розробка і впровадження навчально-наукового комп'ютеризованого комплексу лабораторних робіт саморозвитку особистості при підготовці учителя фізики», що стало основою створення при кафедрі двох навчально-наукових комп'ютеризованих лабораторій.

Наукові інтереси: експериментальні дослідження електро-поверхневих властивостей дисперсних систем методами електрокінетики, розробка нових методів і приладів електроосмосу та електрофорезу, які впроваджені у наукових лабораторіях Києва, Москви, Вільнюса; у галузі фізики вищої школи: симетрія і закони збереження класичної та квантової фізики, історія та методологія фізики, методи наукових досліджень. Іван Тихонович є автором і співавтором понад 130 друкованих праць, з них понад 23 навчальних посібників і 7 авторських свідоцтв на винаходи. Співавтор першого в Україні п'ятитомного повного комплексу україномовних навчальних посібників з курсу загальної фізики (Загальний курс фізики: У 3 т./ І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук та ін.; За ред. І.М. Кучерука, — 2-е вид., випр. — К.:Техніка, 2006: Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. — 332 с.; Т.2: Електрика і магнетизм. — 432 с.; Т.3: Оптика. Квантова фізика. — 318 с.; Загальний курс фізики: Зб. Задач / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук та ін.; За заг. ред. І.П. Гаркуші. — 2-е вид., стер. — К.: Техніка, 2004. — 360 с.; Загальна фізика: Лабор.практикум: Навч. посібн. / В.М. Барановський, П.В. Бережний, І.Т. Горбачук та ін.: За заг. ред. І.Т.Горбачука. — К.: Вища шк., 1992. — 309 с.

І.Т. Горбачук проводить активну громадську роботу: був головою Комісії з координації роботи ВНЗ м. Києва з гуманітарних питань при КМДА і Раді ректорів Київського вузівського центру (1997-2004 рр.)- З 1991 р. і до сьогодні є головою профспілки та ради трудового колективу, голова осередку «Просвіта» університету. З 1994 р. — академік-секретар Відділення фізики і астрономії та член Президії АН ВО України.

## Високе покликання:

**Іван Горбачук – вчений, громадянин, особистість.  
(професор, академік АН Вищої освіти України, голова трудового колективу,  
заслужений професор НПУ імені М. П. Драгоманова)**

Кожен із нас знає, що в житті трапляються люди, які працюють тільки на себе. Значних результатів вони досягають швидко. Здобувають звання, посади, нагороди, але... поваги в колективі практично не мають. І разом із тим, всім відомо, що є люди іншого гарту. Вони працюють на справу, організацію, колектив, на людину. Віддають їм всю свою енергію, творчі здібності, наснагу. Через брак часу не завжди вчасно вони захищають дисертації, пишуть книжки, роблять доповіді на наукових конференціях. Однак, таких людей люблять і поважають. До них тягнуться. З ними радяться. Їх запрошують до родинного столу... Саме до такої когорти безкорисливих, відданих справі людей належить мій добрий старший товариш і колега, професор **Іван Тихонович Горбачук**. Саме він сказав те останнє й найбільш вагоме слово, яке привело мене до університету. Саме він розповів про його проблеми і суперечності, запросив до справи, яку ми робимо спільно вже 15 років. Тривалі розмови про освіту, педагогічний процес, вчительську справу, роль університету М. П. Драгоманова і т.п., які велись між нами в стінах Інституту вищої освіти, спонукали мене до прийняття єдиного правильного рішення – йти, балотуватись, працювати.

А народився майбутній вчений і педагог – фахівець в галузі молекулярної фізики, колоїдної й фізичної хімії – у невеличкому селі Батарєя Березівського району Берестейської області. Закінчив 1959 р. Київський державний педагогічний інститут імені М. Горького (нині Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова) за спеціальністю «Фізика і основи виробництва», захистив дисертацію, отримав звання доцента, згодом – професора, а у 2000 році рішенням Президента України – високе звання «Заслужений працівник освіти України».

Його шлях – прямий, відкритий і переконливий. Цей шлях цілком можна назвати «дорогою до Храму». Іван Горбачук не лукавив, нікому не заздрив, не покладався на щасливий випадок. Він працював. Над собою, над проблемами, над труднощами. Долав їх і зростав як людина, громадянин і особистість. Зрештою, ці екзистенції й стали його основними характеристиками.

Життєвий шлях складався непросто. Декілька спроб «пробитися» на навчання до одного-двох Львівських університетів успіхом не увінчались з різних причин, головна з яких – нестача коштів на навчання у виші, до якого юнак прагнув усіма фібрами своєї інтелектуально зарядженої душі. Робота в школі, і не тільки, сформували характер – доброзичливий і вимогливий, уміння спілкуватися з дітьми і дорослими, навчили бачити людські проблеми, а головне – виховали потребу допомагати людям.

Іван Горбачук працював учителем фізики і математики в середній школі с. Плесецьке Васильківського району Київської області (1959 – 1962), в школах м. Ірпінь Київської області (1962 – 1967), а далі НПУ імені М. П. Драгоманова

інженером (1967 –1968), аспірантом (1968 – 1971), а з 1973 – викладачем кафедри загальної фізики, заступником декана фізико-математичного факультету (1977 – 1980), доцентом, завідувачем кафедри (1985 – 1986), професором, Заслуженим професором університету.

Не можу не відзначити вагомий здобуток вченого в галузі фізики. Він – фізик-теоретик. Блискучий, креативний, переконливий. Його підручник з фізики, підготовлений і виданий у п'яти книгах (у співавторстві з колегами), визнано одним з найкращих у системі підготовки майбутніх фахівців з фізики для вищої школи. Вражаючими також є його експериментальні дослідження електроповерхневих властивостей дисперсних систем методами електрокінетики, розроблення нових методів і приладів електроосмосу та електрофорезу; в галузі фізики вищої школи: симетрія і закони збереження класичної та квантової фізики.

Іван Горбачук є автором понад 150 наукових праць, серед яких 25 підручників та навчальних посібників. Блискучий вчений і педагог. Прекрасний організатор. Товариш. Серце і душу віддає колективу. Турбується за кожного і для кожного знаходить слово підтримки. І не тільки слово. Іван Тихонович піклується про оздоровлення і лікування, матеріальну підтримку у випадку захворювання, нещасного випадку чи іншої життєвої ситуації. Саме він допоміг увійти в колектив, сформувати команду, зрозуміти кожного...



Ось уже п'ятнадцять років практично щодня ми обговорюємо різноманітні проблеми, радимось, приймаємо рішення. Не хочу образити нікого, але більш чесно й порядної людини, з ким зводила мене доля, я не зустрів.

Бесіда з Іваном Тихоновичем ніколи не була тривалою в часі, але була завжди конкретна суттю. Він не є багатослівним, але буває нерідко «вибуховим». Це одна із



особливостей його характеру. Не кричить, не свариться, не сперечається. Твердо стоїть на своєму, у чому несхибно переконаний. Відстоює істину, в якій би конфігурації соціальної ситуації не опинився. В центрі його позиції – інтереси людини як особистості. Можливо, саме за це його люблять і поважають всі, хто мав змогу доторкнутись до цієї чарівної людини.

Іван Тихонович любить дотепних людей і сам є людиною дотепною, проникливою. Любить пожартувати, однак так, щоб не тільки не образити людину, а навпаки – підтримати її. Згадую, якось я розповів йому і колегам, що в дні призову до армії (травень 1968 р.) я втрапив у так званий розподільник в м. Береза Картуська (Білорусь), недалеко від якої свого часу проживав Іван Тихонович. Нас поселили в «екатерининській казармі», де, окрім холодної цементної підлоги, не було нічого. Спати довелось на підлозі. Особливо я не переймався, адже в мене була дарована батьком, який пройшов війну, велика ватна фуфайка. Нас, новобранців, днів шість-сім возили з місця на місце по території колишнього союзу, а тому, підклавши куфайку й вкрившись її полою, я заснув, як убитий. Прокинувся, бо замерз. Фуфайки піді мною не було. Хтось вкрав! Жартуючи, я сказав, що це зробили земляки Івана Тихоновича. Ми сміялись, часто повертались до цього епізоду, жартуючи підштовхували до думки, що фуфайку треба було б повернути... На цей жарт Іван Тихонович відповів ще більш жартівливо: в день святкування Нового 2018 року він урочисто вручив мені нову фуфайку! Ми сміялись, знову жартували, тисли руки й раділи від відчуття глибокої дружби і взаємної довіри.



*В день попереднього ювілею професора Івана Горбачука*



Професор І. Горбачук є людиною відповідальною і принциповою. В одному зі своїх чисельних інтерв'ю він так визначив власні пріоритети: «Перший принцип – це жити правдою. Люди іноді думають, що можна схитрувати, сказати неправду, викрутитись і це добре закінчиться, але це не так. Якщо людина відкрита і говорить правду, то його думки і позиція є однозначною, а якщо хитрить, говорить не те, що думає, – то його так і сприйматимуть, соціум дає точні оцінки. Звичайно, не можна прожити без інтимного і чогось особистого, але тоді вже краще змовчати. Другий принцип – повага до людей, робити добро і ставитись до них з розумінням. Третій – працьовитість ... Тільки працьовитістю і працездатністю можна досягати вершин у своїй справі». Людина праці і високої відповідальності, правдивої поваги до людей і любові до України, її мови і культури, справжній фахівець своєї справи, патріот, майстер-організатор й пан-лідер профспілки педуніверситету, громадянин, особистість – таким постає з порога свого ювілею великий мій друг і навчитель професор Іван Тихонович Горбачук. Пишаюся, що працюємо разом.

Ректор  
НПУ імен М. П. Драгоманова,  
член-кореспондент НАН України,  
академік НАПН України,  
доктор філософських наук,  
професор В. П. Андрущенко

# Пленарні доповіді

УДК 538.9: 536.6

**Дінжос Р.В.**,  
канд. фіз.-мат. наук, доц.,  
Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського,  
м. Миколаїв  
**Фіалко Н.М.**,  
чл.-кор. НАНУ, д-р., техн. наук, проф.,  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ  
**Махровський В.М.**,  
Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського,  
м. Миколаїв  
**Миранова Н.О.**,  
канд. тех. наук, старший науковий співробітник,  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

## ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ВУГЛЕЦЕВОГО НАПОВНЮВАЧА НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

*Педагогічні науки*

***Анотація.** Представлені результати експериментальних і розрахункових досліджень теплофізичних характеристик частково-кристалічного поліетилену і нанокомпозитів, які містять від 0,3 до 2,5 мас. % технічного вуглецю (ТВ) та нанокомпозитів, які містять від 0,3 до 5,0 мас. % терморозширеного графіту (ТРГ). Представлені основи теорії ефективного середовища і теорія перколяції та як вони корелюють з експериментальними даними. Вивчено особливості впливу структури полімерних композитів на їх теплофізичні властивості. Зроблений порівняльний аналіз провідності композицій в залежності від геометрії та розмірів наповнювача.*

***Ключові слова:** терморозширений графіт, технічний вуглець, коефіцієнт теплопровідності, перколяція, полімерні нанокомпозити.*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Полімерні композиційні матеріали (ПКМ), де у якості наповнювача використовується технічний вуглець (сажа), мають широке застосування у окремих галузях теплоенергетичного комплексу. Основні переваги таких ПКМ – мала вага, стійкість до корозії, легкість обробки, дешевий наповнювач тощо. Виходячи з потреб виробництва значний інтерес представляє отримання ПКМ, з одного боку, з невеликою теплопровідністю порівняно з чистою полімерною матрицею, а з іншого боку з покращеними функціональними характеристиками, які забезпечуються зменшенням розміру, а отже і зміншенням вмісту наповнювача.

На сьогодні більшість виробів теплоенергетичного комплексу створюється на основі ПКМ, які містять мікророзмірні частинки (сажа, скловолокно, крейда тощо). Останнім часом у літературі з'явилися роботи в яких доповідається про створення ПКМ, які містять нанорозмірні наповнювачі. Використання нанонаповнювачів дозволяє створити ПКМ з таким же комплексом функціональних характеристик, як і ПКМ з мікро розмірними частинками, але при меншому вмісті наповнювача.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ПУБЛІКАЦІЙ І ДОСЛІДЖЕНЬ

Відомо, що для більшості ПКМ, в області концентрацій до критичної, майже не відбувається збільшення теплопровідності ( $\lambda \approx \text{const}$ ), що є визначним при отриманні виробів теплоенергетичного комплексу [10]. Однак для удосконалення технології створення ПКМ з покращеними властивостями необхідно розуміння фізичних механізмів теплопереносу в даних системах.

У роботах [18, 22, 8, 21, 13] де були використані як наповнювачі у полімерній матриці графіт, сажа (технічний вуглець), вуглецеві волокна, керамічні або металеві частинки, було показано, що значний розкид даних по теплопровідності, як правило, зв'язаний з різною теплопровідністю наповнювачів. Це обумовлено декількома факторами, у тому числі: чистотою наповнювача, його кристалічністю, розміром частинок і методом вимірювання. Важливо також відзначити, що у зазначених роботах стрибкоподібне зростання теплопровідності при певному критичному вмісті провідного наповнювача відбувається менш ніж на порядок (для електропровідності величина стрибка складає декілька порядків). Це на нашу думку пов'язано з відсутністю прямого контакту частинок наповнювача, який є визначальним для механізму теплопереносу. Аналізуючи області використання ПКМ можна зазначити, що перспективним є створення теплоізоляційних матеріалів з покращеним спектром механічних, бар'єрних властивостей, які можуть бути використані при отриманні виробів теплоенергетичного комплексу.

МЕТА СТАТТІ – встановити природу впливу наповнювача однакової хімічної природи, але різної геометрії і розмірів на теплопровідність ПКМ, та теоретичний аналіз механізмів теплопровідності полімерних композитів, які містять вуглецевий наповнювач.

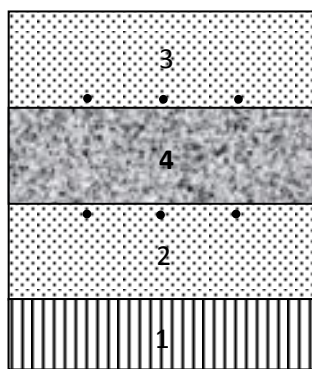
### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

#### Експеримент

Як полімерну матрицю для дослідження використовували промисловий поліетилен (ПЕ) і композити, які містили до 2,5 мас.% технічного вуглецю (ТВ) та до 5,0 мас.% терморозширеного графіту (ТРГ).

Як наповнювачі використовували технічний вуглець та терморозширений графіт, які мають однакову хімічну природу, але відрізняються за розміром і геометрією. Частинки технічного вуглецю мають розмір 100-120 нм. Поверхня частинок володіє шорсткістю, за рахунок наповзань одного шару на інший. Питома поверхня 10-25 м<sup>2</sup>/г. Вуглецеві нанотрубки (виробник ВАТ «Спецмаш» (Україна)). Виготовлені методом CVD з етилену [2] (англ. Chemical vapor deposition – хімічне паровозне осадження). Зміст мінеральних домішок складає ~ 0,1%. Питома площа поверхні  $S$  ВНТ, визначена адсорбцією N<sub>2</sub> становить 190 м<sup>2</sup>/г. Зовнішній діаметр ВНТ, визначений за допомогою методу малокутового розсіювання рентгенівських променів, становить 20 нм, довжина (1 ÷ 5) мкм, товщина стінок ~ 5 нм. ТРГ характеризується малою товщиною пачок графенових шарів (20-70 нм) і великою кількістю пор розміром 2-5 нм, питомої поверхні (до 200 м<sup>2</sup>/г).

Структура для безпосереднього дослідження ПКМ на основі поліетилену та вуглецевих наповнювачів готували методом гарячого пресування. Попередньо, вихідні компоненти у порошкоподібному стані змішували протягом однієї години магнітним змішувачем. Теплопровідність досліджуваних зразків вимірювали використовуючи прилад ИТ-λ-400 (вимірювач теплопровідності), з удосконаленою коміркою (рис.1), згідно з методом, який представлено у роботі [9].



**Рис. 1.** Схематичне креслення, що показує комірку для вимірювання теплопровідності.

• – датчики температури, **1** – нагрівач; **2** – нижня контактна пластина; **3** – верхня контактна пластина; **4** – вимірювальний зразок.

### Результати дослідження

Згідно з літературними даними [1] для опису теоретичних уявлень про механізм теплопровідності використовують теорію ефективного середовища та теорію перколяції.

Перенос тепла, з позицій фононної теорії, можна уявити як поширення енергії за допомогою руху фронту пружною тепловою хвилі, який поширюється зі швидкістю звуку. При цьому використовується, відома з кінетичної теорії газів, формула Дебая [15]:

$$\lambda = \frac{1}{3} \rho v_{3\phi} \bar{l}, \quad (1)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності,  $c$  – питома теплоємність,  $\rho$  – густина,  $v_{3\phi}$  – швидкість звуку у речовині,  $\bar{l}$  – середня довжина вільного пробігу фононів.

Однак фононна модель теплопровідності (1) хоч і дає цілком прийнятне якісне пояснення поведінки більшості реальних тіл (полімерів), але кількісно, вона не в змозі пояснити ні абсолютне значення  $\lambda$ , ні реальну її температурну залежність від низьких температур до температур деструкції.

Висновки фононній теорії в цілому прийнятні і для полімерів, однак, необхідно враховувати їх специфіку, яка полягає, насамперед у: анізотропії всередині і міжмолекулярних взаємодіях; щільності упаковки і спектрі упорядкування макромолекул; гнучкості молекулярних ланцюгів і молекулярної рухливості; ступеня кристалічності; розмірах кристалітів, сферолітів та інших структурних одиниць; дефектності структури тощо.

Для опису процесів теплопереносу в ПКМ необхідно знати залежність ефективної теплопровідності наповненого полімеру від геометрії, орієнтації, фізико-хімічних особливостей взаємодії, теплофізичних параметрів, концентрації та розподілення вхідних в композицію компонентів [17].

До класичної теорії провідності відноситься рівняння Максвелла, який розрахував поле системи, для ізотропного середовища, в яке вкраплені сторонні частинки сферичної форми. Відстань між частинками передбачалося достатньо великим для того, щоб можна було знехтувати їх взаємодією. Отримана розрахункова формула має вигляд [16]:

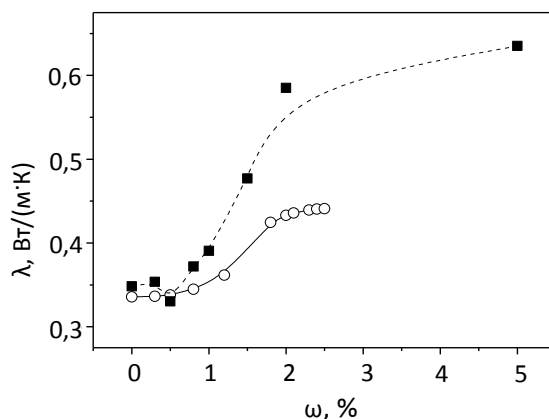
$$\lambda_{ef} = \lambda_1 \left( \frac{\lambda_2 + 2\lambda_1 - 2\nu(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_2 + 2\lambda_1 + \nu(\lambda_1 - \lambda_2)} \right), \quad (2)$$

де  $\lambda_{ef}$  – ефективна теплопровідність гетерогенної системи;  $\lambda_1$  – теплопровідність безперервної фази;  $\lambda_2$  – теплопровідність диспергованої фази;  $\nu$  – об'ємна концентрація диспергованої фази.

Представлені моделі ґрунтуються на адитивному вкладі частинок наповнювача, які хаотично розподілені у полімерній матриці. Однак експеримент показує, що істотну роль у процесі теплопереносу у ПКМ грають не тільки властивості і відносний вміст індивідуальних компонентів, але й: агрегація частинок наповнювача, що приводить, при досягненні

концентрацією певного порогового значення, до встановлення "провідних каналів", при цьому виникає різка зміни провідності; зміна фізичних властивостей полімеру на межі розділу наповнювач-полімер, внаслідок взаємодії полімерної матриці з поверхнею частинок наповнювача; розпушення полімерної матриці, визначальним стає наявність у композиції третього компоненту – пор [3].

Процес утворення провідних каналів та наявність стрибкоподібної зміни провідності неоднорідних матеріалів з рівномірним розподілом компонентів успішно описується за допомогою теорії перколяції [19].



**Рис. 2.** Залежність коефіцієнта теплопровідності полімерних композиційних матеріалів від процентного вмісту: технічного вуглецю – квадрати; вуглецевих нанотрубок – пусті кола.

Теорія перколяції розглядає випадковий розподіл провідного компонента в непровідному середовищі і дає концентраційну залежність ефективної теплопровідності ( $\lambda_{ef}$ ) у вигляді [19]:

$$\lambda_{ef} = \lambda_1 \left( \frac{v_1 - v_c}{1 - v_c} \right)^k, \quad (3)$$

де  $\lambda_1$  – теплопровідність полімерної матриці;  $v_1$  – об'ємна концентрація провідного середовища (наповнювача),  $v_c$  – критична концентрація провідного середовища (наповнювача),  $k$  – критичний індекс.

Виміряна теплопровідність для композитів ПЕТВ та ПЕТРГ при 50°C наведені на рис. 2. Спостерігається збільшення коефіцієнту теплопровідності у діапазоні 0,8-1,8 мас. % (кола) та від 1,0 до 2,0 мас.% (квадрати). Для композиції ПЕТВ збільшення теплопровідності становило 0,11 Вт/мК, тоді як для композиту ПЕТРГ збільшення становило 0,25 Вт/мК. Результат, який був отриманий, щодо абсолютного збільшення значення теплопровідності є спів розмірним порівняно з іншими дослідженнями [14, 5, 6, 7, 23, 12, 11] де були використані вуглецеві нанотрубки, але наповнення їх становило до 4 мас. %.

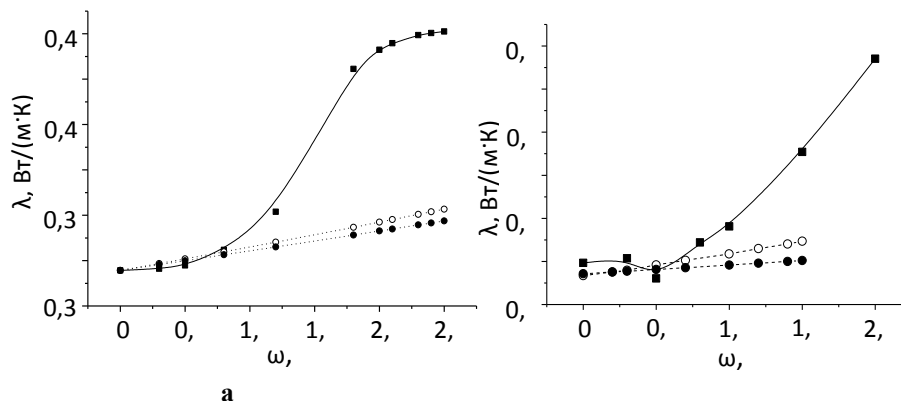
Для опису експериментальних даних були використані основні теоретичні моделі ефективного середовища для даних композицій [4, 25, 24, 20]. Це модель Максвела (рів. 2) та модель Оделевського для хаотично розподілених частинок. Розрахункова формула для статистичної моделі:

$$\lambda_{ef} = \frac{(3v_1 - 1)\lambda_1 + (3v_2 - 1)\lambda_2}{4} \sqrt{\left( \frac{(3v_1 - 1)\lambda_1 + (3v_2 - 1)\lambda_2}{4} \right)^4 + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2}}, \quad (4)$$

де  $v_1$  та  $v_2$  – об'ємна концентрація компонентів;  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  – теплопровідність компонентів.

На рис. 3 представлені результати відповідності експериментальних та теоретичних даних.

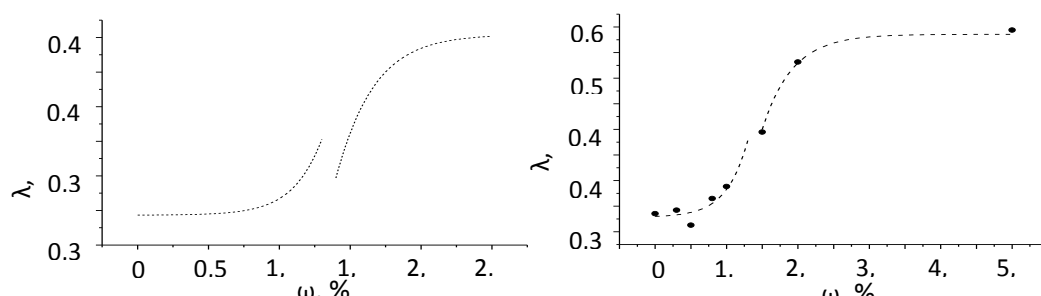
З даних проведеного дослідження чітко видно, що теорія ефективного середовища область концентрацій, коли частинки на відносно великих відстанях одна від одного. Обидві моделі ефективного середовища чітко описують концентраційну поведінку полімерних композитних композитів. При подальшому збільшенні наповнення, значення теплопровідності значно відрізняється від теоретичних уявлень ефективного середовища. Збільшення наповнення скоріш за все приводить



**Рис. 3.** Залежність коефіцієнта теплопровідності ПКМ від процентного вмісту: а) технічного вуглецю; б) терморозширеного графіту. Квадрати – експеримент, кола – за теорією Максвелла, кола (порожні) – модель Оделевського.

до утворення провідних каналів, які значно підвищують теплопровідність. З літературних даних [10] відомо, що коефіцієнт теплопровідності для технічного вуглецю знаходиться в межах 6 ~ 174 Вт/мК, а для технічного вуглецю 200 ~ 2500 Вт/мК. У двох випадках теплопровідність поліетилену не на один порядок відрізняється від теплопровідності наповнювачів, але при їх змішуванні значного підвищення коефіцієнта теплопровідності не відбувається.

Ефект різкої зміни теплопровідності присутній – це означає, що провідний кластер утворюється, не лише через прямий контакт, а й через деякий проміжок між частинками. Скоріш за все ця відстань більша за Дебаєвську довжину – це означає, що механізм тунелювання електронів не працює. В момент змішування між частинками технічного вуглецю присутній поліетилен, а тому в місті зазначеного проміжку відбувається значна втрата провідності. Єдиний дієвий механізм, який залишається – це транспорт фононів, який відбувається у самій полімерній матриці поліетилену, але кількість теплоти, яка переноситься за одиницю часу фононами на порядки менша ніж теплота, що переноситься електронами.



**Рис. 4.** Залежність коефіцієнта теплопровідності ПКМ від процентного вмісту: а) технічного вуглецю; б) терморозширений графіт. Пунктирна лінія – теорія перколяції.

Найкраще експериментальні дані були описані з точки зору теорії перколяції (протікання).

а

б

Проаналізуємо експериментальні дані в рамках теорії перколяції (рів. 3).

Результати відповідності представлені на рис. 4.. В точці  $v = v_c$  спостерігається розрив другого роду. Тому теоретичний опис здійснювали до та після порогу перколяції. Було встановлено, що поріг перколяції для системи ПЕТВ –  $v_c = 1,35$  мас.%, а для системи ПЕТРГ –  $v_c = 1,41$  мас.%. Для обох систем поріг перколяції виявився майже однаковий. Це пов'язано зі

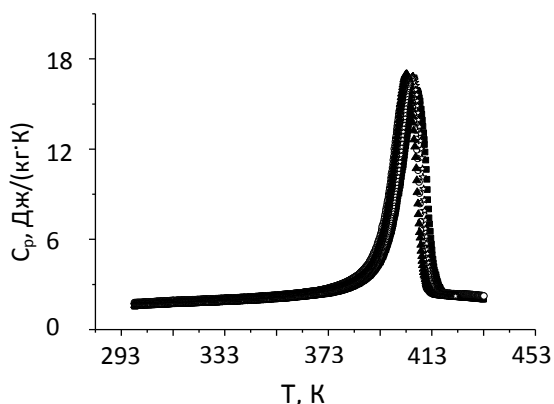


Рис.5. Залежність питомої теплоємності ПЕ (квадрат), композит при вмісті 0,5 мас.% ТРГ (коло), 1,0 мас.%ТРГ (трикутник), 1,5 мас.%ТРГ (зірка).

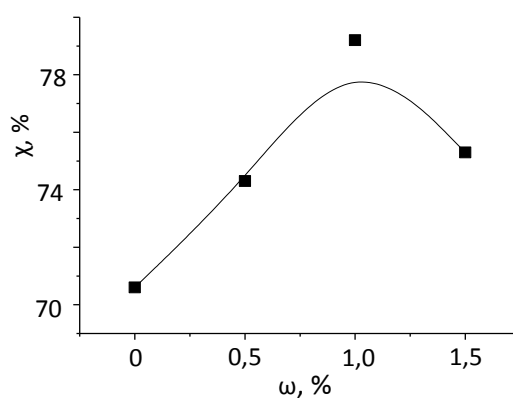


Рис.6. Залежність ступеня кристалічності від вмісту ТРГ.

схожистю геометрії та розмірів наповнювачів.

На рис. 5. приведені експериментальні результати залежності питомої теплоємності при постійному тиску ( $C_p$ ) від вмісту ТРГ. З рисунка (рис. 5) видно, що ендотерми плавлення для чистого ПЕ та композитів на його основі майже однакові за формою. Це означає що значних теплових змін у процесі плавлення не спостерігається.

Аналізуючи ступінь кристалічності композитів (рис. 6), отримано, що при вмісті 1,5 мас.% спостерігається значна зміна кристалічності, це свідчить про утворення нескінченного кластеру частинок у межах від 1 до 1,5 мас.%. Утворення нескінченного кластеру частинок ТРГ супроводжується значними обмеженнями молекулярної рухливості ламелей ПЕ. При кристалізації даних композитів створюються додаткові аморфні області, які утворюються внаслідок того, що ламелі ПЕ займають енергетично невідгідні стани. Це корелює з даними які отримані з теплопровідності (критичне значення з теорії перколяції  $v_c = 1,41$  мас.%)

## Висновки

У результаті проведеної роботи було досліджено теплопровідність систем на основі ПЕ/ТРГ та ПЕ/ТВ та проаналізовано їх використовуючи теорію ефективного середовища та теорію перколяції. Після досліджень теплопровідності було визначено поріг перколяції для даних систем, який становить 1,35% для системи ПЕТВ та 1,41% для системи ПЕТРГ. Наявність контактної опору пояснюється тим фактом, що теплопровідність систем ПЕТРГ та ПЕТВ після порогу перколяції значно нижча за теплопровідність ТРГ та ТВ у вільному стані. Також встановлено, що абсолютні значення теплопровідності після порогу перколяції для системи ПЕТРГ більше ніж для системи ПЕТВ.

## Література

1. *Лыков А.В.* Теория теплопроводности. [Текст] / А.В. Лыков. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
2. *Малежик А.В.* Синтез углеродных нанотрубок методом каталитического разложения [Текст] / А.В. Малежик, Ю.И. Семенов, В.В. Янченко // Журнал прикладной химии. – 2005. – 78. – С. 938-943.
3. *Тагер А.А.* Физикохимия полимеров [Текст] / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
4. *Bigg D. M.* Thermal conductivity of heterophase polymer compositions. [Text] / D. M. Bigg // Adv. Polym Sci. – 1995. – Vol.119. – P.1-30.
5. *Biercuk M.J.* Carbon nanotube composites for thermal management [Text] / M.J. Biercuk, M.C. Llaguno, M. Radosavljevic, J.K. Hyun, A.T. Johnson, J.E. Fischer. – Appl Phys Lett. – 2002. – Vol. 80. – P. 2767-2769.



6. *Choi E.S.* Enhancement of thermal and electrical properties of carbon nanotube polymer composites by magnetic field processing. [Text] / E.S. Choi, J.S. Brooks, D.L. Eaton, M.S. Al-Haik, M.Y. Hussaini, H. Garmestani. – J Appl Phys. – 2003. – Vol. 94. – P. 6034-6039.
7. *Du F.* An infiltration method for preparing single-wall nanotube/epoxy composites with improved thermal conductivity. [Text] / F. Du, C. Guthy, T. Kashiwag, J.E. Fischer, K.I. Winey. – J. Polym Sci B: Polym Phys. – 2006. – Vol. 44. – P. 1513-1539.
8. *Fischer J.E.* Carbon nanotubes: structure and properties. Carbon nanomaterials. [Text] / J.E. Fischer. – New York: Taylor and Francis Group. – 2006. – P. 51-58.
9. *Giovanni A.L.* A Steady-State Apparatus to Measure the Thermal Conductivity of Solids. [Text] / A.L. Giovanni. – Int J Thermophys. – 2008. Vol. 29. – P. 664-677.
10. *Han Z.* Thermal conductivity of carbon nanotubes and their polymer nanocomposites: a review. [Text] / Z. Han, A. Fina. – Prog Polym Sci. – 2011. – Vol. 36. – P. 914-944.
11. *Huang H.* Aligned carbon nanotube composite films for thermal management. [Text] / H. Huang, C. Liu, Y. Wu, S. Fan // Adv. Mater. – 2005. – Vol.17. –P. 1652-1656.
12. *Jakubinek M.B.* Temperature dependence of thermal conductivity enhancement in singlewalled carbon nanotube/polystyrene composites. [Text] / M.B. Jakubinek, M.A. White, M. Mu, K.I. Winey. – Appl Phys Lett. – 2010. – Vol. 96. – P. 083105.
13. *Kelly B. T.* Physics of graphite. [Text] / B. T. Kelly. – Barking (UK): Applied Science Publishers. –1981.
14. *Liu C.H.* Thermal conductivity improvement of silicone elastomer with carbon nanotube loading. [Text] / C.H. Liu, H. Huang, Y. Wu, S.S. Fan. – Appl Phys Lett. – 2004. Vol. 84. – P. 4248-4250.
15. *Marcus S.M.* Thermal conductivity of polymers, glasses and ceramics by modulated DSC. [Text] / S.M. Marcus, R.L. Blaine. – Thermochim Acta. – 1994. – Vol. 243. – P.231-239.
16. *Maxwell J.C.* Treatise on electricity and magnetism. [Text] / J.C. Maxwell. – Oxford. –1873. – P. 365
17. *Merzlyakov M.* Thermal conductivity from dynamical response of DSC. [Text] / M. Merzlyakov, C. Schick. – Thermochim Acta. – 2001. – Vol. 377. – P. 183-191.
18. *Pierson H.O.* Handbook of carbon, graphite, diamond and fullerenes: properties. Processing and applications. [Text] / H.O. Pierson. – New Jersey: Noyes Publications. –1993.
19. *Stauffer D.* Introduction to percolation theory. [Text] / D. Stauffer, A. Aharony. – London: Taylor and Francis. – 1994.
20. *Wang J.* A new structural model of effective thermal conductivity for heterogeneous materials with cocontinuous phases. [Text] / J. Wang, J.K. Carson, M.F. North, D.J. Cleland. – Int J Heat Mass Trans. – 2008. – Vol. 51. – P. 2389-2397.
21. *Wolff S.* Carbon black science & technology. 2nd ed. [Text] / S. Wolff, M.J. Wang. – New York: Marcel Dekker. – 1993.
22. *Wypych G.* Handbook of fillers: physical properties of fillers and filled materials. [Text] / G. Wypych. – Toronto: ChemTec Publishing. – 2000.
23. *Yu A.* Effect of singlewalled carbon nanotube purity on the thermal conductivity of carbon nanotube-based composites. [Text] / A. Yu, M.E. Itkis, E. Bekyarova, R.C. Haddon. – Appl Phys Lett. – 2006. – Vol. 89. – P. 133120.
24. *Zeng J.* Numerical simulation of thermal conductivity of particle filled epoxy composites. [Text] / J. Zeng, R.Fu, S. Agathopoulos, S. Zhang, X. Song, H. He. – J Electron Pack. – 2009. – Vol. 131. – P. 041006/1-041006/7.
25. *Zhou H.* The effect of heat-transfer passages on the effective thermal conductivity of high filler loading composite materials. [Text] / H. Zhou, S. Zhang, M. Yang. – Compos Sci Technol. – 2007. – Vol. 67. – P. 1035-1040.

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментальных и расчетных исследований теплофизических характеристик частично - кристаллического полиэтилена и нанокompозитов, содержащих от 0,3 до 2,5 мас.% технического углерода и нанокompозитов, содержащих от 0,3 до 5,0 мас. % терморасширенного графита. Представлены основы теории эффективной среды и теория перколяции и как они коррелируют с экспериментальными данными. Изучены особенности влияния структуры полимерных композитов на их теплофизические свойства. Сделан сравнительный анализ теплопроводности композиций в зависимости от геометрии наполнителя.

**Ключевые слова:** терморасширений графита, технический углерод, коэффициент теплопроводности, перколяция, полимерные нанокompозиты.

**Abstract.** Experimental results and theoretical studies of thermophysical characteristics crystalline polyethylene nanocomposites containing from 0.3 to 2.5 wt.% carbon black and nanocomposites containing from 0.3 to 5.0 wt.% thermo expanded graphite is done in the article. The fundamentals of the effective medium theory and percolation theory and how they correlate with the experimental data is shown. The features of the structure's influence of polymer composites on their thermal properties is studied. A comparative analysis of the thermal conductivity of the compositions according to the geometry of the filler is done.

**Key words:** thermally expanded graphite, carbon black, thermal conductivity, percolation, polymer nanocomposites.

**Зеленський О.В.,**  
 Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка,  
 м. Кам'янець-Подільський, Україна,  
 esteticcode@gmail.com

**Дармосюк В.М.,**  
 Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського,  
 м. Миколаїв, Україна,  
 darmosiuk@gmail.com

## МАТРИЦІ ПОКАЗНИКІВ ТА МАТРИЦІ ВІДСТАНЕЙ

*Педагогічні науки*

**Анотація.** В статті встановлено, що допустимий сагайдак від матриці показників, яка є матрицею відстаней має петлю в кожній вершині. Знайдено умови, при яких симетрична матриця показників третього порядку є матрицею Манхеттенських відстаней та знайдені матриці довільної розмірності, які одночасно є матрицями показників та відстаней. Наведено приклади матриць показників, які є матрицею Манхеттенських відстаней. Показано, що в загальному випадку при розмірності матриці більше ніж 4 симетрична матриця показників не є матрицею відстаней між точками площини.

**Ключові слова:** матриця показників, допустимий сагайдак матриці показників, матриця відстаней, матриця Манхеттенських відстаней.

Один із аспектів теорії кілець є вивчення властивостей кілець за допомогою теорії графів. Кожний черепичний порядок повністю визначається своєю матрицею показників і дискретно нормованим кільцем [1]. Багато властивостей таких кілець повністю визначаються їх матрицями показників [2], [3], зокрема, сагайдаки таких кілець [1]. Порівняно недавно матриці показників стали окремим об'єктом вивчення. В [5] досліджуються обмеження для суми елементів зведеної матриці показників. Матриці відстаней застосовуються в кластерному аналізі та задачах машинного навчання. Матриці показників та матриці відстаней схожі за своєю будовою та застосовуються в різних напрямках сучасної математики та інформатики, в роботі досліджуються зв'язки між матрицями показників та матрицями відстаней.

**Означення 1.** [4] Матриця відстаней  $D = (d_{ij}) \in M_n(R)$ , де елемент  $d_{ij}$  – це відстань від об'єкта "i" до об'єкта "j" в метричному просторі.

Властивості матриці відстаней, які впливають з означення:

- 1)  $d_{ij} = d_{ji}$  для всіх  $i, j = 1, \dots, n$ , (симетричність матриці відносно головної діагоналі);
- 2)  $d_{ij} = 0$  тоді і тільки тоді, коли  $i = j$ ;
- 3)  $d_{ij} > 0$  для всіх  $i, j = 1, \dots, n$  (значення відстаней невід'ємні);
- 4)  $d_{ij} + d_{jk} \geq d_{ik}$  для всіх  $i, j, k = 1, \dots, n$ .

Нехай  $M_n(Z)$  – це кільце матриць розмірності  $n$  з цілими елементами.

**Означення 2.** [1]. Матриця  $\varepsilon = (\alpha_{ij}) \in M_n(Z)$ , для якої виконуються наступні умови:

- 1)  $\alpha_{ij} + \alpha_{jk} \geq \alpha_{ik}$  для всіх  $i, j, k = 1, \dots, n$ .
- 2)  $\alpha_{ij} = 0$  тоді і тільки тоді, коли  $i = j$ ;

називається матрицею показників.

Матриця показників, для якої виконується умова

- 3)  $\alpha_{ij} + \alpha_{j1} \geq 1$  для всіх  $i, j = 1, \dots, n$  ( $i \neq j$ ) називається зведеною матрицею показників.

Нехай  $\varepsilon = (\alpha_{ij})$  – зведена матриця показників. Введемо матрицю  $\varepsilon^{(1)} = (\beta_{ij}) = \varepsilon + \varepsilon_n \in M_n(Z)$ , де  $\varepsilon_n$  – одинична матриця. Введемо матрицю  $\varepsilon^{(2)} = (\gamma_{ij}) \in M_n(Z) : \gamma_{ij} = \min_k \{\beta_{ik} + \beta_{kj}\}$ .

**Означення 3.** [1]. Сагайдаком зведеної матриці показників  $Q = Q(\varepsilon)$  називається сагайдак, матриця суміжності якого задається формулою  $[Q] = \varepsilon^{(2)} - \varepsilon^{(1)}$ .

Для елементів матриці суміжності сагайдака  $Q$  маємо наступні формули:

$$q_{ij} = \gamma_{ij} - \beta_{ij} = \min_k (\beta_{ik} + \beta_{kj}) - \beta_{ij} = \min \left( 1, \min_{k \neq i, j} (\alpha_{ik} + \alpha_{kj} - \beta_{ij}) \right) = \min \left( 1, \min_{k \neq i, j} (\alpha_{ik} + \alpha_{kj} - \alpha_{ij}) \right).$$

$$q_{ij} = \min_k (\beta_{ik} + \beta_{ki}) - \beta_{ii} = \min \left( 2, \min_{k \neq i} (\alpha_{ik} + \alpha_{ki}) \right) - 1 = \min \left( 1, \min_{k \neq i} (\alpha_{ik} + \alpha_{ki} - 1) \right).$$

Звідси отримуємо, що  $q_{ij} = 1$  при  $i \neq j$  тоді і тільки тоді, коли  $\alpha_{ik} + \alpha_{kj} > \alpha_{ij}$  для всіх  $k \neq i, j$ .  $q_{ii} = 1$  тоді і тільки тоді, коли  $\alpha_{ik} + \alpha_{ki} > 1$  для всіх  $k \neq i$ . (\*)

Якщо в матриці відстаней всі елементи є цілі числа то вона очевидно є матрицею показників і можна побудувати сагайдак, який з неї одержується.

**Твердження 1.** Сагайдак  $Q = Q(\varepsilon)$ , де  $\varepsilon$  – матриця відстаней, має петлі у всіх вершинах.

*Доведення.* Оскільки у матриці відстаней  $d_{ij} + d_{jk} \geq 1 + 1 = 2$  (для всіх  $i \neq j$ ), то з (\*) впливає що сагайдак має петлі у всіх вершинах.

Виявляється, що існують матриці показників великої розмірності, які одночасно є матрицями відстаней.

Розглянемо на площині точки з координатами  $A_1(1,0)$ ,  $A_2(2,0)$ , ...,  $A_n(n,0)$ . Для цих точок побудуємо матрицю відстаней  $\varepsilon = (\alpha_{ij}) \in M_n(Z)$ , елементи якої знайдемо за формулою  $\alpha_{ij} = |i - j|$ . Очевидно, що  $\varepsilon$  – зведена матриця показників.

Наприклад для  $n = 5$ :  $\varepsilon = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ .

**Твердження 2.** Існують матриці четвертого порядку, які є одночасно матрицями відстаней та латинськими квадратами.

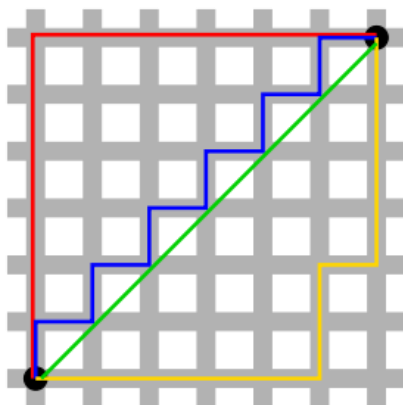
*Доведення.* Розглянемо прямокутник з сторонами 3 та 4. Тобто розглянемо прямокутник

$ABCD$ ,  $A(0,0)$ ,  $B(0,3)$ ,  $C(4,3)$ ,  $D(4,0)$ . Побудуємо матрицю відстаней  $\varepsilon = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 5 & 4 \\ 3 & 0 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 0 & 3 \\ 4 & 5 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ ,

яка є матрицею показників та латинським квадратом.

Латинські квадрати в кожному рядку містять деякий найбільший елемент  $l$ , оскільки матриці відстаней симетричні відносно головної діагоналі, то вони можуть бути латинськими квадратами тільки при парному  $n$ . (Оскільки латинський квадрат, симетричний відносно головної діагоналі, містить парну кількість найбільших елементів  $l$ ).

**Означення 4.** Манхеттенська метрика — метрика, введена Германом Мінковським. Згідно з цією метрикою, відстань між двома точками дорівнює сумі модулів різниць їх координат. Манхеттенська метрика також відома як манхеттенська відстань, відстань міських кварталів, метрика прямокутного міста (Рис.1).



**Рис.1**

Манхеттенська метрика між двома векторами  $p$  та  $q$  в  $n$ -вимірному дійсному просторі з заданою прямокутною системою координат - сума довжин проекцій відрізка між точками на осі координат. Іншими словами

$$d_1 = \|p - q\|_1 = \sum_{i=1}^n \|p_i - q_i\|, \text{ де } p = (p_1, p_2, \dots, p_n), q = (q_1, q_2, \dots, q_n). \quad (1)$$

На площині відстань між точками  $(p_1, q_1)$  та  $(p_2, q_2)$  дорівнює  $|p_1 - q_1| + |p_2 - q_2|$ .

**Твердження 3.** Якщо матриця  $D$  Манхеттенських відстаней між різними точками з цілими координатами, то всі елементи матриці будуть цілі числа, тобто матриця  $D$  є зведеною матрицею показників симетричною відносно головної діагоналі.

*Доведення.* З формули (1) випливає, що для точок з цілими координатами  $d_{ij}$  цілі числа. Крім того з означення матриці відстаней  $d_{ij} + d_{jk} \geq d_{ik}$  та  $d_{ii} \geq 0$ . Очевидно, що для різних точок з цілими координатами відстань між ними не менше одиниці, тому  $d_{ij} + d_{ji} \geq 1$  для  $i \neq j$ . Отже,  $D = (d_{ij})$  – зведена матриця показників.

Обернене твердження в загальному випадку не вірне.

**Твердження 4.** Симетрична зведена матриця показників третього порядку  $\varepsilon = \begin{pmatrix} 0 & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{12} & 0 & \alpha_{23} \\ \alpha_{13} & \alpha_{23} & 0 \end{pmatrix}$  є матрицею відстаней, тоді і тільки тоді, коли серед чисел  $\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$

кількість непарних чисел парна.

*Доведення.* Розглянемо зведену матрицю показників  $\varepsilon = M_3(Z)$  третього порядку симетричну відносно головної діагоналі  $\varepsilon = \begin{pmatrix} 0 & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{12} & 0 & \alpha_{23} \\ \alpha_{13} & \alpha_{23} & 0 \end{pmatrix}$ . Припустимо, що матриця  $\varepsilon$  є

матрицею Манхеттенських відстаней між трьома точками площини з цілими координатами. Позначимо точки  $A_1(0,0)$ ,  $A_2(x_2, y_2)$ ,  $A_3(x_3, y_3)$  (тобто ми вибрали систему координат так, щоб початок координат співпав з точкою  $A_1$ ).

Оскільки матриця  $\varepsilon$  є матрицею відстаней між точками, то за формулою (1):

$$\begin{cases} \alpha_{12} = |x_2| + |y_2| \\ \alpha_{13} = |x_3| + |y_3| \\ \alpha_{23} = |x_2 - x_3| + |y_2 - y_3| \end{cases} \quad (2).$$

Зауважимо, що числа  $x_2, y_2, x_3, y_3$  – цілі. Якщо серед чисел  $x_2, y_2, x_3, y_3$  всі парні, то  $\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$  також всі парні. Якщо серед чисел  $x_2, y_2, x_3, y_3$  одне непарне, то серед чисел

$\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$  два непарних. Якщо серед чисел  $x_2, y_2, x_3, y_3$  два непарних, то серед чисел  $\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$  два непарних, або всі парні. Якщо серед чисел  $x_2, y_2, x_3, y_3$  три непарних, то серед чисел  $\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$  два непарних. Якщо числа  $x_2, y_2, x_3, y_3$  всі парні, то  $\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$  також всі парні.

Отже,  $\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}$  всі парні, або серед них два непарних. (3)

Доведемо, що якщо умова (3) виконується, то матриця  $\varepsilon$  матрицею Манхеттенських відстаней між трьома точками площини з цілими координатами.

Потрібно довести, що з виконання умови (3) слідує, що система (2) має хоча б один цілочисельний розв'язок.

Розглянемо випадок  $x_2, y_2, x_3 \geq 0, y_3 = 0, x_3 - x_2 < 0$  (Інші випадки розглядаються

аналогічно) Тоді система (2) має вигляд 
$$\begin{cases} \alpha_{12} = x_2 + y_2 \\ \alpha_{13} = x_3 \\ \alpha_{23} = x_3 - x_2 + y_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \alpha_{12} = x_2 + y_2 \\ \alpha_{23} = \alpha_{13} - x_2 + y_2 \end{cases} .$$

$$\begin{cases} x_2 = \frac{\alpha_{12} - \alpha_{23} + \alpha_{13}}{2} \\ x_3 = \alpha_{13} \\ y_2 = \frac{\alpha_{12} + \alpha_{23} - \alpha_{13}}{2} \\ y_3 = 0 \end{cases} .$$

Знайдемо розв'язок

З умови (2) випливає, що розв'язок цілочисельний. Твердження 4 доведено.

**Приклад 1.** Матриця показників  $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$  не є матрицею Манхеттенських відстаней, тому що нерівності  $\alpha_{ij} + \alpha_{jk} > \alpha_{ik}$  для різних  $i, j, k = 1, \dots, n$  виконуються не строго, крім того серед чисел  $\alpha_{12}, \alpha_{23}, \alpha_{13}$  є три непарних числа.

**Приклад 2.** Матриця показників  $\begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$  є матрицею Манхеттенських відстаней, тому що нерівності  $\alpha_{ij} + \alpha_{jk} \geq \alpha_{ik}$  для різних  $i, j, k = 1, \dots, n$ , виконуються не строго, крім того всі числа  $\alpha_{12}, \alpha_{23}, \alpha_{13}$  парні. Тому за формулою (2) одержимо точки  $A_1(0,0), A_2(1,1), A_3(2,0)$ .

Зауважимо, що для визначення симетричної матриці показників потрібно визначити всі елементи вище головної діагоналі, тобто потрібно  $C_n^2$ .

Щоб задати матрицю відстаней між точками площини, потрібно задати  $2n - 2$  координати, (дві координати можна зробити довільними вибравши розміщення системи координат).

Оскільки при  $n > 4: C_n^2 > 2n - 2$ , то в загальному випадку при розмірності матриці більше ніж 4 симетрична матриця показників не є матрицею відстаней між точками площини.

Наприклад матриця показників  $\begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$  не є матрицею Манхеттенських відстаней між

точками площини, проте є матрицею Манхеттенських відстаней між точками простору  $A_1(0,0,0), A_2(0,1,1), A_3(1,0,1), A_4(1,1,0)$ .

**Твердження 5.** Якщо для матриці Манхеттенських відстаней  $D = (d_{ij}) \in M_3(R)$  третього порядку сума двох ненульових елементів дорівнює третьому, то  $D = (d_{ij}) \in M_3(R)$  є матрицею Манхеттенських відстаней для трьох точок, які утворюють не гострокутний трикутник. Якщо нерівність виконується строго для різних  $i, j, k$ :  $d_{ij} + d_{jk} \geq d_{ik}$ , то  $D$  є матрицею Манхеттенських відстаней для трьох точок, які утворюють гострокутний трикутник.

*Доведення.* Рівність  $d_{ij} + d_{jk} = d_{ik}$  означає, що вершина  $j$  знаходиться на одному з найкоротших шляхів, що з'єднують вершини  $i$  та  $k$ , тобто вершина  $j$  знаходиться всередині прямокутника зображеного на рисунку 1. Опишемо навколо прямокутника коло. Воно проходить через вершини прямокутника та не має з ним інших спільних точок. Відомо, що діагональ  $ik$  прямокутника – це діаметр кола. Для того щоб в трикутнику  $ijk$  кут при вершині  $j$  був гострий, необхідно, щоб вершина  $j$  знаходилась зовні кола. Але вершина  $j$  належить прямокутнику, який належить колу. Отримали протиріччя, яке доводить, що кут при вершині  $j$  не є гострим. Твердження доведено.

Зауважимо, що кут при вершині  $j$  прямий, тоді і тільки тоді, коли вершина  $j$  є вершиною прямокутника. (Описане коло не має з прямокутником інших спільних точок крім вершин).

**Висновки:** Симетрична зведена матриця показників третього порядку є матрицею відстаней, тоді і тільки тоді, коли кількість непарних чисел вище головної діагоналі парна. Якщо серед цих чисел сума двох дорівнює третьому, то симетрична матриця показників є матрицею відстаней для трьох точок, які утворюють не гострокутний трикутник.

#### Література

1. Hazewinkel M. Algebras Rings and Modules, vol. 1/ M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko // Kluwer Academic Publishers, 2004.- 380 p.
2. Hazewinkel M. Algebras Rings and Modules, vol. 2/ M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko//Kluwer Academic Publishers, 2007.- 400 p.
3. Kirichenko V. V. Exponent Matrices and Tiled Order over Discrete Valuation Rings/ V. V. Kirichenko , O. V. Zelenskiy, V. N. Zhuravlev // International Journal of Algebra and Computation. – 2005. – Vol. 15, № 5 & 6. – p. 1-16.
4. Sokal R. Principles of numerical taxonomy/ R. Socal, P. H. A. Sneath// -San Francisco: London: Freeman, 1963. – 359 p.
5. Зеленський О.В. Сума елементів зведеної матриці показників/ О.В. Зеленський, В.М. Дармосюк // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Серія “Математика, прикладна математика і механіка”.– Том 82.–2015.–С. 61-66.

**Зеленский А.В., Дармосюк В.Н.** Матрицы показателей и матрицы расстояний.

**Анотация.** В статье показано, что допустимый колчан от матрицы показателей, которая является матрицей расстояний имеет петлю в каждой вершине. Найдены условия, при которых симметричная матрица показателей третьего порядка является матрицей Манхэттенский расстояний и найдены матрицы произвольной размерности, которые одновременно являются матрицами показателей и расстояний. Приведены примеры матриц показателей, которые являются матрицей Манхэттенский расстояний. Показано, что в общем случае при размерности матрицы более 4 симметричная матрица показателей не является матрицей расстояний между точками плоскости.

**Ключевые слова:** матрица показателей, допустимый колчан матрицы показателей, матрица расстояний, матрица Манхэттенских расстояний

**Zelenskiy O.V., Darmosiuk V.M.** Exponent matrices and distance matrices.

**Abstract.** It is established that the admissible quiver from the exponent matrix, which is a matrix of distances, has a loop in each vertex. The authors are installed conditions when the symmetric exponent matrix is a Manhattan distance matrix and also found matrices of arbitrary dimension are at the same time an exponent matrices and distance matrices.

**Key words:** exponent matrix, admissible quiver, distance matrix, Manhattan distance matrix.

**Падалка О. С.,**  
доктор педагогічних наук, професор,  
завідувач кафедри економіки,  
Національний педагогічний університет  
ім. М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна.

## **ІННОВАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ ОСВІТИ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ**

Формування європейського і світового освітнього простору – це процес об'єднання історично відокремлених і відмінних між собою національних освітніх ринків у один великий освітній простір, функціонування якого забезпечуватиметься за рахунок використання таких ресурсів і джерел, як інформація, знання, освіта. Отже, оновлення змісту освіти зумовлено зростанням її функціональної ролі в забезпеченні економічного та соціального прогресу суспільства, істотним впливом її на людину та суспільство. Нові вимоги до освіти потребують і відповідних змін у вітчизняній освіті.

*По-перше.* Необхідно перебудувати спрямованість навчального процесу. Та обставина, що людство вступило в період, коли зміна ідей, технологій, знань відбувається скоріше, ніж зміна одного людського покоління, означає, що ні в школі, ні в найкращому університеті неможливо навчити людину на все життя. А це означає, що нині недостатньо зосереджувати увагу в закладах освіти лише на засвоєнні певної суми знань. Водночас треба домогтися реалізації у ході навчального процесу ще однієї функції – навчити людину вчитися впродовж життя, самостійно засвоювати нові знання і нову інформацію, виробити потребу в цьому. Людина розумна (homo sapiens) у XXI столітті – людина, яка навчається все своє життя.

І ще одне: слід навчити майбутнього фахівця використовувати засвоєні знання для практичного життя, як професійного, так і громадського. У такому разі знання перетворюються у безпосередню основу діяльності, що врешті-решт лежить в основі інноваційного розвитку в будь-якій сфері.

Саме в процесі оновлення змісту освіти Міністерством освіти і науки України та Національною Академією педагогічних наук України був здійснений перегляд стандартів, навчальних планів і програм для кожного класу загальноосвітньої школи з тим, щоб реалізувати названі функції.

Позитивними в контексті розбудови інноваційної освіти є приклади поширення економічних знань для дітей у дошкільних закладах та молоді завдяки запропонованому проекту “Економічне мислення українця”, до складу якого мають увійти серії: “Економічна абетка українця”, “Економічний буквар українця”, “Економічна читанка українця”, “Економічна хрестоматія українця” та інше (надалі цей проект може стати континентальним проектом “Економічне мислення європейця”) [4, с. 11].

В середній школі на рівні із загальноприйнятою програмою “Економіка” для 10- 11 класів, вивчається курс “Основи банківської справи”, запропонований Національним банком України, а Міністерством доходів і зборів України впроваджується для учнів 9-х класів курс “Основи податкових знань”.

Особливої уваги потребує і вивчення поряд з державною українською іноземної мови (мов) широкого міжнародного розповсюдження. Інноваційність утверджується в світі, який є все більш глобалізованим. І без уміння спілкуватись з іншими країнами, швидко перебирати кращий досвід, знання, неможливо забезпечити інноваційну економіку в окремій країні, бути конкурентоспроможним. Ось чому чотири роки тому в перших класах було введено вивчення іноземної мови. Передбачається розширення мережі європейських класів (European sections), створення віртуальних програм для вчителів іноземних мов та вчителів-



предметників (фізиків, математиків, хіміків тощо), що спонукає учнів отримати можливість вивчати та використовувати кілька іноземних мов [3, с. 36].

*По-друге.* Інноваційна модель розвитку вимагає формування особистості, здатної до самостійної і ефективної діяльності. Треба переглянути ставлення у навчальному процесі (як і часто в сім'ї, суспільстві) до учня, щоб сприяти вихованню не сліпо слухняного учня, а особистості, котра б діяла свідомо і самостійно, на основі власного аналізу ситуації, отриманих знань.

*По-третє.* Інноваційна складова у засвоєнні знань повинна мати обов'язково творчий характер, адже лише творчо розвинута людина здатна бути інноваційно ефективною. Звідси необхідність розпізнання і розвитку творчих здібностей кожного учня чи студента.

Слід максимально наблизити навчання і виховання кожного учня до його сутності, здібностей та особливостей. На наш погляд, цей принцип має бути визначальним при проведенні будь-яких змін в освіті. Бо саме він дозволить досягти найвищої якості освіти і, що надзвичайно важливо, не всупереч природі кожної людини, а завдяки її пізнанню й розвитку.

Формування індивідуальної траєкторії набуття знань в університетах передбачено також вимогами Болонського процесу.

*По-четверте.* Успішно функціонувати в інноваційній економіці людина не зможе без відповідної технологічної готовності. Тут надзвичайно важливим, а може, і головним пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують удосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти.

Саме інформаційні технології забезпечують учням і студентам вільний доступ до різноманітної інформації, роботу з різними джерелами інформації в інтерактивному режимі, набуття навичок розв'язання різноманітних проблем на основі їх всебічного дослідження і аналізу, здобуття певних знань з різноманітних галузей, одним словом – готують людину до сприйняття та генерації нових ідей.

Наступне завдання ще складніше. Необхідно забезпечити вітчизняних освітян адекватними педагогічними технологіями. А це означає, що слід підготувати та перепідготувати майже весь педагогічний корпус щодо забезпечення мобільності українських педагогів і викладачів на європейському рівні, створити власний програмний продукт, тобто, новій освіті Європи – новий європейський учитель.

Оновлюються функції вищої школи. Це сьогодні не тільки підготовка фахівців, як раніше говорили, для народного господарства. Усе більше і більше вища освіта стає обов'язковим етапом у розвитку особистості, вона стала більш масовою і цим самим створюються передумови для інноваційного розвитку, переходу до науково-інформаційних технологій. І тому у визначенні масштабів підготовки фахівців із вищою освітою слід відійти від суто бухгалтерського підходу: стільки-то потрібно і стільки ж готуємо. Необхідно подивитися інакше: є молода людина, що здатна і бажає здобути вищу освіту. Надамо їй таку можливість – і вона стане більш розвиненою особистістю, більш свідомим громадянином. І підготуємо ліпші умови для інноваційного типу розвитку економіки, яка потребує високоосвіченої особистості. Образно кажучи, створимо потужний інтелектуальний гумус, на якому тільки й можуть проростати і бути ефективними інноваційні технології. В останні роки в освіті, і у вищій зокрема, відбулися суттєві позитивні зміни. Так, п'ять років поспіль зростає державне замовлення на студентів з орієнтацією на підтримку практичних потреб суспільства. І цю тенденцію на збільшення кількості студентів слід підтримувати, знявши будь-які обмеження для молодих людей, котрі хочуть і можуть здобути вищу фахову освіту.

Очевидним є і те, що сформувавши фахівця, здатного до новацій, обмежившись стінами університету, проблематично, тому інтеграція вищої школи, науки та виробництва до європейських стандартів є невідворотною вимогою часу.

Функціонування такого освітньо-наукового кластера на рівні регіону посилює роль освіти при переході до економіки знань, підвищує рівень наукових досліджень на засадах сучасної

парадигми інноваційного розвитку, покращує взаємозв'язок науки і регіонального сектору економіки та соціально-економічний розвиток регіону і країни в цілому, стає повноцінним суб'єктом економічних відносин, в тому числі міжнародних, ключовим елементом національних інноваційних систем.

Отже, визначальними чинниками конкурентного статусу сучасного університету є його здатність ефективно продукувати й поширювати нові знання та формувати й підтримувати дієву мережу різноманітних відносин (реляцій) зі своїми партнерами – іншими освітніми та дослідницькими організаціями, державними інституціями, неурядовими та громадськими організаціями, бізнес-середовищем тощо [9, с. 80].

Конкурентоспроможність вітчизняних університетів є найбільш актуальним питанням сьогодення, де матеріальне забезпечення та фінансові можливості ВНЗ суттєво різняться від європейських вимог, що знижує ефективність конкурентної боротьби на ринках освіти та праці.

Відповідно до наявних експертних оцінок, загальна ситуація в системі вищої освіти країни характеризується такими проблемними факторами: кількість випускників ВНЗ не відповідає потребам національної економіки; система освіти не розвиває важливі для конкурентоспроможності країни вміння та навички у студентів; кошти, які виділяються на освіту, витрачаються недостатньо ефективно; навчальним закладам не вистачає фінансової та академічної автономії; у державі слабка система управління і контролю якості освіти тощо [10, с. 29-32].

Водночас багато міжнародних організацій та експертів відзначають істотний потенціал розвитку української вищої школи. Україна належить до світових лідерів за показником частки населення віком від 25 років, яке має вищу освіту. За даними ЮНЕСКО, значення цього індикатора поширення вищої освіти становить 38%, у тому числі серед чоловіків – 35,8%, серед жінок – 39,7%. На загальноєвропейському рівні освітній потенціал держави поступається лише Росії (рівень поширення вищої освіти становить 54,8%), а на глобальному США (38,6%), Ізраїлю (42,6%) та Канаді (43,9%) [11]. Нині в середньому кожен сьомий працівник української молоді (віком від 17-22 років) навчається у ВНЗ III-IV рівнів акредитації. Показовим є не тільки рівень охоплення молоді університетською освітою, але і його значна позитивна динаміка за останнє десятиліття, навіть за наявності демографічного спаду [12].

Сьогодні в Україні існує достатня кількість опублікованих інформаційних матеріалів щодо Болонського процесу, становлення і поширення європейської зони вищої освіти, досвіду реформування національних систем вищої освіти європейських країн.

Серед шести ключових цілей формування єдиного європейського простору вищої освіти потребують подальшого врегулювання питання не тільки на рівні університетів, але і міжнародному, визнання єдиних вимог до змісту освіти, можливість одночасного отримання дипломів вищих навчальних закладів різних країн, їх конвертованості та визнання, і головне зростання мотивації у навчанні нинішніх студентів. Ці питання поки що вирішуються здебільшого університетами на двосторонніх угодах про співпрацю, але нагальною є необхідність врегулювання їх на міжнародному рівні.

Одним з цікавих явищ сучасного розвитку світового освітнього ринку стала поява та стрімке поширення так званої “транскордонної освіти” (transborder education). До ТКО відносять усі види програм вищої освіти, навчальних курсів чи освітніх послуг, при наданні яких студенти знаходяться в іншій країні, ніж та, з якої ВНЗ, що присвоює диплом. Програми можуть належати освітній системі іншої країни, бути реалізованими незалежно від освітньої системи іншої країни, а також бути реалізованими незалежно від будь-якої національної системи освіти.

Поширення ТКО стало можливим із застосуванням новітніх інформаційних технологій і є реальним кроком до глобалізації освітніх ринків. Це супроводжується всіма проявами конкурентної боротьби, у тому числі і за ринки [13, с. 162].

Реформування вітчизняної системи вищої освіти у контексті європейського освітнього простору зумовлює конкретні зміни і в навчанні в університеті на всіх рівнях: програми, змісту, форм і технологій навчання, організації контролю навчання.

Програма навчання, як відомо, має складатися відповідно до кінцевої мети навчання. Проте, добре відомо, що різні види професійної діяльності, навіть підготовка майбутніх фахівців одного профілю, передбачають неоднакове використання навчального навантаження, як наприклад, українськими та польськими освітніми закладами.

Характерні для сучасного етапу інформатизаційної сфери диференціація науки і поглиблення спеціалізації зумовлюють більш чітку експлікацію мети фахової освіти у вузі – формування фахової культурної компетенції студента в її професійному варіанті (фахова професійна комунікативна компетенція), яка заснована на двох основних циклах – доступневому та післяступневому. Доступ до другого циклу буде вимагати успішного завершення першого циклу навчання тривалістю не менше трьох років (у європейських країнах навчання бакалаврського циклу складає три роки, в Україні – чотири роки). Ступінь, що присуджується після першого циклу (бакалавр), повинен бути затребуваним на європейському ринку праці як кваліфікація відповідного рівня. Другий цикл спрямований на отримання ступеня магістра (європейська освітня програма передбачає два роки навчання, українська – один рік), і/або доктора, як прийнято в багатьох європейських країнах.

Національний стандарт, як відомо, включає такі складові, як освітньо-кваліфікаційні характеристики, освітньо-професійні програми та єдину систему оцінювання якості вищої освіти за певними напрямками.

Тому одним із першочергових завдань підвищення ефективності професійної освіти, її відповідності європейським стандартам є розробка навчальних програм та навчальних планів для бакалаврів та магістрів різних спеціальностей, розробка критеріїв визначення рівнів фахової підготовки на кожному етапі навчання відповідно до ступеня, що набувається.

Із часу поглиблення освітніх відносин між Україною та Європейським союзом вітчизняна методика навчання у ВНЗ почала більш демократично ставитись до розробок зарубіжних методистів і динамічніше переймати їх досвід. Однак, аналіз наукових досліджень, програм навчання, узагальнений досвід викладання у вузі свідчить про те, що калькулювання назв курсів на європейський зразок неможливе без глибокого переосмислення перебудови навчального процесу в залежності від мети навчання кожного курсу, розробки відповідних навчальних матеріалів.

Існують також проблеми теоретико-методологічного, науково-методичного, навчально-організаційного характеру, зумовлені роздільністю навчальних програм для конкретних факультетів і спеціальностей, кількістю навчальних годин, передбачених програмою для аудиторної і самостійної роботи, структурою та тривалістю курсів.

З метою уніфікації структури професійної освіти, інтеграції потреб у одержанні професійної освіти на різних рівнях, які є валідними у європейському просторі, розробка оптимальної моделі багаторівневого навчання при введенні європрограм потребує перш за все ретельного аналізу проблем і особливостей навчання, обґрунтування підходів до розроблення і удосконалення системи професійної освіти в нових умовах навчання, тобто, більш чітка експлікація мети навчання для кожної окремої спеціальності, уточнений перелік комунікативних навичок і вмінь, змісту навчання.

Входження національної освіти в європейський освітній простір вимагає також синтезу дисциплінарних знань, тому майбутні фахівці повинні вміти користуватись апаратом фахової підготовки в інтегративному зв'язку з іншими дисциплінами, що стане підґрунтям і засобом вирішення завдань у професійній діяльності.

Основними зв'язками, звичайно, виступає координація взаємозв'язку з професійно орієнтованими дисциплінами. Саме ці зв'язки визначатимуть основний зміст навчання та базис фахового професійного спрямування.

На жаль, необхідно констатувати, що інформації та знанням також властива здатність морально старіти, що може зменшувати їх суспільну цінність. У сфері освіти швидке

“старіння знань” має особливе значення. Професійна освіта, на нашу думку, завжди повинна орієнтуватися на конкретні вимоги стосовно знань і навичок працівників. На цьому рівні старіння знань, що помітно прискорюється разом зі стрімкими темпами інноваційного прогресу, вимагає постійного оновлення змісту підготовки тих знань, що передаються у процесі навчання [13, с. 18].

Сучасна практика викладання у вищих навчальних закладах освіти свідчить про те, що вирішити проблеми підвищення якості освіти, її відповідності європейським стандартам неможливо без переосмислення засад процесу самого навчання. Зміни охоплюють практично всі елементи педагогічної системи, і в першу чергу, характер взаємодії студент-викладач. Викладач все частіше з організатора навчальної роботи перетворюється на своєрідного і часто непомітного помічника студента. Така практика та власний викладацький досвід має позитивний ефект, особливо у роботі зі студентами четвертого (бакалаврського) та магістерського курсів, які мають вищий фаховий рівень підготовки.

Вплив на студентів може значною мірою визначатися не тільки особистими та професійними навичками педагога, а й педагогічними технологіями, що містять певний концептуальний підхід, форми та методи навчального процесу [13, с. 16]. Отже, зміна ролі викладача у навчальному процесі відбивається не тільки на відборі й організації змісту навчання, а й визначенні методів і технологій навчання. Євроінтеграційні процеси в освіті стають своєрідним каталізатором передової педагогічної теорії та практики, спрямованої на розвиток особистості студента, спроможного реалізувати свої власні освітянські проекти, студента, який прагне до самовдосконалення та неперервності навчання протягом усього життя. Процес інтеграції України в європейське економічне і політичне співтовариство розкриває інновації, переваги та проблеми впровадження інформаційних інтерактивних, мультимедійних технологій у педагогічний дискурс при реформуванні вітчизняної освіти [14, с. 8-11; 15; 16, с. 119].

Інноваційні технології в освіті – це, насамперед, не тільки інформаційні й комунікаційні технології, що нерозривно пов’язані із застосуванням сучасних умов навчання, в яких розгортається педагогічний дискурс, а і зростання інформаційної грамотності і культури дискурсантів [17, с. 56]. Враховуючи специфіку постійного розвитку інформаційних технологій в наш час та вимоги до розробок нових навчальних програм на базі їх застосування, зрозумілим стає і необхідність підвищення інформаційної грамотності, яка в інформаційному суспільстві ускладнюється і зростає до стадії інформаційної культури. Загалом “інформаційна культура – це, насамперед, глибоке розуміння суті процесів обробки інформації” [19]. Отже, оновлена модель освіти має базуватися на індустрії інформаційних технологій та інформаційній культурі. Сучасні засоби значно полегшують роботу викладача, допомагають йому подавати скоріше і в більшому обсязі необхідну інформацію своїм студентам. І все ж таки, на наше переконання, вузівського педагога зі значним досвідом, його індивідуальний, а можливо, неповторний педагогічний вплив на особистість студента не можуть замінити жодні сучасні технології. У справі досягнення більш якісного навчання, глибших знань тих, хто навчається, вони не є панацеєю, а вирішальним в освітянській справі залишається викладач.

### **Висновок.**

Сучасна філософія і стратегія перезавантаження нової парадигми розвитку освіти має забезпечити оптимальну та ефективну взаємодію функціонування системи неперервної освіти в умовах навчально-наукового комплексу – профільної, середньої і вищої професійної освіти, розбудову національної освіти в умовах інтеграції її до європейського освітнього простору, перехід до виробництва нових знань, підготовку конкурентоспроможних фахівців європейського типу, бути інноватором нової філософії освітньої політики держави та отримати геополітичні, економічні та соціогуманітарні переваги в трансформаціях глобалізованого світу.

### Література

1. Кулішов В. В. Стратегія розвитку України в умовах глобалізації / В. В. Кулішов // Економічний аналіз. Зб. наук. праць. Випуск 12. Частина 1. ТНЕУ : Тернопіль, 2013. – С. 175-178.
2. Вачевський М. В. Основи економіки. Навчальний посібник / М. В. Вачевський, В. М. Мадзігон та ін. – К. : Педагогічна думка, 2007. – 612 с.
3. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки : Указ Президента України

№ 344/2013 від 25 червня 2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/>

Падалка О. С. Економіка освіти та управління : посібник // О. С. Падалка. – К. : Педагогічна думка, 2012. – 184 с.

4. Морозов В. Упровадження новітніх інформаційних технологій у сучасний педагогічний дискурс / В. Морозов // Вища освіта України. – 2013. – № 2. – С. 54-58.

5. Вишинська Г. Інформатизація як дійсність та перспективна тенденція розвитку освіти / Г. Вишинська // Філософські абрисы сучасної освіти : монографія [за заг. ред. І. Предборської]. – Суми : ВТД “Університетська книга”, 2006. – С. 148-189.

6. Коломієць А. М. Інформаційна культура як основа професіоналізму педагога [Електронний ресурс] / А. М. Коломієць, Д. І. Коломієць // Проблеми сучасної педагогічної освіти: педагогіка і психологія. Зб. наук. праць. – Вип. 33. – Ч. 2. – 2011. – Режим доступу : [http://www.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/pspo/2011\\_33\\_2/Kolomiec.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/pspo/2011_33_2/Kolomiec.pdf).

### **Падалка О. С. Инновационная модель развития отечественной образования в контексте европейской интеграции.**

В статье рассматриваются вопросы развития национального образования в контексте инновационного обновления его содержания, анализируется современное состояние развития образования, обосновываются направления совершенствования парадигмы развития высшего образования, углубленный ее связь с практикой рыночных трансформаций, нормативной согласованности с европейскими стандартами, достижения и перспективы в условиях интеграции к европейской образовательной системы.

**Ключевые слова:** инновационные технологии, педагогический дискурс, национальное образование, трансформация, информационная культура.

### **Padalka O. S. Innovative model of national education in the context of European integration.**

**Abstract.** The article deals with the development of national education in the context of innovation of its content, analyzes the current state of education, explained the areas of improvement paradigm of higher education, in-depth communication with its practice of market transformation, regulatory coherence with European standards, achievements and prospects in terms of integration the European educational system.

**Key words:** innovative technologies, pedagogical дискурс, national community, transformation, informative culture.

**Працьовитий М.В.,**  
доктор фізико-математичних наук, професор,  
декан Фізико-математичного факультету,  
Національний педагогічний університет  
ім. М.П. Драгоманова  
м. Київ, Україна,  
prats4444@gmail.com

## **ФРАКТАЛЬНІ СИСТЕМИ КООРДИНАТ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ**

У математичному моделюванні хвильових процесів, процесів передачі інформації, реальних фізичних процесів і явищ все частіше приходиться мати справу з функціями з іррегулярною локальною структурою, зокрема, з неперервними ніде не монотонними функціями, аналітично описувати поведінку яких складно традиційними засобами.

*Системою координат (координатизації)* називається сукупність умов (засобів) для ототожнення точки простору з впорядкованим набором чисел і визначення її положення в просторі. Суть методу координат полягає в тому, що після введення системи координат, точки простору ототожнюються з наборами дійсних чисел, що дозволяє задавати геометричні об'єкти (фігури і відношення, зокрема, відображення та перетворення), а також функціональні залежності за допомогою співвідношень між числами і використовувати при цьому засоби алгебри, теорії чисел, математичного аналізу тощо.

Декартова система координат на прямій визначається початком відліку і одиничним вектором (лінійною масштабною одиницею). Прямокутну декартову систему координат на площині визначають дві взаємно перпендикулярні числові осі зі спільним початком відліку і однаковими лінійними масштабними одиницями. Афінну систему координат на площині визначають дві числові осі зі спільним початком відліку, які перетинаються під довільним кутом, і двома лінійними масштабними одиницями (еталонами довжини).

Прямокутна декартова система координат є адекватним засобом опису групи перетворень подібності та її інваріантів, афінна система координат тонко відображає суть і властивості афінних перетворень (бієктивних відображень простору на себе, які зберігають колінеарність точок, тобто кожні три точки, що лежать на одній прямій, переводять у три точки, що теж лежать на одній прямій).

Якою має бути система координат, щоб в ній легко задавались і описувались властивості фракталів – самоподібних, самоафінних, автотопологічних множин; фігур з дробовою фрактальною розмірністю; фігур з дисонуючими метричними та топологічними властивостями масивності; перетворень, що зберігають фрактальні розмірності типу Гаусдорфа-Безиковича борелівських множин? Мова йде про такі фігури метричного простору як множина Кантора, сніжинка Коха, острів Коха, серветка і килим Серпінського, дракон Хартера-Хейтуея, жук Мандельброта та ін.; про перетворення, що зберігають самоподібність фігур; перетворення, що зберігають частоти цифр або середнє значення цифри дійсного числа в тій чи іншій системі числення; про перетворення, що зберігають хвости зображення чисел в тій чи іншій системі кодування, функції і перетворення, що зберігають окремі цифри алфавіту у зображенні чисел тощо.

Якщо діяти за аналогіями («нашими великими вчителя»), то помітивши, що прямокутна декартова система координат на площині отримується в результаті декартового множення і породжується впорядкованою парою двох числових прямих, то розуміємо, що фрактальну систему координат на площині можна отримати маючи дві фрактальні системи координат на прямій. А таку можна дістати через систему подрібнюючих розбиттів одиничних відрізків (визначених цілими кінцями). Зупинимось детальніше на цьому прийомі.

Нехай фазовим простором є відрізок  $[0;1] = \bigcup_{i=0}^{s_1-1} \Delta_i$ , де  $\text{int } \Delta_i \cap \text{int } \Delta_j = \emptyset$  при  $i \neq j$ . Більше

того,  $\Delta_{i_1} = \bigcup_{i=0}^{s_2-1} \Delta_{i_1 i}$ , де  $\text{int } \Delta_{i_1 i} \cap \text{int } \Delta_{i_1 j} = \emptyset$  при  $i \neq j$  і так далі,  $\Delta_{i_1 \dots i_m} = \bigcup_{i=0}^{s_{k+1}-1} \Delta_{i_1 \dots i_m i}$ , де  $\text{int } \Delta_{i_1 \dots i_m i} \cap \text{int } \Delta_{i_1 \dots i_m j} = \emptyset$  при  $i \neq j$ ,  $m \in \mathbb{N}$ .

Якщо для будь-якої послідовності  $(i_m) \in L \equiv A_{s_1} \times A_{s_2} \times \dots \times A_{s_m} \times \dots$ , де  $A_{s_m} = \{0, 1, \dots, s_m - 1\}$ , має

місце  $|\Delta_{i_1 \dots i_m}| \rightarrow 0$  ( $m \rightarrow \infty$ ), то  $\bigcap_{m=1}^{\infty} \Delta_{i_1 \dots i_m} = \Delta_{i_1 \dots i_m \dots}$  – точка відрізка  $[0;1]$ , а отже, дана система

розбиттів відрізка  $[0;1]$  породжує систему координат на цьому відрізку. Таку ми називаємо фрактальною. Спосіб задати фрактальну систему координат на прямій існує багато. Окремі з них ми називаємо аналітичними. Це ті, що ґрунтуються на розкладах чисел в ряди, нескінченні добутки, ланцюгові дроби тощо. Серед фрактальних систем координат існують такі, що володіють властивістю самоподібності.

Фрактальну систему координат на прямій визначають, зокрема, системи числення, що обслуговують множину дійсних чисел, а також різні системи кодування (зображення) дійсних чисел (як зі скінченним, так і нескінченим алфавітами).

*Системою числення* дійсних чисел називається сукупність засобів для представлення-подання (математичного вираження), зображення (кодування, скороченого, формального запису), найменування дійсних чисел, їх ідентифікації та порівняння, а також побудови арифметики. Ця сукупність включає: модель числа у формі математичного виразу (ряду, нескінченного добутку, ланцюгового дроби тощо); алфавіт – набір цифр (символів, знаків) для формального (скороченого) запису представлень числа математичним виразом, які відіграють роль чисел або індексів; базис (базисну послідовність), якщо моделлю числа є ряд. Існуючі сьогодні системи числення за своєю формою та структурою досить різні. Класичною у цьому відношенні є  $s$ -кова система числення, на основі якої К. Вейерштрассом була створена перша змістовна теорія дійсних чисел. Сьогодні вона має багато різних узагальнень.

*Кодуванням* дійсних чисел відрізка  $[0;1]$  засобами алфавіту  $A$  називається відповідність між множинами  $[0;1]$  і  $L = A \times A \times \dots \times A \times \dots$ , при якій кожному числу  $x \in [0;1]$  відповідає принаймні один елемент множини  $L$  і при цьому кожний елемент множини  $L$  є образом принаймні одного числа відрізка  $[0;1]$ . Сама послідовність  $(\alpha_n) = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \dots) \in L$ , яка відповідає числу  $x$ , називається його *зображенням (або кодом)*,  $\alpha_n$  – *n-ою цифрою (або символом)* цього зображення (коду). Зрозуміло, що складовою системи числення є кодування, але без вибудованої арифметики це ще не система числення.

Сьогодні для потреб фрактальної геометрії та фрактального аналізу використовуються різні двосимвольні системи кодування дійсних чисел, які визначають фрактальні системи координат на прямій. Серед них медіантне та марковське зображення, представлення чисел ланцюговими  $A_2$ -дробами та ін. Ми пропонуємо нове аналітичне двосимвольне зображення, яке визначається одним дійсним параметром  $g_0 \in (0;1)$  і має перспективи для використання у теорії кодування інформації. Воно ґрунтується на наступному твердженні.

**Теорема.** *Якщо  $A_2 = \{0;1\}$  – алфавіт,  $g_0$  – фіксоване дійсне число з інтервалу  $(0;1)$ ,  $g_1 \equiv g_0 - 1$ , то для будь-якого числа  $x \in [0; g_0]$  існує послідовність  $(\alpha_n) \in L_2 \equiv A_2 \times A_2 \times \dots \times A_2 \times \dots$  така, що*

$$x = \alpha_1 g_{1-\alpha_1} + \sum_{k=2}^{\infty} (\alpha_k g_{1-\alpha_k} \prod_{j=1}^{k-1} g_{\alpha_j}) \equiv \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k \dots}$$



При цьому множина  $\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m} = \{x : x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k \dots}, \alpha_i = c_i, i = \overline{1, m}\}$ , яку ми називаємо *циліндром рангу  $m$*  з основою  $c_1 c_2 \dots c_m$ , є відрізком, довжина якого обчислюється за формулою  $|\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m}| = g_0^{N_0} |g_1|^{m-N_0}$ , де  $N_0$  – це кількість нулів у наборі  $(c_1, c_2, \dots, c_m)$ .

Предметом фрактальної геометрії – науки про об'єкти метричного простору та їх інваріанти є фігури, відображення та перетворення просторів, які мають дробову фрактальну розмірність, неузгодженість метричних та топологічних характеристик, зберігають локальну фрактальну розмірність типу Гаусдорфа-Безиковича тощо. Для їх ефективного аналітичного задання та дослідження мають бути адекватні системи координат (координатизації) здатні тонко відчувати локальну структуру об'єктів і поведінку динамічних систем та залежностей. Гармонія між об'єктами, засобами їх задання і дослідження має бути принаймні такою ж як узгодженість між перетвореннями подібності і прямокутною декартовою системою координат, афінними перетвореннями і афінною системою координат.

Маючи дві системи координат на одиничному відрізку, ми отримуємо систему кодування точок одиничного квадрата  $\Omega = \Omega_1 \times \Omega_2 = [0;1] \times [0;1]$ , у якій перша координата точки має зображення у першій системі кодування, а друга – в другій. Знання геометрії кожної з систем спрощує теоретичний аналіз об'єктів і дозволяє використовувати аналітичні засоби для їх дослідження. Прикладом об'єкта, на якому це можна реалізувати, є наступна функція:

$$f(\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k \dots}^2) = f\left(\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\alpha_k}{2^k}\right) = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k \dots}, (\alpha_k) \in L_2$$

Окремої уваги заслуговує розподіл значень функції  $f$  при випадковому аргументі з наперед заданим розподілом, визначеним розподілами цифр зображеннями.

У доповіді пропонується результати досліджень кількох геометричних об'єктів та функціональних залежностей, визначених у термінах різних систем кодування дійсних чисел та точок метричних просторів.

#### Література

1. *Працьовитий М.В.* Геометрія класичного двійкового зображення дійсних чисел. – Київ. Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. – 68 с.
2. *Працьовитий М.В.* Метод координат на площині. Лекція 9. — К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007.— 35 с.
3. *Працьовитий М.В.* Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. — Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 1998. — 296 с.
4. *Кравченко В.Ф., Масюк В.М.* Новый класс фрактальных функций в задачах анализа и синтеза антенн. Кн.3. – М.: ИПРЖР, 2002. – 74с.

#### **Працьовитий М.В. Фрактальні системи координат і їх застосування.**

**Анотація.** Доповідь присвячена фрактальним системам координатизації на прямій та площині, засобами яких можна описувати локально-складні об'єкти геометрії, теорії ймовірностей, теорії динамічних систем, теорії функцій, зокрема, неперервні ніде не монотонні та недиференційовні функції. Пропонується нова двосимвольна система кодування дійсних чисел одиничного відрізка зі своєрідною геометрією та її застосування у метричній та ймовірнісній теоріях чисел.

**Ключові слова:** система координат, система числення, геометрія двосимвольного зображення чисел, неперервна ніде не монотонна функція, розподіл значення функції, інверсор цифр, оператор зсуву цифр.

#### **Pratsiovytyi Mykola. Fractal coordinate systems and their application.**

**Abstract.** The report is devoted to the fractal systems of coordinatization on the straight line and the plane. With the systems we study locally complex objects of geometry, probability theory, theory of dynamical systems, theory of functions, in particular, continuous non-monotonic and non-differentiable functions. We propose new two-symbol encoding system for real numbers of unit segment with original geometry and its application in metric and probabilistic theories of numbers.

**Key words:** coordinate system, numerical system, geometry of two-symbol representation for numbers, continuous nowhere monotonic function, distribution of function values, inversor of digits, operator of digit shifting.

## ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СКМ МАТЕМАТИКА

Система комп'ютерної математики (СКМ) Mathematica на сьогодні є однією з найпопулярніших та найпотужніших у світі. Її використовують як професійні науковці для своїх досліджень, так і викладачі й студенти у процесі навчання. У даній доповіді зупинимося на використанні СКМ Mathematica під час перетворення виразів, які можуть зустрічатися в математичному аналізі функцій дійсної змінної. СКМ Mathematica має такі основні команди для перетворення і спрощування виразів: **Simplify**, **FullSimplify**, **FuctionExpand**, **Expand**, **Factor**. Існує також ряд команд, відповідних певним типам виразів (цілим раціональним, дробово-раціональним, тригонометричним тощо). Крім того, при спрощуванні можна робити додаткові припущення (за командою **Assuming**), діяти на окремі частини виразу (завдяки командам **Map**, **MapAll**).

Перш за все, СКМ Mathematica можна використовувати для спрощування **числових виразів** різних типів (раціональних, ірраціональних, показникових, логарифмічних і тригонометричних). Наприклад: 1) 
$$\frac{4, (571428) : 2 - \left(1 : 0,04 - \frac{5}{2} : \frac{1}{10}\right) \cdot 8 \cdot \frac{8}{17}}{1, (3) : \frac{1}{2} + 13, (3)}$$

2)  $\sqrt[3]{20+14\sqrt{2}} + \sqrt[3]{20-14\sqrt{2}}$ , 3)  $\log_{\frac{1}{2}} \sqrt[3]{16} - 2\log_{\frac{1}{\sqrt{3}}} \sqrt[3]{9} + \frac{2}{3}$ , 4)  $\sin 52^\circ 30' \cdot \sin 7^\circ 30' - \frac{1}{2} \sin 45^\circ$ , 5)  $\operatorname{tg}\left(2 \arcsin \frac{1}{3}\right)$ .

Раціональний вираз 1) спрощується (обчислюється) автоматично при його введенні:

<pre>In[1]:= (FromDigits[{{4,{5,7,1,4,2,8}},1]}/2-(Rationalize[1/0.04]-5/2/(1/10))*8*8/17)/ (FromDigits[{{1,{3}},1]}/(1/2)+FromDigits[{{1,3,{3}},2])</pre>
<pre>Out[1]= 1/7</pre>

Для спрощування виразів 2) – 4) достатньо задати команду **FullSimplify**:

<pre>In[2]:= Surd[20+14Sqrt[2],3]+Surd[20-14Sqrt[2],3]//FullSimplify</pre>
<pre>Out[2]= 4</pre>
<pre>In[3]:= Log[1/2,Surd[16,3]]-2Log[1/Sqrt[3],Surd[9,3]]+2/3//FullSimplify</pre>
<pre>Out[3]= 2</pre>
<pre>In[4]:= Sin[(52+1/2)Degree]Sin[(7+1/2)Degree]-1/2Sin[45Degree]//FullSimplify</pre>
<pre>Out[4]= -1/4</pre>

Для спрощування виразу 5) використаємо команду **TrigExpand**:

<pre>In[5]:= Tan[2ArcSin[1/3]]//TrigExpand</pre>
<pre>Out[5]= 4\sqrt{2}/7</pre>

Аналогічно здійснюється спрощування **буквених виразів** різних типів. Так, для спрощування **раціональних виразів** у більшості випадків достатньо задати команду **Simplify**. Проте потрібно зауважити, що перетворений вираз може мати іншу область допустимих значень.

Наприклад, спростимо вираз 6)  $(a^2b^{-2} - ab^{-1} + b^2a^{-2} - ba^{-1})(a^{-1} - b^{-1})^{-2}(ab^{-1} + ba^{-1} + 1)^{-1}$ :

```
In[6]:= (a^2*b^-2-a*b^-1+b^2*a^-2-b*a^-1)(a^-1-b^-1)^-2(a*b^-1+b*a^-1+1)^-1//Simplify
Out[6]= ab
```

Для спрощування ірраціональних виразів, окрім команд Simplify або FullSimplify, може виникати необхідність у накладанні додаткових умов (припущень). Наприклад, спростимо

вираз 7)  $\sqrt{\frac{25-15\sqrt{a}}{a+10\sqrt{a}+25}} + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a}+5} + \frac{10}{\sqrt{a}+5}$ , якщо  $a = 26,25$ .

```
In[7]:= expr=Sqrt[(25-15Sqrt[a])/(a+10Sqrt[a]+25)+Sqrt[a]/(Sqrt[a]+5)]+10/(Sqrt[a]+5);
In[8]:= Assuming[a>0,Simplify[expr]]
Out[8]=  $\frac{10 + \text{Abs}[-5 + \sqrt{a}]}{5 + \sqrt{a}}$ 
```

Далі, враховуючи, що нас цікавить значення заданого виразу при  $a = 26,25$ , зробимо ще одне припущення:  $\sqrt{a} > 5$  і спростимо отриманий у рядку Out[8] вираз:

```
In[9]:= Assuming[Sqrt[a]>5,Simplify[%]]
Out[9]= 1
```

Отже, дістали тотожність  $\sqrt{\frac{25-15\sqrt{a}}{a+10\sqrt{a}+25}} + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a}+5} + \frac{10}{\sqrt{a}+5} \equiv 1$  при  $\sqrt{a} > 5$ , яку задовольняє зокрема й  $a = 26,25$ .

Часто під час перетворень виразів доводиться робити підстановку. У Mathematica підстановку виразу expr2 замість expr1 у виразі expr виконують за командою expr/.expr1->expr2.

Спростимо, для прикладу, вираз 8)  $\frac{\sqrt{m+x} + \sqrt{m-x}}{\sqrt{m+x} - \sqrt{m-x}}$ , де  $x = \frac{2mn}{n^2 + 1}$ ,  $m > 0$ ,  $0 < n < 1$ .

```
In[10]:= (Sqrt[m+x]+Sqrt[m-x])/(Sqrt[m+x]-Sqrt[m-x])/x->2m*n/(n^2+1)
Out[10]=  $\frac{\sqrt{m - \frac{2mn}{1+n^2}} + \sqrt{m + \frac{2mn}{1+n^2}}}{-\sqrt{m - \frac{2mn}{1+n^2}} + \sqrt{m + \frac{2mn}{1+n^2}}}$ 
In[11]:= Assuming[m>0&&0<n<1,FullSimplify[%]]
Out[11]=  $\frac{1}{n}$ 
```

Аналогічними способами спрощують **показникові, логарифмічні і тригонометричні вирази**. Наприклад, для спрощування виразу

9)  $\left( (\log_b^4 a + \log_a^4 b + 2)^{1/2} + 2 \right)^{1/2} - \log_b a - \log_a b$  виконаємо такі дії:

```
In[12]:= expr=((Log[b,a]^4+Log[a,b]^4+2)^(1/2)+2)^(1/2)-Log[b,a]-Log[a,b];
In[13]:= Assuming[a>0&&b>0,FullSimplify[expr]]
Out[13]=  $\begin{cases} -\frac{2\text{Log}[a]}{\text{Log}[b]} - \frac{2\text{Log}[b]}{\text{Log}[a]} & \text{Log}[a]\text{Log}[b] < 0 \\ 0 & \text{True} \end{cases}$ 
```

Отримана відповідь правильна на ОДЗ заданого виразу, тобто за умови, що  $\ln a \ln b \neq 0$ .

Спростимо ще один вираз: 10)  $\cos^6 x + \sin^6 x + \frac{3}{4} \sin^2 2x$ .

```
In[14]:= Cos[x]^6+Sin[x]^6+3/4Sin[2x]^2//Simplify
Out[14]= 1
```

На завершення торкнемось такого питання як спрощування сум і добутоків. Спрощування суми  $\sum_{k=m}^n a_k$  у СКМ Mathematica здійснюється (за можливості) автоматично за командою `Sum[a[k],{k,m,n}]`. При цьому індекси  $m$  і  $n$  можуть бути конкретними скінченними номерами, буквеними параметрами або дорівнювати  $-\infty$  (-Infinity) чи  $+\infty$  (Infinity) відповідно.

Для спрощування добутку  $\prod_{k=m}^n a_k$  призначено команду `Product[a[k],{k,m,n}]`.

Наприклад, спростимо вирази: 11)  $\sum_{k=1}^n k(k+1)$ , 12)  $\sum_{k=1}^n \frac{k}{2^k}$ , 13)  $\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2+3k+2}$ , 14)  $\sum_{k=1}^9 \cos \frac{\pi}{9} k$ , 15)  $\prod_{k=2}^n \log_{k+1} k$ , 16)  $\prod_{k=1}^{89} \operatorname{tg} k^\circ$ , 17)  $\prod_{k=2}^n \left(1 - \frac{1}{k^2}\right)$ , 18)  $\prod_{k=1}^n (1+x^{2^k})$ .

In[15]:=	<code>Sum[k(k+1),{k,1,n}]</code>
Out[15]=	$\frac{1}{3}n(1+n)(2+n)$
In[16]:=	<code>Sum[k/2^k,{k,1,n}]</code>
Out[16]=	$2^{-n}(-2+2^{1+n}-n)$
In[17]:=	<code>Sum[1/(k^2+3k+2),{k,1,n}]</code>
Out[17]=	$\frac{n}{2(2+n)}$
In[18]:=	<code>Sum[Cos[Pi/9 k],{k,1,9}]</code>
Out[18]=	-1
In[19]:=	<code>Product[Log[k+1,k],{k,2,n}]</code>
Out[19]=	$\frac{\operatorname{Log}[2]}{\operatorname{Log}[1+n]}$
In[20]:=	<code>Product[Tan[k Pi/180],{k,1,89}]/Simplify</code>
Out[20]=	1
In[21]:=	<code>Product[1-1/k^2,{k,2,n}]</code>
Out[21]=	$\frac{1+n}{2n}$
In[22]:=	<code>Product[1+x^(2^k),{k,1,n}]</code>
Out[22]=	$\frac{-1+x^{2^{1+n}}}{-1+x^2}$

**Висновки.** Важливим умінням, яким повинні оволодіти студенти при вивченні математичного аналізу, є вміння перетворювати вирази, спрощувати їх. СКМ Mathematica містить широкий спектр засобів для перетворення і спрощування виразів. Вміння усвідомлено і критично використовувати комп'ютерні засоби є добрим доповненням до вміння самостійно розв'язувати задачі.

#### Література

1. Дьяконов В. П. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 624 с.
2. <http://www.wolfram.com/> (сайт компанії Wolfram Research)
3. <https://habrahabr.ru/company/wolfram/blog/273601/> (Вольфрам С. «Элементарное введение в язык Wolfram Language»)

**Деканов С. Я. Перетворення виразів з використанням СКМ Mathematica.**

**Анотація.** Наведено приклади на перетворення і спрощування числових і буквених виразів різних типів (раціональних, ірраціональних, показникових, логарифмічних, тригонометричних, а також деяких сум і добутоків) з використанням СКМ Mathematica.

**Ключові слова:** перетворення виразів, спрощування виразів, СКМ Mathematica

**Dekanov S. Ya. Transformation of Expressions using CAS Mathematica.**

**Abstract.** Examples are given for the transformation and simplification of numerical and literal expressions of various types (rational, irrational, index, logarithmic, trigonometric, as well as some sums and products) using CAS Mathematica.

**Key words:** Expression Transformation, Expression Simplification, CAS Mathematica

**Сусь Б. А.,**  
докт.пед.наук, професор,  
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, м. Київ,  
bogdansus@gmail.com

**Сусь Б. Б.,**  
кандидат фіз.-мат. наук,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
bnsuse@gmail.com

**Матвеева Л.М.,**  
канд. пед.наук,  
Башкирський держ. університет, м. Уфа, Росія,  
matveevalm@mail.ru

## ДОСЛІД МАЙКЕЛЬСОНА–МОРЛІ ЯК ПІДТВЕРДЖЕННЯ КОРПУСКУЛЯРНОЇ ПРИРОДИ СВІТЛА

**Постановка проблеми.** У наш час світло розглядається як деякий узагальнений абстрактний процес розповсюдження електромагнітних хвиль у просторі. Однак, говорячи про поширення світла, важливо визначити механізм цього явища. Ця проблема була особливо актуальною більш ніж сто років тому. У той час будь-які хвилі розглядалися як коливання певного середовища – води, повітря тощо. Світло також трактувалось як коливання невідомого тоді гіпотетичного «ефіру». Тому важливим було експериментальне підтвердження існування «ефіру» як середовища для розповсюдження світлових хвиль. Вважалося, що оскільки світло поширюється в межах Землі, то навколо неї повинен бути ефір. За таких умов можливі два випадки: Земля рухається крізь нерухомий «ефір» і тоді світлові хвилі поширюються в ефірі незалежно від Землі, або «ефір» захоплюється Землею і рухається разом з нею і хвилі поширюються в захопленому ефірі. Ідея експерименту по виявленні руху Землі відносно ефіру була висловлена Максвеллом у 1878 р., а в 1881 р. Майкельсон і Морлі за допомогою чутливого інтерферометра провели дослід, метою якого було виявлення так званого «ефірного вітру».

Якщо вважати, що «ефір» нерухомий і інтерферометр рухається разом із Землею крізь «ефір», то при повороті інтерферометра на  $90^\circ$  повинне спостерігатися зміщення інтерференційної картини в результаті виникнути різниці ходу променів. Однак в експерименті зміщення не відбувалось.

Відсутність зміни інтерференційної картини могло бути пояснене повним захопленням «ефіру». В такому випадку світло поширюється в «ефірі» і швидкість його поширення вже не залежить від руху Землі. Подібне могло б спостерігатися, якби, наприклад, розглядали поширення звуку у повітрі в закритому вагоні, що рухається, коли і за рухом і в перпендикулярному напрямку швидкість звуку однакова. З ідеєю повного захоплення «ефіру» можна було б погодитися, якби це не суперечило іншим дослідом, зокрема явищу аберації світла, яке полягає в тому, що для спостереження променя від зірки зорову трубу треба дещо нахилити в напрямку руху Землі. Таке може бути, якщо світло поширюється в «ефірі», який не рухається разом з Землею і не захоплюється нею. Таким чином, ідея захоплення ефіру Землею узгоджувалась з дослідом Майкельсона, але була в суперечності з іншими явищами. Узгодження між цими поясненнями могло бути лише за умови відсутності самого «ефіру». Виникла цікава ситуація: **ефіру як середовища для поширення світлових хвиль нема, але світло як хвилі якимсь чином поширюється у просторі.** Уявлення, що світло – це хвилі, сумніву не підлягало, оскільки в дослідях спостерігалось таке хвильове явище як інтерференція світла. Виходило, що світло – хвилі, але що являє собою хвильовий процес – невідомо. Все це вимагало пояснення, яке на той час фізика дати не могла. У фізиці виник певний кризовий стан і така неясність дійшла до наших днів. Бо для пояснення світлових явищ і в наш час використовується **принцип Гюйгенса**, який був встановлений

для світлових коливань в середовищі-ефірі. На цю суперечливу ситуацію справедливо звертає увагу Лінднер: *«Хвильовій теорії не вистачає вирішальної ланки: носія, чи середовища, в якому поширюються світлові хвилі – про нього теорія замовчує ! Це головне питання в теорії світла старанно обминається, на нього накладене «табу»*[2].

Принцип Гюйгенса насправді справедливий для хвиль в середовищі, але він не прийнятний для світла як частинок. А в наш час світло незаперечно розглядається як хвилі і як потік частинок: *«Ми можемо розглядати вільне електромагнітне поле як сукупність частинок, кожна з яких має енергію  $W = h\nu$  і імпульс  $p = nh\nu/c$ »* [3].

Треба зважити на розвиток думки в історичному аспекті. Дослід Майкельсона-Морлі був поставлений 1881 р., коли світло розглядалося як хвилі, що поширюються в гіпотетичному середовищі – ефірі. Це було задовго до пояснення явища фотоефекту Ейнштейном (1905 р.) на основі квантової природи світла і до утвердження корпускулярної-хвильової природи – так званого дуалізму. У наш час за існуючими традиційними уявленнями світло має двоїсту природу – це хвилі і частинки водночас, в чому сумніву нема. Але з іншого боку – таке твердження суперечливе. Наприклад, хвиля – явище просторове, а частинка – локалізована в один і той самий час. До того ж не відомо: якщо світло – частинка, то що коливається? Або якщо світло – хвиля, то що коливається? Коли світло розглядати як хвильовий процес, то ніяк не виходять частинки. Коли ж світло розглядати як частинки, то ніяк не виходять хвилі. А пояснення дуалізму світла повинне бути несуперечливим. В досліді Майкельсона-Морлі світло розглядалося як хвилі, які поширюються середовищі-ефірі. Але навіть в той час були уявлення про корпускулярну природу світла, якої дотримувався Ньютон. **І Майкельсон та Морлі на основі свого досліді могли в той час перевірити корпускулярну теорію світла.** Однак такої спроби не було, можливо тому, що корпускулярна теорія Ньютона на той час вже не була популярною. Справжня корпускулярна теорія світла сформувалась після появи квантової теорії світла і пояснення явища фотоефекту Ейнштейном (1905 р.). Оскільки тепер достеменно відомо, що світло має як хвильову, так і корпускулярну природу, то пояснення досліді Майкельсона-Морлі. можемо дати з точки зору корпускулярного підходу.

#### Пояснення досліді Майкельсона-Морлі на основі корпускулярної теорії світла.

Нехай подібно до інтерферометра на Землі знаходяться точки  $A$  і  $B$  і в цьому напрямку рухається Земля на орбіті. З точки  $A$  в напрямку  $B$  робиться постріл рушниці (рис. 2).

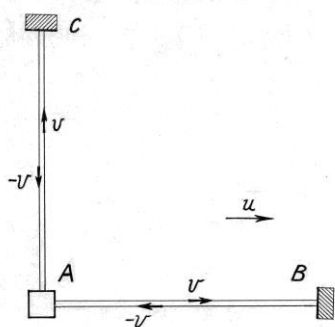


Рис. 1

Швидкість кулі  $v$  відносно точок  $A$  чи  $B$  не залежить від швидкості руху Землі по орбіті. Уявімо, що в точці  $B$  відбувається абсолютно пружне відбивання кулі і вона з такою ж швидкістю  $v$  рухається в зворотньому напрямку, тобто проти руху Землі. Швидкість Землі на рух кулі не впливає, тому час проходження кулі від точки  $A$  до точки  $B$  і від точки  $B$  до точки  $A$  буде однаковим. Очевидно, що й час проходження кулею відстані  $AC$  в перпендикулярному напрямку між точками  $A$  і  $C$  туди й назад буде однаковим.

Аналогічні міркування справедливі також стосовно світла в інтерферометрі, якщо світло розглядати як потік частинок. **Фотон як частинка** рухається зі швидкістю  $c$  і проходить відстань до дзеркала і назад за однаковий час як в напрямку руху Землі, так і в перпендикулярному напрямку і швидкість Землі на цей рух не впливає. Для такого руху ніяке середовище (ефір) не потрібне, бо рухається частинка. Так що при повороті інтерферометра на  $90^\circ$  інтерференційна картина змінитися не повинна.

Таким чином, дослід Майкельсона-Морлі має цілком логічне корпускулярне пояснення без поняття захоплення «ефіру» Землею. На його основі уже у той час (1881 р.) міг бути зроблений висновок, що світло – це потік частинок (корпускул). Проте ще більше ніж на 100 років – аж до нашого часу – утвердилася суперечлива корпускулярно-хвильова природа

світла, відома під назвою корпускулярно–хвильового «дуалізму». Тобто, світло без сумніву в один і той самий час розглядається як хвилі і як потік частинок, хоча ці підходи не узгоджуються між собою. Наприклад, для світла не дійсний принцип Гюйгенса.

**Непридатність принципу Гюйгенса для світла.** Принцип Гюйгенса був встановлений для світла, яке, як тоді вважалося, поширюється в середовищі–ефірі. Тепер відомо, що ефіру нема, але принцип Гюйгенса застосовується і в наш час для світла як потоку частинок. Покажемо, що для потоку частинок принцип Гюйгенса не дійсний.

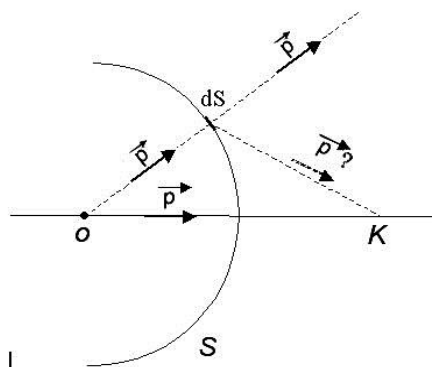


Рис.2. Корпускулярний підхід.

Таким чином, **корпускулярний і хвильовий підходи при поясненні природи світла дійсно знаходяться в суперечності.** Більше того, **принцип Гюйгенса, який був встановлений для світла, яке поширюється як хвилі в ефірі, непридатний.**

Зазначимо, що суперечність між хвильовим і корпускулярним підходами, яка виникла сто років, тому не розв'язана і в наш час. Вона існує під назвою дуалізму – двоїстості природи світла. Причина такого стану в тому, що розглядаючи світло як потік фотонів, необхідно було пояснити механізм коливань цих корпускул. Таке стало можливим лише після відкриття залежності між двома видами матерії – речовини (маси) і поля (енергії):  $W = c^2 \cdot m$ .

**Висновок.** Дослід Майкельсона–Морлі відіграв велику історичну роль в розвитку фізичних уявлень про природу світла. На його основі було показано, що ефіру як середовища для поширення світла, не існує. З дослід Майкельсона–Морлі також випливає, що світло – це потік частинок зі сталою швидкістю відносно об'єкта, який їх випромінює, чим підтверджується корпускулярна природа світла.

#### Література

1. Сивухин Д.В. Курс общей физики. Оптика / Д.В. Сивухин. – М.: Наука, 1985. – 751 с.
2. Линднер Г. Картины современной физики / Линднер Г. – М: «Мир», 1977. – 272 с. (*Helmut Lindner. Das Bild der modernen Physik. 2. Auflage. Urania-Verlag Leipzig · Jena · Berlin. 1975*).
3. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика. Т. IV / В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. – М.: Наука. 1989. – 728 с.
4. Sus' B.A. Unusual interpretation of traditional physics problems. The third scientific-methodological edition / B.A. Sus', B.B. Sus', O.B. Kravchenko. – Kyiv: PC "Prosvita", 2012. – 121 pages.

**Анотація.** Показано, що дослід Майкельсона–Морлі не тільки доводить, що ефіру як середовища для поширення світла не існує, але з нього випливає, що світло – це потік частинок зі сталою швидкістю відносно об'єкта, який їх випромінює, чим підтверджується корпускулярна природа світла.

**Ключові слова:** корпускулярна природа світла, хвильова природа світла, принцип Гюйгенса, ефір, ефірний вітер, дуалізм.

**Abstract.** Mykelson-morley experiment as a confirmation of corpuscular nature of the light. It is shown that Michelson-Morley's experiment not only proves that the ether as a medium for the propagation of light does not exist, but it also shows that light is a stream of particles with a constant speed relative to the object which emits them. It confirms the corpuscular nature of light.

**Key words:** corpuscular nature of light, wave nature of light, Huygens principle, ether, ethereal wind, Wave–particle duality.



**Сальник І.В.,**  
доктор педагогічних наук,  
доцент кафедри фізики та методики її викладання,  
Центральноукраїнський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка,  
м.Кропивницький, Україна,  
isalnyk@gmail.com

## **ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ**

Критичне мислення не є новим підходом в теорії та методиці навчання, але проблема, яка стоїть перед практиками та дослідниками, полягає в тому, що це складне та суперечливе поняття, яке важко визначити і, отже, вивчати.

Студенти та молоді спеціалісти чують багато порад про те, чому вони повинні розвивати навички критичного мислення. Проте, якщо попросити їх пояснити, які саме ці навички і, як можна їх розвивати, відповіді, в більшості випадків, не отримаємо.

Така ситуація вимагає розширеного розгляду критичного мислення та визначення напрямів його розвитку з урахуванням специфіки підготовки конкретного фахівця, а саме, майбутнього вчителя фізики.

Навички критичного мислення надзвичайно важливі для розвитку успішної кар'єри будь-якої людини. Володіння такими навичками для майбутнього вчителя – це не лише розвиток його власної особистості, а й вміння формувати риси сучасної людини у своїх учнів.

Звичайно, більшість чули про критичне мислення раніше, можливо, навіть, багато разів, особливо, якщо мова йде про учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Проте, якщо мова йде про підготовку фахівців у вищій школі, ніколи конкретно не говориться, які критичні навички і чому саме такі потрібні в процесі виконання даного виду діяльності, та як їх можна сформувати.

А. Кроуфорд, С. Метьюз, Д. Макінстер, В. Саул визначають, що критичне мислення є таким мисленням, яке розвивається на основі ретельного оцінювання не лише припущень, але й фактів, і призводить до найбільш об'єктивних висновків шляхом аналізування усіх доцільних чинників і використання обґрунтованих логічних процесів [1].

О.В. Тягло в своїй філософській праці [2] пропонує визначати критичне мислення в широкому розумінні як дослідження міркувань з метою виявлення і усунення можливих помилок і хиби — опонента чи своїх.

Високопрофесійне визначення критичного мислення було розроблене американською філософською асоціацією Delphi, до складу якої входило 46 експертів. Вони розуміють критичне мислення як цілеспрямоване судження про саморегуляцію, результатом якого є інтерпретація, аналіз, оцінка та висновки, а також пояснення доказових, концептуальних, методологічних, критеріальних чи контекстних міркувань, на яких ґрунтується це судження [5].

Хоча існують й інші, вужчі, визначення критичного мислення, на нашу думку, найбільш загальноприйнятим є таке: критичне мислення є рефлексивним і обґрунтованим мисленням, яке зосереджується на вирішенні проблеми: у що вірити чи що робити (Джуді А.Браус, Девід Вуд). Зауважимо, що в цьому визначенні є творчі підходи, включаючи формулювання гіпотез, питань, альтернатив та планів експериментів. Зазначимо також, що так визначене критичне мислення виявляє його практичний характер, оскільки прийняття рішення про те, що вважати істиною чи що робити, є практичною діяльністю.

Численні дослідження, які проводяться в Україні та за її межами, показують, що рівень розвитку критичного мислення студентів визначається великою кількістю чинників: ступенем важливості обраної професії для майбутнього студента, ступенем підготовленості до навчання у ВНЗ, структурою навчальних планів спеціальностей, відвідуванням занять,

тематикою курсових та кваліфікаційних робіт, досвідом роботи в аудиторії та поза її межами (самостійної роботи), умовами та видами діяльності студентів, залученням студентів до наукової, дослідної та соціально значущої роботи та ін.

Поєднання нового покоління комп'ютерно грамотних студентів та величезна кількість інформації, доступної за допомогою комп'ютерів та електронних джерел, збільшила необхідність розвитку навичок критичного мислення. За словами Лізабет А. Вілсон, "студенти схиляються до думки, що все, що доступно через комп'ютери, є корисним та достовірним" [4]. Проте студенти повинні розуміти і постійно пам'ятати, що онлайнві джерела – це лише інструменти доступу, некритичні постачальники інформації.

Відомо, що першим, хто спробував визначити критерії, за якими можна оцінити рівень сформованості критичного мислення учня, був Бенджамін Блум, який у 1956 році разом з колегами Макс Енглхарт, Едвард Ферст, Уолтер Хілл і Девід Кротвог опублікували рамки для класифікації навчальних цілей: таксономія навчальних цілей, знайома багатьом таксономія Блума. Рамки, розроблені Блумом та його колегами, склалися з шести основних категорій: знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез та оцінка. Категорії, що йшли після знань були представлені як "навички та вміння" з розумінням того, що знання є необхідною передумовою для впровадження цих навичок та здібностей на практиці. Тривалий час ця рамка слугувала основою не лише для оцінки рівня розвитку навичок критичного мислення, а й для розробки методик діяльності учнів для здобуття таких навичок.

У 2001 році група дослідників в галузі психології, педагогіки та тестування опублікувала перегляд таксономії Блума з назвою «Таксономія для викладання, навчання та оцінки». Почався новий етап в дослідженні критичного мислення, який характерний запровадженням динамічної концепції, пов'язаної із описом не результатів, а когнітивних процесів, з якими стикаються усі, хто працює із знаннями. У цій таксономії знання ґрунтуються на шести пізнавальних процесах, але його автори створили окрему систематику тих видів знань, які використовуються в пізнанні (фактичні, концептуальні, процедурні та метакогнітивні). Як наслідок, ми маємо розгорнутий, але не остаточний, перелік навичок, що визначають здатність до критичного мислення [3].

Проаналізувавши ці таксономії, ми дійшли висновку, що вони носять досить загальний характер. Ми зробили спробу виділити найважливіші навички для майбутнього вчителя фізики і визначити, як вони можуть бути використані в професійній кар'єрі.

Своє дослідження ми проводили в процесі викладання дисциплін «Сучасні питання фізики» та «Методика навчання фізики» для студентів спеціальності 014.08 Середня освіта. Фізика, рівня «магістр».

Навичка № 1: тлумачення. Що це означає: маючи здатність розуміти інформацію, яку ви представляєте, і вміти повідомити сенс цієї інформації іншим. Протягом всієї своєї кар'єри вчитель фізики має справу із різноманітною інформацією, яка отримана із різних джерел, у різних ситуаціях. Фізичні знання поповнюються, змінюються методики та методологія. Вміння правильно передати навчальну інформацію учням – одне із найважливіших в діяльності учителя.

В процесі навчання перед студентами ставляться завдання пошуку інформації відповідно до тематики самостійної роботи. Ця інформація повинна бути оформлена у вигляді повідомлення обмеженого за обсягом.

Навичка № 2: аналіз. Це означає: можливість об'єднати частину інформації разом, щоб визначити, що має в ній сенс, а що є зайвим. наявність цієї навички забезпечить вмінням "читати між рядками" і допоможе зрозуміти, як отримана інформація вплине на загальну стратегію розвитку. Для вчителя фізики вміння аналізувати є дуже важливим, оскільки, наприклад, проведення будь-якого досліду передбачає, як мінімум, аналіз його результатів. Але вчитель повинен вміти аналізувати весь навчальний процес. Тому, під час викладання фізичних дисциплін ми пропонуємо використовувати завдання для студентів, які

передбачають аналіз інформації, отриманої з різних джерел, з метою її оцінки, виявлення різниці між фактами та думками, спрямованості та необ'єктивності інформації і т.д.

Навичка №3: висновок. Маючи здатність розуміти і визначати, які елементи вам знадобляться, щоб отримати точний висновок або сформулювати гіпотезу з інформації, яка є у вашому розпорядженні. Можливість зрозуміти інформацію і визначити, що може знадобитися для того, щоб знайти найкраще рішення, це важливий навик для людини, незалежно від її сфери діяльності, а особливо для вчителя фізики. Будь-яка доповідь чи повідомлення студента повинно завершуватися формулюванням висновків та виявленням найважливіших фактів.

Навичка № 4: оцінка. Це означає: можливість оцінювати достовірність висловлювань або описів досвіду, судження чи думки людини, щоб виміряти правдивість поданої інформації. Зрозуміло, що цей навик є професійним для будь-якого вчителя.

Навичка № 5: пояснення. Що це означає: маючи можливість не тільки змінювати інформацію, але й додати ясність та перспективи до інформації, тому її можна повністю зрозуміти всім, з ким ви поділяєте це. Важливо пам'ятати, що не всі мають або потребують знань або інформації, якою володіє вчитель фізики (на жаль, фізика для багатьох не є улюбленим предметом). Для формування цього навичку практикуємо пояснення складного питання для різних типів учнів. Наприклад, даємо завдання пояснити одне й те ж питання (принцип роботи мобільного телефону) учням 9 класу, 11 гуманітарного, 11 фізико-математичного класу або студентам фізико-математичного факультету. Пояснення має бути різним, оскільки вони мають різний рівень знань, але усі повинні отримати розуміння предмета.

Навичка № 6: саморегулювання. Мати усвідомлення власних мисленневих здібностей, які можна використати для отримання результатів. Насамперед, це самоорганізація своєї розумової діяльності, що означає поворот свідомості на саму себе, розмірковування над своїм психічним станом, а тому й можливість впливати на самого себе. Важливим є вміння при вирішенні проблем відокремлювати власні особисті упередження чи особисті інтереси від загальних соціально значущих вимог.

Проблема стимулює процес мислення, але самостійне критичне мислення можливо тільки на основі певного знання, осмислення раніше набутого досвіду. Найважливіше – повсякденна регулярна практика.

#### Література

1. Технології розвитку критичного мислення учнів / А.Кроуфорд, В.Саул, С.Метьюз, Д. Макінстер. – К.: Вид-ство «Плеяди», 2006 – 220 с.
2. Тягло О.В. Критичне мислення: навчальний посібник / Тягло О.В. Х: Вид. група «Основа», 2008. – 189 с.
3. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives [Text]- <http://acorn.library.vanderbilt.edu/cgi-bin/isbn-search/0321084055>
4. Elizabeth A. Wilson, "Changing Users: Bibliographic Instruction for Whom?" in *The Evolving Educational Mission of the Library*, eds. Betsy Baker and Mary Ellen Litzinger (Chicago: ACRL, 1992), 30–31
5. Philip C Abrami; Robert M Bernard; Evgueni Borokhovski; Anne Wade; Michael A .Surkes and ot. *Instructional Interventions Affecting Critical Thinking Skills and Dispositions: A Stage 1 Meta-Analysis. Review of Educational Research*; Dec 2008; 78, 4; Research Library, pg. 1102

#### **Сальник І.В. Формування навичок критичного мислення майбутніх учителів фізики.**

**Анотація.** Одним з головних завдань вищої освіти України є допомога студентам у формуванні навичок критичного мислення. Численні дослідження критичного мислення дозволили визначити чинники впливу на його розвиток, характеристики та властивості. В своєму дослідженні ми зробили спробу визначити та використати на практиці способи діяльності, що формують критичне мислення майбутніх вчителів фізики.

**Ключові слова:** критичне мислення, майбутні вчителі фізики, таксономія, навички критичного мислення.

#### **Salnyk I.V. Formation of critical thinking skills of future physics teachers**

**Abstract.** One of the primary objectives of Ukrainian higher education is to assist undergraduates in acquiring critical thinking skills. A lot of critical thinking studies allow to determine the factors of influence on his development, characteristics and properties. In our research we have been tried to determine and practically use activity ways which form a critical thinking of future physics teachers.

**Key words:** critical thinking, future physics teachers, taxonomy, critical thinking skills.

Сушко О.С.,  
канд. пед наук,  
ст. викл. кафедри ММНФМДВШ,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
Київ, Україна  
teacher\_math@i.ua

### З ІСТОРІЇ АКТУАРНИХ РОЗРАХУНКІВ

Термін "актуарій" походить від латинського "actuarius" - клерк, реєстратор, тримач актів.

Страховання виникло на перших етапах розвитку суспільного виробництва як механізм захисту товаровиробників від ризиків, пов'язаних із суспільним виробництвом, стихійними лихами, втратою здоров'я. Учені, досліджуючи історію виникнення страхування, вважають, що вже в епоху античних часів розвиток народного господарства, зародження елементів товарно-грошових взаємовідносин сприяли виникненню та розвитку найпростіших форм страхового захисту - натуральні страхування.

У доповіді розглянемо етапи розвитку актуарних розрахунків в світі.

*І етап розвитку актуарних розрахунків* – виникнення актуаріїв страхування життя, поява детермінованих моделей [5]. Актуарні розрахунки в страхуванні життя (life insurance) почали розвиватися першими. Основи теорії актуарних розрахунків як особливої галузі науки були закладені в XVII ст. роботами таких вчених, як Джон Граунт (John Graunt), Ян де Вітт (Jan De Witt), Едмунд Галлей (Edmond Halley). У 1662 р. була опублікована робота англійського вченого Джона Граунта "Природні і політичні спостереження, зроблені над бюлетенями смертності", в якій були вперше представлені результати обробки даних про смертність людей і таблиці смертності.

Майже одночасно з Граунт питання залежності вартості договорів страхування життя від смертності людей досліджував голландець Ян де Вітт, державний діяч. У 1653 р. він зайняв пост великого пенсіонарія («адвоката міста») Голландії і написав роботу про тарифи зі страхування довічної ренти, де виклав метод обчислення страхових внесків залежно від віку застрахованого і норми нарощення грошей [8].

Початок професії актуарія часто пов'язують з 1756 роком, коли член Королівського товариства Великобританії Джеймс Додсон (James Dodson) представив таблицю премій страхування життя, після того як йому самому відмовили в такому страхуванні через його вік.

Подальший розвиток теорія актуарних розрахунків отримала в роботах англійського вченого Едмунда Галлея. Вважаючись однією з найвидатніших постатей в історії Європи, він вклав істотний внесок у становлення демографії і страхування життя - дав визначення основних функцій таблиць смертності, обчислив ймовірності дожиття і смерті своїх сучасників, ввів поняття середньої тривалості майбутнього життя, розрахував тарифи по страхуванню життя за допомогою таблиць смертності. Запропонована Галлеєм форма таблиці смертності і принципи її побудови застосовуються до цих пір. На розроблену ним методику спираються сучасні прийоми розрахунку тарифів по страхуванню життя і пенсії.

Математик Авраам де Муавр (Abraham de Moivre) також вніс свій внесок в актуарні розрахунки. До кінця XVII - початку XVIII ст. страхування життя отримало наукове підґрунтя. У XVIII ст. більшість великих математиків того часу: Л. Ейлер, Е. Дювільяр, Н. Фусс, С. Лакруа, В. Керсебум, А. Депарсьє - розробляли теорію страхової математики. Тоді широкого поширення в різних галузях сучасної математики і економіки одержала теорія ігор, яка була розроблена на основі страхування життя і вперше використовувалася для практичних цілей.

Перша страхова компанія з актуаріями виникла в Великобританії в 1762 році, коли в Лондоні було сформовано Товариство справедливого страхування життя і виживання (Society for Equitable Assurances on Lives and Survivorships) [4], в документах якого

визначалося, що головну посадову особу Товариства слід називати актуарієм. Ця назва була вибрана Едвардом Роу Морес (Edward Rowe Mores) - головою групи, який організував товариство. Одним з головних обов'язків головного посадовця була реєстрація контрактів, укладених товариством, і в цьому вона мала схожість з роллю актуаріїв в Стародавньому Римі. У перші роки існування Товариства пост актуарія був в більшій мірі схожим на посаду секретаря компанії, який відповідав за протоколи засідань ради директорів і загальних зборів Товариства, а також повинен був вести розрахунки, записи в книгах Товариства, бухгалтерський облік виплат і надходжень. У 1775 році на цей пост був призначений математик Вільям Морган (William Morgan), який розширив методи обчислень прийнятних ставок страхових внесків і забезпечення надійності фінансових операцій Товариства. З тих пір назва "актуарій" стало застосовуватися до тих, хто виконував цю фінансову обчислювальну роботу. Термін "актуарій" був вперше використаний в законодавстві Великобританії в 1819 році.

У наступні роки потреби ринку визначили безперервне зростання кількості страхових фірм і актуаріїв. Логічним завершенням цього процесу стало розуміння необхідності створення професійної організації актуаріїв. Так з'явився Інститут актуаріїв в Лондоні (1848) і Факультет актуаріїв в Единбурзі (1856). Їхні головні завдання формулювалися як сприяння в розвитку теорії і практики актуарної справи, в удосконаленні інформаційного забезпечення актуаріїв, включаючи і компоненту статистичних даних для кваліфікованих розрахунків. Через два роки після утворення (з 1850 р.) Інститут актуаріїв почав проводити навчання і кваліфікаційні іспити для майбутніх актуаріїв.

Актуарне суспільство в Америці було створено в 1889 р., і з 1897 р. теж почало проводити підготовку та атестацію актуаріїв [4]. У 1895 р. національні професійні суспільства Бельгії, Франції, Німеччини, Великобританії і США організували Міжнародну Актуарну Асоціацію (International Actuarial Association - IAA), що базувалася в Брюсселі і почала проводити регулярні конгреси актуаріїв, які тривають і донині.

Тим часом, у 1898 р. в Лондоні на другому міжнародному конгресі актуаріїв була прийнята досить складна класична система актуарних позначень в страхуванні життя, яка представляє собою міжнародну символіку умовних позначень і до сих пір є загальноприйнятою у світовій актуарній літературі.

*II етап розвитку актуарних розрахунків* - поява актуаріїв страхування не-життя і імовірнісних моделей.

Актуарні розрахунки в страхуванні іншому, ніж страхування життя (або страхування не-життя (non-life insurance)) були розвинені значно пізніше, ніж математична теорія страхування життя, і мають істотно більший складний математико-статистичний апарат. Так, з розвитком математики і статистики на початку ХХ ст., і почався розвиток математики страхування не-життя.

У 1903 р. Філіп Лундберг (Filip Lundberg) опублікував першу роботу, в якій були закладені основи колективної теорії ризику [2] і висловлені перші ідеї використання стохастичних моделей, які розвинулися тільки в 1930-1940 рр. завдяки роботам великих російських математиків - П. Л. Чебишева, А. А. Маркова, А. М. Ляпунова, С. Н. Бернштейна, А. Я. Хінчина, А. Н. Колмогорова та ін. Пізніше ідеї Лундберга були розвинуті видатним шведським математиком і актуарієм Геральдом Крамером (Herald Cramer). Актуарії почали прогнозувати збитки з використанням імовірнісних моделей. Бурхливий розвиток комп'ютерів в наступні роки зробив справжню революцію в актуарній професії.

*III етап розвитку актуарних розрахунків* - поєднання актуарної математики з фінансами [7].

В кінці 1980-х - початку 1990-х рр. актуарна математика, як в страхуванні життя, так і в ризиковому страхуванні характеризується активним використанням фінансових інструментів, включаючи похідні інструменти, такі як форварди, ф'ючерси, опціони і свопи, фінансової інженерії з метою зменшення ризику страхування [3]. Третій етап розвитку актуарних розрахунків характеризується використанням більш складних математичних і

статистичних методів - стохастичного програмування, стохастичних диференціальних рівнянь, мартингалів та споріднених понять, а також нових статистичних методів і сучасного програмного забезпечення.

*IV етап розвитку актуарних розрахунків* - впровадження в актуарну математику ризик-менеджменту [3].

Актуарні розрахунки стають все більш складною і багатогранною сферою науки, що поєднує в собі найскладніші сучасні методи і досягнення, коло завдань якої постійно розширюється. Одним з останніх і найбільш актуальних завдань актуарних розрахунків - створення системи управління ризиками (ризик-менеджмент) компанії (Enterprise Risk Management - ERM) [1]. ERM-актуаріїв називають актуаріями четвертого покоління. Дипломовані актуарії цього покоління мають сертифікат Chattered Enterprise Risk Actuary (CERA). У липні 2010 р. перші дев'ять актуаріїв отримують сертифікат CERA.

Управління ризиками компанії - це єдина систематична оцінка і контроль всіх ризиків, що виникають в роботі страхової організації, їх взаємозв'язків і взаємозалежностей, в їх сукупності, включаючи не тільки безпосередньо страхові ризики, але і фінансові, операційні та стратегічні ризики. Вивчення ризиків дозволяє оптимізувати структуру і розмір прийнятих страхових ризиків та інвестиційних вкладень, моделювати вплив на розвиток компанії і її прибуток різних подій і стратегічних рішень.

Як зазначив на конгресі актуаріїв ASTIN в 2005 р. швейцарський актуарій Поль Ембрехтс (Paul Emhrechts), прогрес в актуарній професії йде з наростаючою швидкістю: знадобилося майже 250 років, щоб після перших з'явилися актуарії другого покоління, через 70 років - третього, і всього через 30 років - актуарії новітнього, четвертого покоління.

#### Література

1. Actuaries in Risk Management. – Actuarial Profession Survey 2010/2011. Institute and Faculty of Actuaries. May 2011.
2. D'Arcy Stephen P. On Becoming an Actuary of the Third Kind / PCAS LXXVI, May 1989. P. 45-76.
3. D'Arcy Stephen P. On Becoming an Actuary of the Fourth Kind / PCAS XCII, November 2005. P. 745-754.
4. Encyclopedia of Actuarial Science. Editors Jozef Teugels, Bjorn Sundt. John Wiley & Sons, Inc., 2004.
5. Hans Buhlmann. Actuaries of the Third Kind ?// ASTIN Bulletin. 1987. Vol. 17. P. 137.
6. Buhlmann H. The actuary: the role and limitations of the profession since the mid-19th century/ ASTIN Bulletin. Vol. 27. No. 2. 1997. P. 165–171.
7. Финансовая экономика с приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу: пер. с англ. / Х. Панджер [и др.].
8. Шахов В. В. Введение в страхование. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.

#### Сушко О.С. З історії актуарних розрахунків.

**Анотація.** У доповіді розглянуто основні історичні етапи зародження страхування життя та інших ймовірних страхових подій. На основі аналізу історичних джерел виділено чотири етапи та охарактеризовано основні події, які спонукали до розвитку актуарних розрахунків в світі.

**Ключові слова:** актуарій, страхування життя.

#### Sushko O.S. From the history of actuarial calculations.

**Abstract.** The report examines the main historical stages of the birth of life insurance and other probable insurance events. On the basis of the analysis of historical sources, four phases have been identified and the main events that have led to the development of actuarial calculations in the world are described.

**Key words:** actuary, life insurance.

**Рево С.Л.**,  
доктор фізико-математичних наук, професор,  
завідувач НДЛ «Фізика металів та кераміки»,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна

**Іваненко К.О.**,  
кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна

**Мельниченко М.М.**,  
кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна

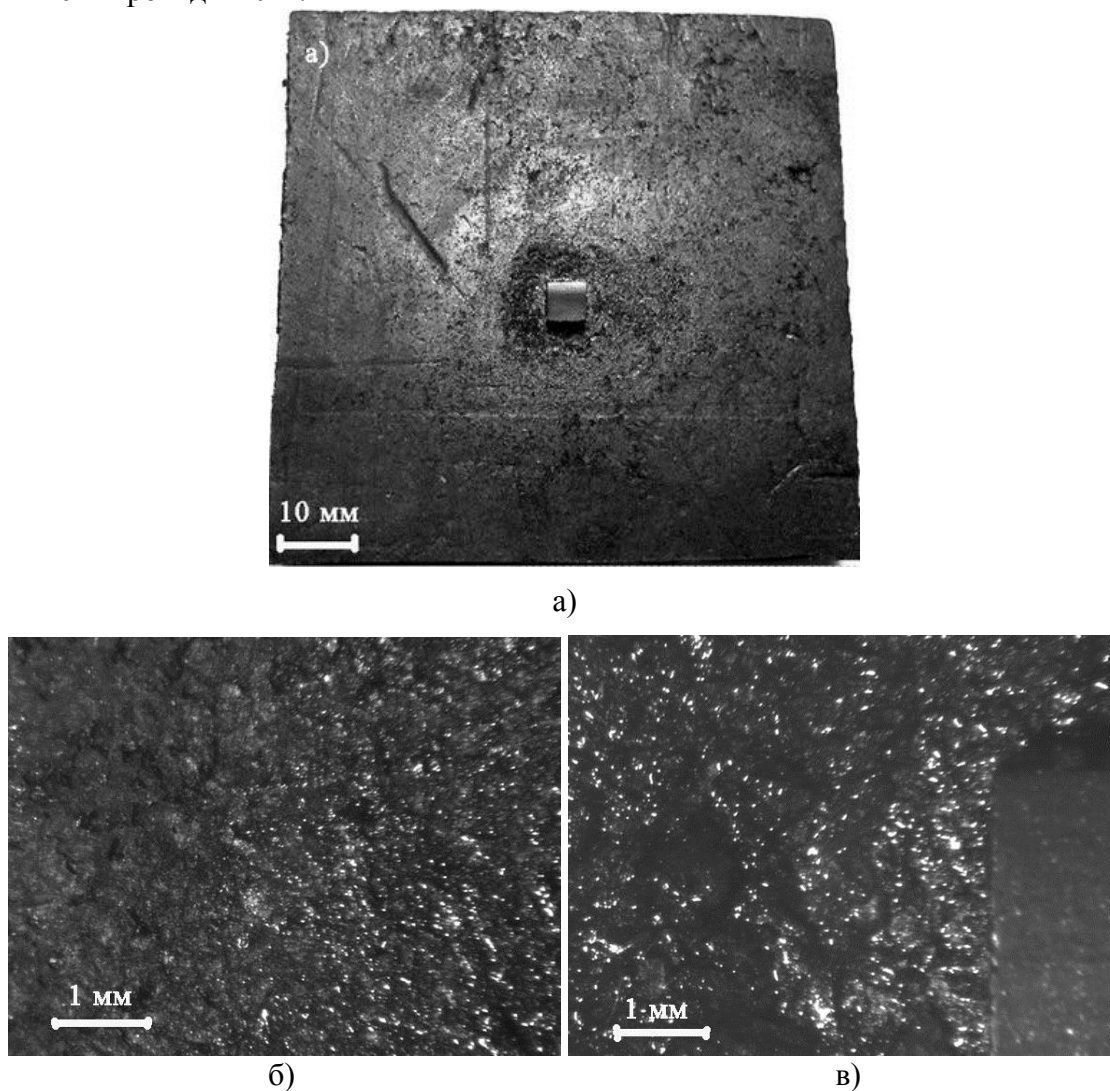
**Нікітенко В.М.**,  
провідний інженер,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна

**Hamamda S.**,  
доктор фізики, професор,  
University of Frères Mentouri Constantine 1,  
Constantine, Algeria  
s\_revo@i.ua

## **МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОЛІВІНІЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИЗОЛЮ ТА ВУГЛЕЦЮ В УМОВАХ ПРОТИДІЇ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕННЮ**

Для реалізації процесів моделювання та оцінки ефективності протидії матеріалів високошвидкісному ударному навантаженню (ВУН), зокрема, наноконпозицій з полівінілхлоридного пластизолу (ПВХП) – матриця та термічно розширеного графіту (ТРГ) – наповнювач були виготовлені зразки розміром 80x80x20 мм<sup>3</sup>. За допомогою ударно-хвильового пристрою, призначеного для модельного тестування матеріалів на динамічну міцність провели випробування на їх стійкість до дії ВУН. Пристрій дозволяє формувати імпульс тиску із плоским фронтом і передавати його на поверхню досліджуваного матеріалу у вигляді пластин різної товщини. Потужність пружного імпульсу складає до 50 кбар з крутизною переднього фронту менше 0,4 мікросекунди. Його виміри проводили за допомогою п'єзо кварцового датчика. Принцип дії пристрою наступний: тонка металева фольга затискається між двома гладкими пластинами (наприклад, із скла) і вибухає (тобто розплавляється та випаровується) від розряду накопичувального конденсатора. Напруга електричного імпульсу складає (8-10) кВ. Хвиля стискання доходить до верхньої вільної межі досліджуваного зразка, розташованого безпосередньо в контакті з зовнішньою поверхнею однієї з пластин, що контактують з фольгою, і, відбиваючись від неї, формує динамічну хвилю, яка і забезпечує конусне (крешерне) руйнування. За допомогою цього пристрою можна досить точно визначити величину динамічної міцності на початку крешерного руйнування і таким чином або моделювати технологічний процес до одержання потрібних параметрів міцності або провести порівняння та відбір матеріалів для оцінки ефективності їх протидії ВУН. Природно, що з наукової точки зору важливим є розуміння самого механізму ударно-хвильового руйнування, яке формується методом проб і помилок з використанням комп'ютерного моделювання та натурних експериментів.

Безпосередньо в контактi зi скляним кубиком розміщували досліджуваний зразок. При використанні в якості зразка пластини побутової кераміки розміром 100 мм x100 мм x 10 мм відбувається квазістатичне руйнування (з утворенням радіальних тріщин). В інших випадках руйнування може відбуватися з утворенням конуса, що визначає різні механізми руйнування, описані, зокрема, в наукових публікаціях [1, 2]. При випробуваннях нанокомпозицій ПВХП-ТРГ встановлено, що в залежності від концентрації наповнювача (ТРГ) стійкість зразків при протидії ВУН змінюється і для концентрацій, близьких до порогу перколяції вона дещо нижча (рис.1, 2), ніж при підвищенні  $C$  до 15 об.%. При більших концентраціях ТРГ знижується пластичність матеріалу, збільшується границя пружності, але зменшується і їх ефективність протидії ВУН.



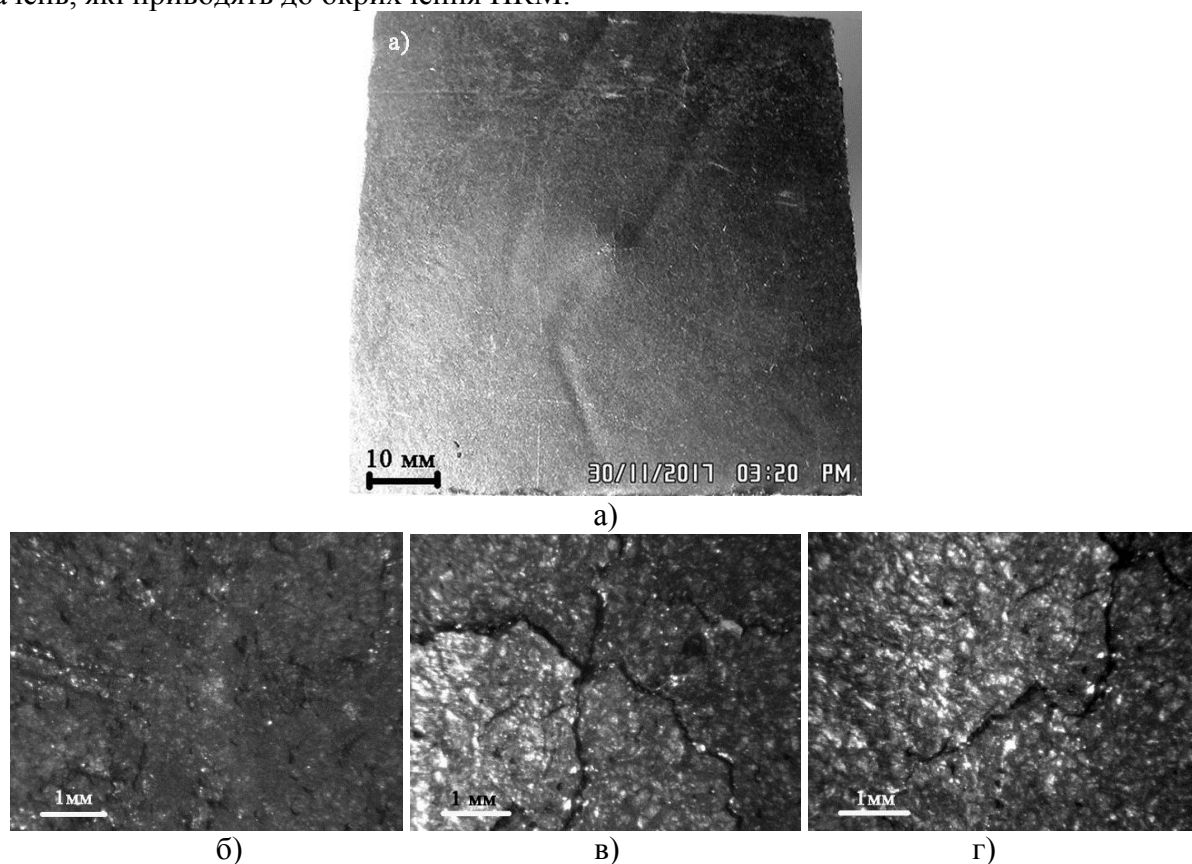
**Рис. 1.** Фотографія КМ ПВХП-ТРГ із скляним кубиком, що застряг після другого удару с силою 60 т. а) загальне зображення, б) збільшене зображення біля краю пластини, в) збільшене зображення центру пластини (гладке справа – відбиток кубика)

Так в першому випадку кубик проник у поверхню зразка, а на протилежному боці зразка виникла опуклість з тріщинами (рис. 2).

Для НКМ з більшою концентрацією ТРГ скляний кубик при однаковому з попереднім режимом випробувань не пройшов настільки глибоко як у першому випадку (рис. 1), тому тріщин з зовнішнього боку не спостерігали. Але на поверхні зразка, яка зазнала контакту з кубиком, залишився відбиток від якого відходять радіальні тріщини. Протилежний бік зразка не зазнав візуально ніяких змін.



Таким чином, для ефективної протидії ВУН доцільно створювати НКМ полімер-вуглець типу ПВХП-ТРГ з концентрацією ТРГ, яка перевищує поріг перколяції, але не досягає значень, які приводять до окрихнення НКМ.



**Рис. 2.** Фотографія КМ ПВХП-ТРГ (зовнішня сторона) в центрі видно тріщини. а) загальний вигляд, б) ближче до краю, в), г) вигляд тріщин

#### Література

1. Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах [Текст] / Г. Кольский. - Москва : Изд-во иностранной литературы, 1955. - 192 с.
2. Физика быстропотекающих процессов [Текст] : Перевод / Под ред. Н. А. Златина. - Москва : Мир, 1971.
  - Т. 1 / [Авт. А. Штенцель, Э. Бальдингер, У. Шпихер и др.]. - 1971. - 519 с.
  - Т. 2 / [Авт. Ф. Керкхоф, В. Гольке, В. Гольдсмит и др.]. - 1971. - 352 с.

**Рево С.Л., Іваненко К.О., Мельниченко М.М., Нікітенко В.М., Hamamda S. Моделювання стійкості полімерних нанокompозиційних матеріалів з полівінілхлоридного пластизолу та вуглецю в умовах протидії високошвидкісному ударному навантаженню**

Змодельована дія високошвидкісного ударного навантаження на зразки нанокompозиційного полімерного матеріалу полівінілхлоридний пластизоль – вуглець. Проаналізована стійкість зразків у залежності від концентрації вуглецевого наповнювача у вигляді термічно розширеного графіту.

**Ключові слова:** нанокompозити, полівінілхлоридний пластизоль, термічно розширений графіт, високошвидкісне ударне навантаження.

**Revo S.L., Ivanenko K.O., Melnichenko M.M., Nikitenko V.M., Hamamda S. Simulation of stability of the polyvinylchloride plastisol - carbon based polymer nanocomposite materials against to a high-speed impact load**

An action of a high-speed impact load on samples of the polyvinyl chloride plastisol - carbon polymer nanocomposite material has simulated. The stability of the samples has analyzed, depending on concentration of the carbon filler in a form of the thermally expanded graphite.

**Key words:** nanocomposite, polyvinylchloride plastisol, thermally exfoliated graphite, high-speed impact load.

**Новоселецький М.Ю.,**  
к.ф.-м.н., доцент,  
Рівненський державний гуманітарний університет,  
м.Рівне, Україна,  
mpov@meta.ua  
**Нечипорук Б.Д.,**  
к.ф.-м.н., доцент,  
Рівненський державний гуманітарний університет,  
м.Рівне, Україна,  
bodya-54@ukr.net

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОЇ ФІЗИЧНОЇ НАУКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

У повсякденному житті кожна людина стикається з ознаками науково-технічного прогресу, але інтерес до вивчення фізики, як основи НТП, у школярів та студентів неухильно знижується. Причиною того є не стільки криза в освіті, скільки «- ситуація, яка характеризується як глобальна криза сучасності... Усе це створює необхідність пошуку нових способів мислення і дій» [7]. Це пов'язано з кризою у теоретичній фізиці – незавершеністю «теорії надструн» як планованої фундаментальної «теорії всього» і пошуком справжньої фундаментальної теорії, на розробку якої була задіяна значна частина висококваліфікованих фізиків-теоретиків і математиків, але помітних успіхів не сталось. До того ж криза у теоретичній фізиці збіглася з загальною світоглядною кризою в космологічних і межуючих з ними розділах сучасної фізики. У той же час, мали місце відкриття у ніким непередбачуваних галузях фізичних досліджень. Це змушує переглянути світоглядні уявлення про космічний Світ, невід'ємною частиною якого ми є. Зрозуміти і пояснити значення відкриттів на рівні знань сьогодення проблематично. Сучасні знання нашого Світу зосереджені у порівняно вузькому колі, яке межує з широченною областю нашого незнання. Сьогоднішня криза в науці виникла із-за невирішеної проблеми подолання межі, яка розділяє наші знання від незнання. Стає також зрозумілим, що не можна категорично негативно відноситися до деяких метанаукових знань, які сприяють побачити перспективу майбутнього розвитку наукових знань.

У другій половині 20 ст. об'єктами дослідження стали розвиваючі відкриті системи. Виникає уявлення про ієрархію різномасштабних систем, які органічно взаємопов'язані. Як наслідок відбулося те, що І.Пригожин назвав радикальною зміною бачення Природи [3]. Відкрита система, яка попала у кризову ситуацію, за наявності зовнішньої енергії, яка не перевищує внутрішніх втрат, виходить із кризи деструктивним шляхом. Відбувається часткове або повне руйнування її впорядкованого стану. Ентропія зростає і в подальшому відбуваються процеси, за яких система перестає розпадатися і перестає існувати. Неочікуваним стало відкриття конструктивного виходу системи із кризи. Наука не підозрювала, що у системах, які розвиваються, за відповідних умов виникає колективна когерентна взаємодія усіх елементів, яка переводить систему на вищий рівень організованості. Необхідна, але недостатня умова – у систему повинна надійти енергія ззовні потрібної величини. Саме такі механізми об'єднуються в поняття самоорганізації [5].

Виникає особлива проблема розвитку складних систем – існування направленої їхнього розвитку, а це є проявом цілеспрямованого руху системи. Відкриття програмованого розвитку великих організмів виявилось прецедентом для розуміння того, що необхідне узгодження послідовних актів самоорганізації можливе за умови існування інформації про майбутні стани системи, яка розвивається.

Важливі відкриття фізичної науки другої половини 20 ст. показали, що основні наші знання про Всесвіт – це знання лише про невелику його частину, а Всесвіт, як об'єкт Світобудови, необхідно пізнавати заново. При цьому залишається незрозумілим, чи зможе

наука на рівні сьогоденних знань і існуючих методик досліджень зробити відкриття, які пов'язані з цими задачами. Потрібне переосмислення, перегляд глобальних світоглядних уявлень недавнього минулого. У першу чергу це стосується загадки темної енергії. У Світі панує 95% темної енергії і лише 5% припадає на матеріальну частину Всесвіту. Висувається припущення про існування деяких невидимих форм речовини і вони складають до 20% від усього Всесвіту. Але доказів відносно кількості темної форми речовини не вдалося встановити. Якщо і погодитися на 20% кількості темної речовини, то у Всесвіті не менше 75% матерії припадає на темну енергію, тобто вона є панівною. І перед наукою виникла проблема пояснення панівної ролі темної енергії (енергетичної форми енергії). Входячи складовою частиною в поняття фізичного вакууму і пануючи у Всесвіті, вона предстала базовим станом матерії в ньому. У такому середовищі, яке володіє надпотужною енергією, можуть протікати процеси народження матеріальної частини Всесвіту і відбуватися наступний її розвиток.

Наступною є проблема гравітаційного відштовхування. Ще у 1917р. А.Ейнштейн впритул зіткнувся з нею. Він допустив наявність сил гравітаційного відштовхування, дія яких поширюється на весь Всесвіт. Лише в кінці 20 ст. експеримент підтвердив існування в природі сил гравітаційного відштовхування [4]. Дві групи дослідників (США і Австралія) незалежно одна від одної виявили, що периферійні галактики рухаються не сповільнено, як очікувалося, а з прискоренням. Це дало можливість зробити висновок про наявність сил гравітаційного відштовхування, які слабо проявляють себе на малих відстанях, але суттєві саме на периферії (відстань порядку 1 мільярда світлових років).

Відкриття гравітаційного відштовхування має глобальне значення. Теоретики напряму пов'язують темну енергію з притаманним вакууму антигравітаційним відштовхуванням. Космологічна наука зіткнулася з ситуацією, яку не можна ігнорувати, але на сучасному рівні знань нема можливості її вирішити. До цього часу астрономія в основному вивчала матеріальну частину Всесвіту, основу якої складають три класи елементарних частинок: кварки, лептони і бозони. Але неочікувано з'ясувалося, що речовина це лише невелика частина Всесвіту (5%), а 95% - темна енергія, яка окрім гравітації нічим себе не проявляє. Властивості темної енергії такі, що дають підставу для віднесення її до тієї ж форми, до якої відноситься фізичний вакуум. Можливі і припущення, що темна енергія є частиною фізичного вакууму і вона неперервно пов'язана з властивостями вакууму антигравітаційними властивостями, тобто з силами гравітаційного відштовхування. Можливо, темна енергія бере участь не лише у створенні матеріального Всесвіту, але і у спостережуваних «катастрофічних» процесах, пов'язаних з виділенням надзвичайно величезної порції енергії (вибух наднових зірок, чорні діри, гамма-сплески). Наприклад, 22.03.2003р. у сузір'ї Лева зареєстрований надпотужний гамма-сплеск, який виявився яскравішим за сотні мільярдів Сонць. В енергетичному плані астрономи вважають, що це сама грандіозна подія після Великого Вибуху.

Термін «Всесвіт» набуває подвійного змісту. У загальному уявленні Всесвіт включає всі форми матерії, в тому числі і, можливо, ще не відкриті. Невеликим є матеріальний Всесвіт, який складається з атомарної речовини та випромінювання. Для матеріального Всесвіту справедлива існуюча парадигма розвиваючого Всесвіту. Але відсутня загальна космологічна парадигма, яка б поширювалася на Всесвіт у цілому, яку можна буде сформулювати лише після того, як зросте рівень розуміння останніх астрономічних відкриттів, а також появою нових, не менш значущих відкриттів.

Не обійшлося без сюрпризів і в мікросвіті. Експериментально і теоретично у квантовій теорії встановлено, що в нашій реальності присутні особливого типу стани, які не мають класичного аналогу, а тому і не сприйняті в рамках класичної фізики [1]. Такі стани отримали назву квантової заплутаності (quantum entanglement). Це неklasична взаємодія (кореляція) різних квантових об'єктів. Кореляція виникає в системі, яка складається із тісно взаємодіючих об'єктів, які зберігають свою взаємодію навіть після того, якщо вони просторово роз'єднуються на будь-які великі відстані. При цьому спостерігач, визначаючи

стан одного з об'єктів, знає і стан інших зв'язаних з ним об'єктів. Виникли уявлення про миттєву зміну станів усіх заплутаних систем незалежно від відстані між ними. Це суперечить класичному описанню реальності в теорії відносності, оскільки перенесення інформації між об'єктами зі швидкістю більшою за швидкість світла неможливе. Відома з цього приводу дискусія між А.Ейнштейном і М.Бором.

Проблема визначення механізму миттєвого перенесення виникаючих змін між заплутаними квантовими об'єктами залишається не вирішеною. Була висунута гіпотеза, що віддалені заплутані квантові об'єкти – це єдина система, у кожній частині якої міститься вся інформація про стан системи в цілому. Тому зміна стану однієї з частин викликає зміну системи в цілому, не вимагаючи при цьому перенесення інформації про зміни одного елемента для зміни станів інших елементів. Але з цим не погодились теоретики, оскільки такі міркування не впливають із самої теорії квантової механіки. Довести цю суперечність не вдається, оскільки сам механізм перенесення визначається поза межами квантової механіки.

У природі відомі чотири різновиди фундаментальних взаємодій між об'єктами, які вступають у контакт один з одним дистанційно без прямого зіткнення (гравітаційна, слабка, електромагнітна і сильна). Експериментально встановлено, що всі взаємодії поширюються зі швидкістю, меншою за швидкість світла. Миттєва взаємодія між віртуальними об'єктами квантової механіки постає як п'ята фундаментальна, яка здійснюється без необхідності перенесення інформації в класичному розумінні цього терміну. Це принципово новий тип взаємодії стверджує, що кожний заплутаний об'єкт зберігає повну інформацію про стан системи в цілому. Миттєва зміна відбувається у вигляді квантового стану системи без необхідності переносити потрібну інформацію між її частинами. І не має значення, мова йде про квантові об'єкти мікросвіту, чи квантові об'єкти макросвіту. Наука підходить до розуміння того, що Світобудова є надскладною енергетичною системою, що складається із ієрархії взаємопов'язаних підсистем. Квантова заплутаність вказує на існування механізму глобального взаємозв'язку у цьому Світі.

Розглянуті проблеми мають безпосереднє відношення до освітньої системи. Необхідне переорієнтування на швидке оперативне набуття нових динамічних знань і навиків. Цьому сприяє мисливець діяльність, спрямована на ґрунтовне обдумування і розумний вибір представлених рішень і суджень, тобто критичне мислення [3,6]. Використання проблемних питань, які здавалося б далекі від реального життя, є однією з складових для формування вмінь вибирати і синтезувати знання під результат.

#### Література

1. Доронин С.И. Квантовая магия. М.: ИГ «Весь», 2007, 336с.
2. Марченко О.Г. Формування критичного мислення школярів / О.Г. Марченко. – Харків:Вид.груп. «Основа»: «Тріада плюс», 2007. – 160с.
3. Пригожин И. Философия нестабильности. Вопросы философии, №2, 1991.
4. Ровинский Р.Е. Научные открытия меняют глобально мировоззрение. Вестник Дома ученых Хайфы, т. XIX, с 12 – 17, 2009.
5. Ровинский Р.Е. Синергетика и процессы развития сложных систем. Вопросы философии, №2, 2006.
6. Тягло О.В. Критичне мислення: Навчальний посібник / О.В.Тягло. – Х.:Вид. Вид.груп. «Основа», 2008. – 189с.
7. Черникова И.В. Современная наука и научное мышление в зеркале философской рефлексии. Вестник Московского университета . Серия 7. Философия, №6, с.94-103, 2004.

**Анотація.** Дається аналіз проблемних питань сучасної фізики, можливість перегляду ряду світоглядних положень та шляхи доведення їх до свідомості студентів та учнів.

**Ключові слова:** самоорганізація, науковий світогляд, Всесвіт, темна енергія, темна речовина, антигравітація, квантова заплутаність, критичне мислення.

**Abstract.** An analysis of the problematic issues of modern physics, the possibility of revising a number of world-viewpoints and ways of bringing them to the consciousness of students and students is given.

**Key words:** self-organization, scientific outlook, universe, dark energy, dark matter, antigravity, quantum confusion, critical thinking.

# Секційні доповіді

## Тематичний напрям

Дослідження в галузі  
теплофізики дисперсних  
і полімерних матеріалів

## Секція I

**Авраменко Т.Г.**,  
кандидат фізико-математичних наук,  
молодший науковий співробітник,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна  
**Волкова Т.В.**,  
провідний інженер-електронік,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна  
**Іваненко К.О.**,  
кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна  
**Рево С.Л.**,  
д. ф.-м.н., професор,  
завідувач НДЛ „Фізика металів та кераміки”,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна  
e-mail: revo@univ.kiev.ua

## **ВПЛИВ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК НА СТРУКТУРУ І МЕХАНІЧНУ ПОВЕДІНКУ ПОЛІЕТИЛЕНУ**

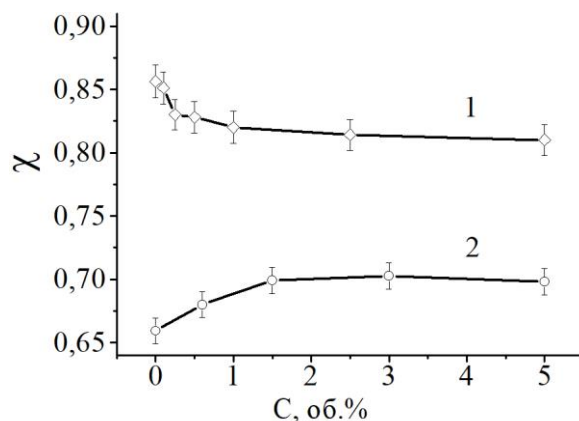
Одним з найбільш важливих завдань приладобудування є створення надійних і експлуатаційно стійких деталей та елементів конструкцій. Це питання може бути успішно вирішене із застосуванням матеріалів з високими та стабільними фізико-механічними, електрофізичними та хімічними характеристиками. Саме тому на сьогодні актуальним є формування та забезпечення науково обґрунтованих засад одержання наноконпозиційних матеріалів (НКМ), що у порівнянні з традиційними будуть легші, міцніші, стійкіші до зовнішнього впливу і володітимуть кращими властивостями для їх впровадження у виробництво [2, 3, 4].

Науковий інтерес щодо створення та дослідження нових НКМ на основі полімерів та карбону пов'язаний із суттєвим розширенням сфер використання цих матеріалів. Це стосується і поліетиленів (ПЕ)- термопластичних полімерів, одним з основних недоліків яких, окрім низької теплопровідності та стійкості до ультрафіолетового випромінювання, є текучість, яка починається при незначних відносних деформаціях та, відповідно, висока схильність до деформації при тривалій дії статичних навантажень. При використанні нанорозмірних наповнювачів зазначені недоліки можна частково усунути, або ж отримати матеріали з новими покращеними характеристиками. Так, наприклад, використовуючи в якості наповнювача вуглецеві нанотрубки (ВНТ), що мають високу питому міцність, можна покращити міцність та отримати електропровідний НКМ при концентраціях ВНТ, що перевищують поріг перколяції [1].

Для створення зразків НКМ було обрано поліетилен високого тиску та багатостінні вуглецеві нанотрубки (БВНТ). Поліетилен високого тиску є вологостійким матеріалом, який не піддається корозії і є досить цінодоступною сировиною. Серед усіх видів поліетилену, цей матеріал має найбільш високі фізико-хімічні показники. БВНТ були отримані CVD-методом в реакторі, що обертається. Концентрацію нанотрубок в НКМ змінювали в межах від 0,3 до 5 об.%. Порошкові суміші із ПЕ та ВНТ перемішували механічним методом в барабанній мішалці. Для виготовлення зразків НКМ використовували спеціальну вакуумну пресформу з фільтрою, що дозволяє екструдувати розплавлену суміш. Структурні характеристики зразків

визначали, використовуючи дифрактограми, отримані на автоматизованому дифрактометрі ДРОН-4М, з використанням  $\text{CuK}\alpha$  випромінювання (0,154 нм). Вимірювання амплітудних залежностей внутрішнього тертя (АЗВТ) проводили методом оберненого крутильного маятника.

Дифракційні дослідження показують, що ПЕ має аморфно-кристалічну структуру. За характеристику ступеню кристалічності було обрано співвідношення інтегральних інтенсивностей Брегівських піків, що відповідають кристалічній фазі до площі під ними та площі під гало, що утворюється через присутність у полімерній матриці аморфної фази. Величина ступеню кристалічності не показує фактичний вміст концентрації кристалічної фази, але опосередковано пов'язана з її вмістом у матеріалі. На рис. 1 наведені залежності ступеню кристалічності матриці ( $\chi$ ) НКМ від концентрації вуглецевого компоненту.



**Рис. 1.** Залежності ступеню кристалічності ПЕ від концентрації ВНТ для зразків НКМ ПЕ-БВНТ, отриманих методом гарячого вакуумного спікання (1) та екструзії (2)

Концентраційна поведінка ступеню кристалічності обумовлена як впливом БВНТ на процеси формування кристалічної структури при виготовленні композиційного матеріалу так і умовами його виготовлення.

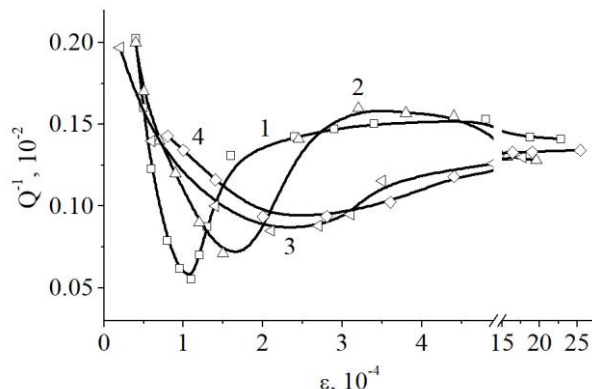
У випадку НКМ ПЕ – БВНТ, що виготовляли методом вакуумного спікання під тиском 20 МПа, ступінь кристалічності монотонно спадає зі зростанням концентрації БВНТ. Так для чистого поліетилену ступінь кристалічності становить 86%. Збільшення вмісту вуглецевого компоненту у композиції до 5 об.% зумовлює зменшення ступеню кристалічності до 80 %. Тобто, вуглецевий наповнювач заважає утворенню впорядкованої глобулярно-ламельарної структури матриці.

Для НКМ ПЕ – БВНТ, виготовлених методом екструзії, ступінь кристалічності матриці значно зменшується і спостерігається інший ефект впливу концентрації нанотрубок на ступінь кристалічності. Зі збільшенням вмісту вуглецевого наповнювача, значення  $\chi$  збільшується. В даному випадку вуглецевий компонент виступає каталізатором утворення кристалітів.

Механізм структурування полімерної матриці полягає у тому, що при охолодженні композиції, під час твердіння поліетиленового розплаву частинки БВНТ виступають у ролі центрів зародкоутворення кристалічної фази. Але при цьому на розміри кристалічних утворень сильно впливає швидкість охолодження полімеру та температура розплаву в процесі отримання. При екструзуванні швидкість охолодження вища, утворюються дрібнокристалічні структури, а так як часу на перегрупування молекул не достатньо, то кристалізація закінчується в проміжній фазі.

На рис. 2 представлено АЗВТ для зразків чистого ПЕ (1) і для НКМ ПЕ-ВНТ з різною концентрацією ВНТ (криві 2-4). Як видно із наведеного рисунку, АЗВТ в області відносних деформацій  $\varepsilon = (0,5...2)10^{-4}$  мають мінімум. Наявність цих мінімумів вказує на те, що в певний момент навантаження НКМ відбуваються взаємодія між структурними елементами НКМ, яка менш виражена при деформаціях порядку  $\varepsilon = 10^{-5}$  та на більших деформаціях

порядку  $\varepsilon = (3..20) \cdot 10^{-4}$ . При збільшенні концентрації ВНТ глибина мінімумів плавно зменшується. До 3 об.% БВНТ в НКМ спостерігається більш стрімкий спад, ніж при більших концентраціях. Зі збільшенням концентрації наповнювача положення мінімуму на АЗВТ зміщується в сторону більших значень відносних деформацій.



**Рис. 2.** Амплітудні залежності внутрішнього тертя для вихідних зразків ПЕ (1), для зразків ПЕ і для НКМ ПЕ-ВНТ з об'ємною концентрацією ВНТ в НКМ ПЕ-ВНТ  $C(\text{об.}\%) = 0,6$  (2); 1,5 (3); 5 (4).

Таким чином, в процесі скручувальної деформації зразків як чистого, так і наповненого нанотрубками ПЕ, при концентраціях ВНТ менших 4 об%, вже при відносних деформаціях  $\varepsilon \approx (0,5..5) \cdot 10^{-4}$  проходить перебудова їх структури, яка супроводжується закріпленням молекулярних сегментів ПЕ на визначених етапах деформації (до  $\varepsilon = \varepsilon_m$ ) за рахунок їх взаємодії і подальшим вивільненням при  $\varepsilon > \varepsilon_m$ . При цьому зміни сумарної площі, яка замітається при крутильних коливаннях зразків молекулярними сегментами, зумовлюють формування мінімуму на АЗВТ. Виготовлення НКМ при додаванні ВНТ в ПЕ обумовлює структурування поліетиленової матриці і відносну стабілізацію сегментальної рухливості ланок молекулярного ланцюга ПЕ і, відповідно, величини внутрішнього тертя.

### Література

1. Du J, Zhao L, Zeng Y, Zhang L, Li F, Liu P, Liu C. Comparison of electrical properties between multi-walled carbon nanotube and graphene nanosheet/high density polyethylene composites with a segregated network structure. *J. Carbon*. 2011; 49:1094–1100; doi:10.1016/j.carbon.2010.11.013
2. Müller K, Bugnicourt E, Latorre M, Jorda M, Echegoyen Sanz Y, Lagaron J M, et al. Review on the Processing and Properties of Polymer Nanocomposites and Nanocoatings and Their Applications in the Packaging, Automotive and Solar Energy Fields, *J. Nanomaterials*. 2017; 7: 74; doi:10.3390/nano7040074
3. Sabet M, Soleimani H. Mechanical and electrical properties of low density polyethylene filled with carbon nanotubes. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2014; 64: 012001; doi:10.1088/1757-899X/64/1/012001
4. Wang J, Chowdhury S, Wu D, Bohnstedt B, Liu Y et al. Carbon Nanotube Enhanced Shape Memory Polymer Nanocomposites for Development of Biomedical Devices. *J Nanomed Res*. 2017; doi: 10.15406/jnmr.2017.06.00141

#### Рево С. Л. Вплив вуглецевих нанотрубок на структуру і механічну поведінку поліетилену.

**Анотація.** Метою даного дослідження є вивчення структури наноконпозиційних матеріалів (НКМ) поліетилен -(ПЕ) багатопарові вуглецеві нанотрубки (БВНТ). Результати рентгенівських досліджень показали, що зі збільшенням концентрації БВНТ кристалічність екструдованої композиційної матриці зростає у порівнянні з чистим ПЕ. Використання в якості наповнювача БВНТ в НКМ на основі ПЕ викликає структурування матриці та відносну стабілізацію сегментарної рухливості молекулярних ланцюгів.

**Ключові слова:** наноконпозиційний матеріал, поліетилен, вуглецеві нанотрубки, кристалічність, внутрішнє тертя.

#### Revo S. L. Effect of carbon nanotubes on the structure and mechanical behavior of polyethylene.

**Abstract.** The aim of this research is the study of structure of polyethylene (PE)-multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) nanocomposite materials (NCM). The results of X-ray experiments showed an increase in crystallinity of the extruded composite matrix in comparison to pure PE due to the increase in MWCNTs content. The NCM on the base of PE with MWCNTs causes the structuring of the matrix and the relative stabilization of the segmental mobility of the molecular chain.

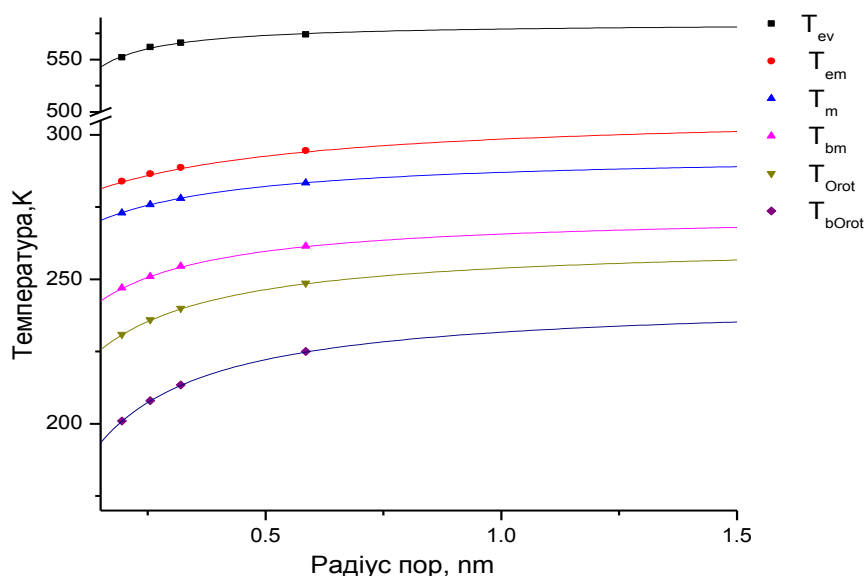
**Key words:** nanocomposite material, polyethylene, multiwall carbon nanotubes, crystallinity, internal friction.



**Алексєєв О.М.**,  
зав.НДЛ., с.н.с., к.ф.-м.н.,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
**Лазаренко М.В.**,  
доц., к.ф.-м.н.,  
Київський національний університет харчових технологій,  
**Дінжос Р.В.**,  
доц., к.ф.-м.н.,  
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського,  
**Лазаренко Т.К.**,  
вчитель методист,  
Ірпінська вечірня загальноосвітня школа II-III ступенів,  
**Гнатюк К.І.**,  
Студент,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
**Лазаренко М.М.**,  
асист., к.ф.-м.н.,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
maxs@univ.kiev.ua

### ВПЛИВ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ НА ТЕМПЕРАТУРИ ТА ТЕПЛОТИ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ В 1-ОКТАДЕЦЕНІ

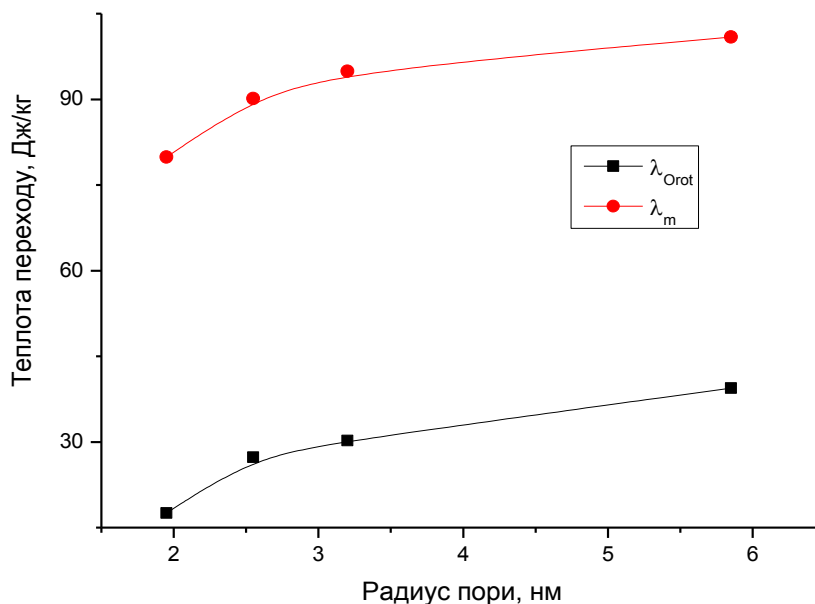
У зв'язку з розвитком різноманітних напрямків в галузі нанотехнологій останнім часом значно виріс інтерес до фізичних досліджень наноструктурованих матеріалів: малих частинок та нанопорошків, тонких плівок, нанокомпозитів. Зокрема, велику увагу приділяють дослідженням властивостей речовин, що введені в пористі матриці з розміром пор від одиниць до сотень нанометрів. Було показано, що умови обмеженої геометрії можуть призводити до формування в порах кристалічних модифікацій, що відрізняються від об'ємних, помітно впливати на атомну та молекулярну рухливість у рідинах, зміщувати температури фазових переходів, а в низці випадків змінювати їх характер. Яскравим прикладом є вплив обмеженої геометрії на процеси плавлення та кристалізації. Тому метою нашої роботи було вивчення впливу матриці з пористого кремнезему SiO<sub>2</sub> (силікагелю) з різним розміром пор на характеристики фазових перетворень в 1-октадецені.



**Рис.1.** Залежності характеристичних температур фазових переходів від розміру пор. ( $T_{bOrot}$  – температура початку та  $T_{Orot}$  – температура фазового переходу з  $Or_{crys}$  до  $Or_{rot}$ ;  $T_{bm}$  – температура початку,  $T_m$  – температура фазового переходу та  $T_{em}$  – температура кінця фазового переходу з орторомбічної-кристалічної фази до розплаву,  $T_{ev}$  – температура випаровування).

Для даного експерименту були обрані зразки силікагелів з різними розмірами пор, а саме КСК – 2.5,  $SiO_2$  УСТ, КСС – 4, КСМ – 6с з радіусами 5,85, 3.2, 2,55 та 1,95 нм.

Отримувались температурні залежності питомої теплоємності для досліджуваних зразків. З даних залежностей визначались характеристичні температури та теплоти фазових переходів (рис.1, 2).



**Рис.2.** Залежності питомої теплоти переходів від розміру пор.

З проведених досліджень для зразків силікагелів з гідроксильованою поверхнею показано, що характеристичні температури та питомі теплоти фазових перетворень зменшуються зі зменшенням розмірів пор. Запропоновані моделі впливу обмеженого простору на параметри фазових перетворень.

**Лазаренко М.В., Алексєєв О.М., Лазаренко М.М., Дінжос Р.В., Лазаренко Т.К., Гнатюк К.І. Вплив обмеженого простору на температури та теплоти фазових переходів в 1-октадецені.**

**Анотація.** Умови обмеженого простору можуть призводити до формування в порах кристалічних модифікацій, що відрізняються від об'ємних, помітно впливати на атомну та молекулярну рухливість у рідинах, зміщувати температури фазових переходів, а в низці випадків змінювати їх характер. Дана робота присвячена дослідженню впливу обмеженого простору на характеристики фазових переходів в 1-октадецені.

**Ключові слова:** Обмежений простір, фазові перетворення.

**Lazarenko M.V., Alekseev O. M., Lazarenko M.M, Dinzhos R.V, Lazarenko T. K., Hnatiuk K.I. Influence of limited space on the temperature and heat of phase transitions in 1-octadecene.**

**Abstract.** The conditions of the limited space can lead to the formation in pores of crystalline modifications that differ from the volume, to significantly affect the atomic and molecular mobility of the liquids, to shift the temperature of phase transitions, and in a number of cases, to change their character. This work is devoted to the study of the influence of limited space on the characteristics of phase transitions in 1-octadecene.

**Key words:** Limited space, phase transformations.

**Воробець Л.М.,**  
магістрант,  
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
**Науковий керівник – Коцюбинський В.О.,**  
професор, доктор фізико-математичних наук,  
професор кафедри матеріалознавства та новітніх технологій,  
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,  
м. Івано-Франківськ, Україна,  
lubomir\_vorobets@ukr.net

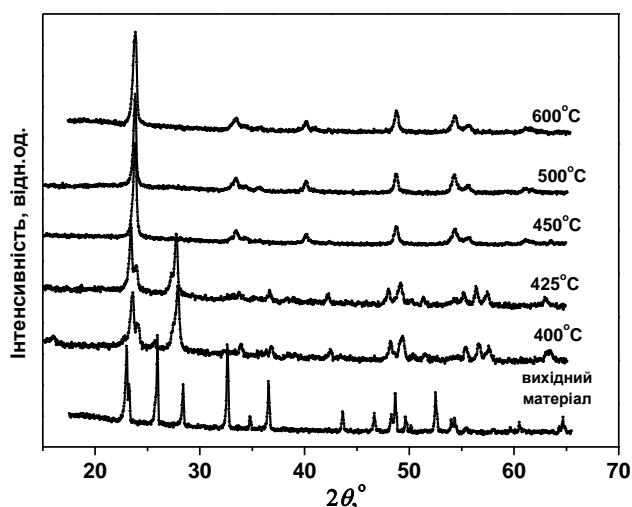
## ФАЗОВІ ПЕРЕХОДИ УЛЬТРАДИСПЕРСНИХ ФТОРИДІВ ЗАЛІЗА

Матеріали, які зберігають стабільний фазовий стан навіть при високому ступені дефектності є основою для нових хімічних джерел струму. На сьогодні серед перспективних катодних матеріалів для літєвих джерел струму високої потужності можна виділити ультрадисперсні фториди перехідних металів, зокрема фториди заліза [1]. Збільшення питомих енергетичних параметрів таких систем вимагає комплексного вивчення взаємозв'язків між умовами їх отримання та структурно-морфологічними характеристиками [2]. В нашій роботі досліджувалися фізико-хімічні властивості фторидів заліза різного ступеня гідратації, зокрема формування їх кристалічної та магнітної мікроструктур.

Ультрадисперсний  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  отримувався методом стадійного термічного відпалу у різних атмосферах (повітря, аргон, продукти розкладу). Стадії процесу: попередня дегідратація при температурі  $150^\circ\text{C}$  на протязі 2 годин з наступним підняттям температури до вибраного значення та відпал впродовж 2 годин при температурі 150, 200, 250, 300, 350, 400, 425, 450 та  $500^\circ\text{C}$ .

Дериватографічний аналіз термічного розкладу  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  в потоці аргону виявив різку втрату маси в температурному інтервалі  $115\text{-}225^\circ\text{C}$  з максимумом при  $170^\circ\text{C}$ . Спостережувані ефекти відповідають фазовому переходу  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$  із втратою гідратованої води (2,67  $\text{H}_2\text{O}$  на формульну одиницю  $\text{FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), причому очікуване зменшення маси 28,8 % відповідає експериментальному значенню 30 %.

Встановлено, що термічний розклад  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  при безперервному нагріві зі швидкістю зміни температури  $5^\circ\text{C}/\text{хв}$  в усіх використаних атмосферах відпалу спричиняє інтенсивну дегідратацію вихідної фази в діапазоні температур  $\approx 115\text{-}225^\circ\text{C}$ . Згідно результатів рентгенофазового аналізу та месбауерівської спектроскопії проб відібраних при температурах 400, 425, 450, 500 та  $600^\circ\text{C}$ , (рис. 1) має місце одночасний перебіг фазових переходів:  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3$ ;  $\text{НТВ-FeF}_3 \rightarrow \text{r-FeF}_3$ ;  $\text{r-FeF}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ . Для випадку відпалу в атмосфері аргону має місце паралельний перебіг фазового перетворення  $\text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3$  і остаточний розклад  $\text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$  завершується тільки при досягненні температури відпалу  $450^\circ\text{C}$ . Результатом дегідратації кристалогідрату  $\text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$  (просторова група симетрії  $\text{Cmcm}$ , структурний аналог вольфрамової бронзи НТВ) є формування  $\text{НТВ-FeF}_3$  без зміни кристалічної структури та її параметрів. Фаза  $\text{НТВ-FeF}_3$  є метастабільною і необоротно перетворюється в ромбоєдричний  $\text{r-FeF}_3$  (просторова група симетрії  $\text{R-3cR}$ ).



**Рис. 1.** Дифрактограми  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  та продуктів його розкладу при різних температурах

Застосування месбауерівської спектроскопії дозволило уточнити фазовий склад матеріалів, частина яких перебуває в рентгеноаморфному стані (рис. 2). Для всіх атмосфер відпалу (повітря, аргон, продукти розкладу) у месбауерівському спектрі чітко виділяються два зееманівських секстети, які відповідають ядрам  $\text{Fe}^{57}$  з двома типами ближнього оточення – центральна кристалічна частина частинок та їх порушений поверхневий шар. На основі співставлення результатів рентгенофазового аналізу та месбауерівської спектроскопії встановлено, що застосований спосіб термообробки дозволяє стабілізувати процес розкладу фази  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  та відкриває можливість частково розділити фазові переходи  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3$ ,  $\text{НТВ-FeF}_3 \rightarrow \text{r-FeF}_3$  по температурній шкалі. При застосуванні атмосфери продуктів розкладу надлишковий парціальний тиск водяних парів, який виникає при цьому, запобігає інтенсивній дегідратації фази  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , спричиняє фазовий перехід  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$  при температурі 145-150°C та зумовлює стабільне існування фази  $\text{НТВ-FeF}_3 \cdot 0,33\text{H}_2\text{O}$  при подальшому нагріві до 250°C. При термічному розкладі на повітрі головну роль відіграє процес пірогідролізу, який розпочинається при температурах вищих 300°C, і є визначальним починаючи із температури відпалу 425°C, за якої матеріал повністю перетворюється на монофазний гематит. При відпалі в потоці аргону за температури 400°C фаза  $\text{r-FeF}_3$  перебуває у суперпарамагнітному стані, оскільки середній розмір частинок становить 13-14 нм. При піднятті температури 2 стадії відпалу до 425°C зафіксовано перехід “суперпарамагнітний стан – магнітовпорядкований стан” для фази  $\text{r-FeF}_3$  внаслідок різкого зростання середніх розмірів ОКР до 25 нм.

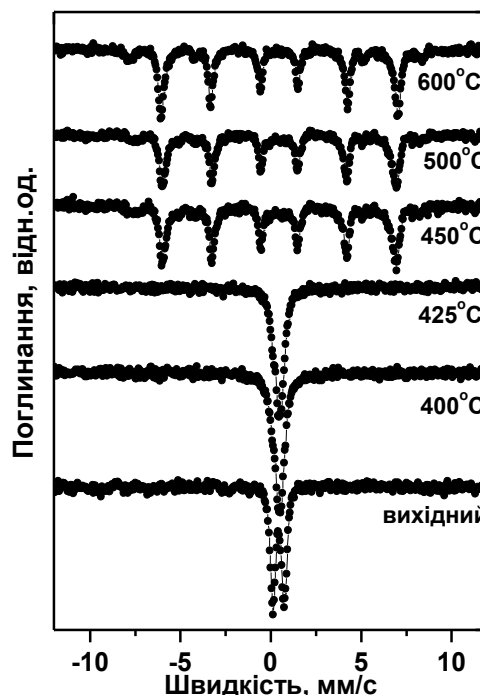


Рис. 2. Месбауерівські спектри вихідного матеріалу і продуктів його дегідратації в потоці аргону

#### Література

1. Reversible Three-Electron Redox Behaviors of  $\text{FeF}_3$  Nanocrystals as High-Capacity Cathode-Active Materials for Li-Ion Batteries / [T. Li, L. Li, Yu L. Cao et al.] // J. Phys. Chem. – 2010. - V. 114. - P. 3190-3195.
2. Коцюбинський В.О. Гідратовані форми фториду заліза: синтез, магнітна мікроструктура та її зміни при інтеркаляції іонів літію  $\text{Li}^+$  / [В.О. Коцюбинський, В.В. Мокляк, П.І. Колковський, В.Л. Челядин, А.Б. Груб'як, М.В. Вишиванюк, С.О. Юрі'єв, Аль-Саєді Абдул Халек Заміл] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2011.– Т. 12, № 4. – С. 888-893.

#### Воробець Л.М. Фазові переходи ультрадисперсних фторидів заліза.

**Анотація.** В роботі проаналізовано процес дегідратації  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  в умовах стадійного термічного відпалу у різних атмосферах (повітря, аргон, продукти розкладу). Вивчено кристалічну та магніту структури фаз, що утворюються при цьому. Встановлено основні закономірності впливу умов синтезу на особливості структурних та морфологічних характеристик ультрадисперсних фторидів заліза.

**Ключові слова:** дегідратація, термічний відпал, кристалічна структура, фаза, синтез, фториди заліза.

#### Vorobets Liubomyr Mykhailovych. Phase transitions fluoride ultrafine iron.

**Abstract.** The paper deals with the process of dehydration  $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  under the conditions of staged thermal annealing in different atmospheres, such as air, argon, and of decomposition products. The formed crystalline and magnet structures of phases have been studied. The basic regularities of the influence of the conditions of synthesis on the peculiarities of structural and morphological characteristics of ultrafine iron fluorides have been established.

**Key words:** dehydration, thermal annealing, crystalline structure, phase, synthesis, iron fluorides.

**Дінжос Р. В.,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри фізики та математики,  
Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського,  
м. Миколаїв, Україна,  
dinzhosrv@gmail.com

**Фіалко Н. М.,**  
чл.-кор. НАН України, доктор технічних наук, професор,  
зав. відділом теплофізики енергоефективних технологій,  
Інститут технічної теплофізики НАН України,  
м. Київ, Україна,  
nmfialko@ukr.net

**Махровський В. М.,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри фізики та математики,  
Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського,  
м. Миколаїв, Україна,  
dinzhosrv@gmail.com

**Меранова Н. О.,**  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
провідний науковий співробітник відділу теплофізики енергоефективних технологій,  
Інститут технічної теплофізики НАН України,  
м. Київ, Україна,  
nmfialko@ukr.net

## ОСОБЛИВОСТІ ЕНТАЛЬПІЙНОЇ РЕЛАКСАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ З АНІЗОМЕТРИЧНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

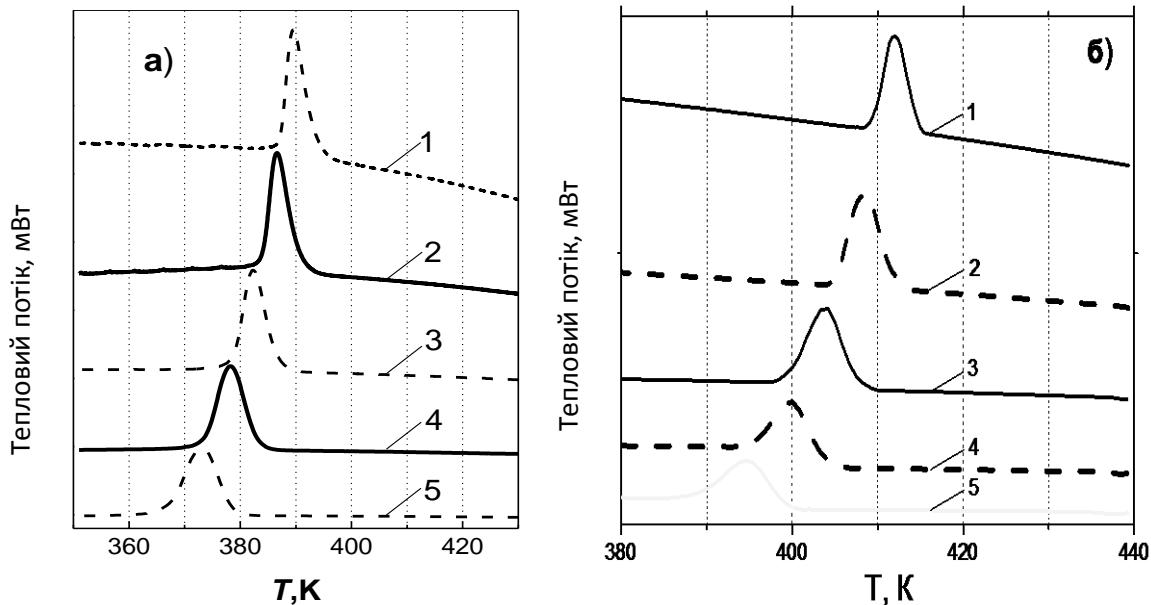
Дана робота присвячена експериментальному і розрахунковому дослідженню закономірностей впливу швидкості охолодження з розплаву композиту з матрицею поліпропілену і нанонаповнювача вуглецевих нанотрубок на його структуру і теплофізичні властивості в склоподібному стані.

Зупинимося спочатку на розгляді результатів експериментальних і розрахункових досліджень, що стосуються процесу нуклеації кристалів. На рис. 1. наведені експериментальні екзотерми кристалізації для поліпропілену (ПП-0) і композиту на основі поліпропілену з масовим вмістом наповненням ВНТ, рівним 20% (ПП-20). Хоча загальний вигляд термограм виявився подібним, але максимумами характеристичних піків зміщені по осі температур і відрізняються за амплітудою. Як видно з рис., значення температур початку кристалізації  $T_N$  і температур  $T_{max}$ , що відповідають максимальній швидкості кристалізації, зменшується з ростом швидкості охолодження. Температуру закінчення процесу кристалізації  $T_F$  визначали, як точку повернення термограми на базову лінію. Питому ентальпію кристалізації  $H_k$  визначали як площа піку, обмеженого температурами  $T_N$  і  $T_F$  (таблиця 1).

**Табл. 1.** Характеристичні параметри процесу кристалоутворення

Образец	$T_N$	$T_{max}$	$H_{к.,Дж/г}$	Образец	$T_N$	$T_{max}$	$H_{к.,Дж/г}$
$\nu_t^- = 1 \text{ К/хв}$				$\nu_t^- = 20 \text{ К/хв}$			
ПП	398,0	390,8	122,3	ПП	380,0	372,0	117,4
ПП-0,5	402,5	400,0	74,2	ПП-0,5	392,3	387,8	71,6

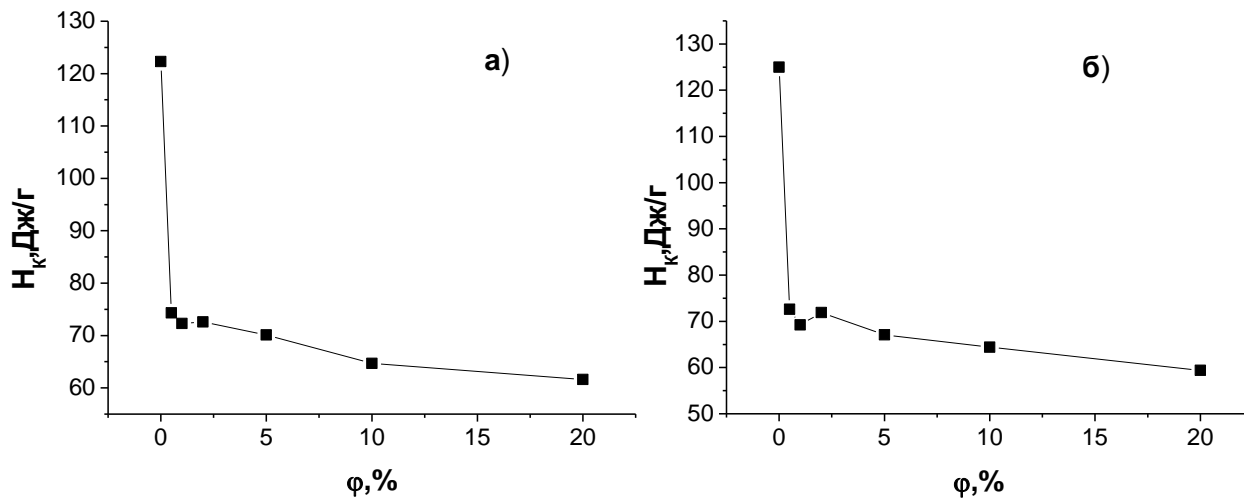
Образец	$T_N$	$T_{max}$	$H_{к, Дж/г}$	Образец	$T_N$	$T_{max}$	$H_{к, Дж/г}$
ПП-1	398,3	395,8	72,3	ПП-1	387,4	382,4	68,5
ПП-2	400,0	397,5	72,6	ПП-2	388,2	382,4	64,4
ПП-5	402,5	400,0	70,1	ПП-5	392,3	386,5	65,6
ПП-10	402,5	399,2	64,7	ПП-10	391,9	385,7	64,1
ПП-20	414,7	411,3	61,6	ПП-20	401,1	394,5	52,3



**Рис. 1.** Екзотерми кристалізації для ПП-0 (а) і ПП-20 (б) для різних значеннях швидкостей охолодження: 1 –  $v_t^- = 1$ ; 2 –  $v_t^- = 2$ ; 3 –  $v_t^- = 5$ ; 4 –  $v_t^- = 10$ ; 5 –  $v_t^- = 20$  К/хв.

З таблиці 1 і рис.2. видно, що значення температур початку кристалізації  $T_N$  і температур  $T_{max}$ , що відповідають максимальній швидкості кристалізації, збільшуються з ростом процентного вмісту ВНТ (рис. 2). Вуглецеві нанотрубки мають позитивний вплив на процес кристалізації. Зі збільшенням процентного вмісту ВНТ, які мають велику поверхневу енергію, процес нуклеації кристалів поліпропілену починається при більш високій температурі. Ці результати підтверджують, що додавання малої кількості нанотрубок (0,5%) покращує процес зародкоутворення ПП. При  $\phi = 1\%$ , (рис.2) на графіку спостерігається екстремум. Це пов'язано з тим, що до моменту утворення «критичної» структури питома поверхнева енергія ВНТ зростала (тобто різко зменшувалася ентальпія кристалізації), а при подальшому збільшенні вмісту ВНТ відбувається процес налипання ВНТ і тим самим зменшується поверхнева енергія ВНТ.

У даній роботі показано, що частинки ВНТ є активними нуклеаційними агентами для кристалізації ПП. При охолодженні НК з розплаву, завдяки своїй високій теплопровідності ВНТ, на їх поверхні виникає локальне переохолодження, що призводить до зростання швидкості кристалізації. Кристалізація нанокомпозитів відбувається за механізмом натягнутої матриці.



**Рис. 2.** Залежність ентальпії кристалізації від процентного вмісту вуглецевих нанотрубок в поліпропілені при швидкості охолодження :  
 а)  $\nu_t^- = 1 \text{ K/хв}$ ; б)  $\nu_t^- = 5 \text{ K/хв}$ .

#### Література

1. Wunderlich B. // Crystal Melting (Macromolecular Physics, vol. 3) / Academic Press, New York. – 1980. – 648 p.
2. Privalko V.P., Kawai T., Lipatov Yu.S. // Crystallization of filled nylon 6. III. Non-isothermal crystallization / Colloid & Polymer Sci. / 1979. – V.257. – P. 1042-1048.

**Дінжос Роман Володимирович.** Особливості ентальпійної релаксації полімерних нанокомпозитів з анізотричними наповнювачами.

**Анотація.** Представлены результаты экспериментальных и расчетных исследований объемного расширения и теплопроводности изотактического полипропилена (ПП-0) и нанокомпозитов, которые содержат 0,5 (ПП-0,5); 1 (ПП-1); 2 (ПП-2); 5 (ПП-5); 10 (ПП-10); 20 (ПП-20) мас.% углеродных нанотрубок. Выполнен анализ термодинамических параметров в зависимости от процентного содержания углеродных нанотрубок. Изучены особенности влияния структуры полимерных нанокомпозитов на их теплофизические свойства.

**Ключевые слова:** полімерні нанокомпозити, кінетика неізотермічної кристалізації, вуглецеві нанотрубки.

**Dinzhos Roman.** Features of enthalpy relaxation of polymeric nanocomposites with anisometric inflammatories

**Abstract.** The results of experimental and calculated studies of volumetric expansion and thermal conductivity of isotactic polypropylene (PP-0) and nanocomposites containing 0,5 (PP-0,5); 1 (PP-1); 2 (PP-2); 5 (PP-5); 10 (PP-10); 20 (PP-20) % of carbon nanotubes. The analysis of thermodynamic parameters is performed depending on the percentage of carbon nanotubes. The features of the influence of the structure of polymeric nanocomposites on their thermophysical properties are studied.

**Keywords:** polymer nanocomposites, kinetics of nonisothermal crystallization, carbon nanotubes.

**Єфименко В.В.,**  
кандидат педагогічних наук,  
Національний педагогічний  
університет імені М.П. Драгоманова

## **МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ МАГІСТРІВ У ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

Розвиток науки і техніки, використання інформаційно-комунікаційних технологій у всіх сферах людської діяльності вимагають формування у випускників навчальних закладів не тільки наявності певних знань, умінь і навичок, що складають фахову основу спеціальності, а й формування професійно значущих якостей і здібностей особистості [1].

Дослідженню питань впровадження новітніх технологій навчання в систему освіти присвячені праці багатьох українських науковців: О.М. Гончарова, Ю.В. Горошко, М.І. Жалдак, Т.П. Кобильник, О.В. Овчарук, Ю.В. Лозовецька, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, Є.М. Смирнова-Трибульська, О.М. Спирін, Ю.В. Триус.

Останнім часом дослідження питань впровадження новітніх технологій навчання в навчальний процес значно активізувалися. Все більше педагогів-дослідників та освітян-практиків звертаються до ідей використання новітніх технологій навчання як одного з провідних напрямів вдосконалення національної системи освіти.

Метою навчання дисципліни „Математична інформатика” для студентів–магістрів є систематизація та удосконалення сформованих знань, вмінь та навичок з теоретичних основ інформатики, що необхідні для їх подальшої професійної діяльності, для розширення і поглиблення теоретичної підготовки з інформатики, для формування елементів інформатичної, математичної і загальної культури учнів середніх навчальних закладів, інтенсифікації пізнавальної діяльності, надання навчальній діяльності дослідницького, творчого характеру. Для досягнення мети навчання курсу “Математична інформатика” в магістратурі потрібно розв’язати такі завдання:

- систематизація знань з теоретичних основ інформатики у загальній і професійній освіті, з’ясувати психолого-педагогічні аспекти засвоєння предмета, взаємозв’язки курсу математичної інформатики з іншими навчальними предметами, зокрема, з інформатикою, алгеброю, математичною логікою та теорією алгоритмів, із шкільними курсами інформатики, математики, показати практичну значимість знань з математичної інформатики, їх застосовність до розв’язування різноманітних гуманітарних та технічних проблем суспільства;

- забезпечити ґрунтовне вивчення студентами понять і методів математичної інформатики, які можуть бути використані ними під час навчання окремих тем шкільного курсу інформатики й математики, проведенні факультативних занять у середніх навчальних закладах;

- сформувані у студентів достатні знання, вміння й навички, необхідні для проведення навчально-виховної роботи в процесі навчання різних розділів шкільних курсів інформатики, математики, факультативних курсів, інших форм позаурочної роботи з учнями з використанням ІКТ;

- виховати у майбутніх вчителів творчий підхід до розв’язування проблем навчання інформатики і математики, зокрема, з використанням ІКТ, сформувані знання, вміння і навички, необхідні для самостійного аналізу навчального процесу, розвинути здатність і відчуття необхідності постійної самоосвіти і самоудосконалення, формування інформатичної, математичної і загальної культури учнів, активізації їх пізнавальної діяльності, творчої активності, надання навчальній діяльності дослідницького, творчого характеру, самостійного пошуку нових знань.

Отже, *компетентності майбутніх учителів інформатики у галузі математичної інформатики* – це обізнаність, тобто знання, уміння, навички, досвід практичної діяльності, володіння якими необхідне для забезпечення здатності фахівця:



- розв'язувати професійні, загальнонаукові, загальнокультурні та інші проблеми;
- використовувати засоби інформаційно-комунікаційних технологій, пов'язані з математичною діяльністю;
- використовувати математичні пакети для розв'язування прикладних задач;
- досліджувати, інтерпретувати отримані результати, аналізувати та оцінювати їх;
- добирати сучасні математичні програми для розв'язування прикладних задач;
- застосовувати системи комп'ютерної математики у майбутній професійно-педагогічній діяльності;
- розуміти сутність інформаційного та математичного моделювання.

Напрямами набуття компетентностей з комп'ютерної математики майбутніми учителями інформатики є:

- постановка та розв'язування конкретних прикладних задач з використанням засобів інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема систем комп'ютерної математики;
- інформаційне та математичне моделювання прикладних задач;
- здійснення навчальних досліджень з використанням систем комп'ютерної математики;
- самостійне оволодіння навичками роботи з новими інформаційно-комунікаційними технологіями для розв'язування математичних задач.

Орієнтація на використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання комп'ютерної математики у педагогічному університеті сприяє формуванню у майбутніх учителів інформатики не тільки предметних компетентностей з математичної інформатики, а й формуванню компонентів системи професійних (педагогічних) і загальнокультурних компетентностей в цілому.

Знання, покладені в основу навчання математичної інформатики, повинні служити розвитку творчого потенціалу студента в найширшому розумінні цього слова, а саме:

- системного наукового мислення;
- конструктивного образного мислення;
- уяви;
- просторового мислення;
- асоціативного мислення;
- пам'яті;
- варіативного мислення.

Отже, вивчення математичної інформатики сприятиме формуванню у студентів наукового світобачення, теоретичного мислення, що є ознакою фундаментальності професійної освіти, критерієм ефективності навчального процесу та системи розвивального навчання в педагогічному університеті.

#### **Література**

1. Кобильник Т.П. Методична система навчання математичної інформатики у педагогічному університеті: дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / Тарас Петрович Кобильник; НПУ ім. М.П. Драгоманова. – К., 2009. – 256 с.
2. Кузьміна Н.М. Компетентнісний підхід до навчання інформаційних систем і технологій майбутніх учителів економіки/ Н.М. Кузьміна, О.В. Струтинська// Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць. Випуск 9. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2011. – С. 56-62.
3. Яшанов С. М. Теоретико-методичні засади системи інформатичної підготовки майбутніх учителів трудового навчання: Дис. д. п. н //М. П. Драгоманова. – 2010. – Т. 529.

#### **Єфименко В.В. Методична система навчання математичної інформатики магістрів у педагогічному університеті.**

**Анотація:** У статті розглядається методична система навчання математичної інформатики майбутніх учителів інформатики. Розглядаються етапи формування компетентностей студентів у галузі математичної інформатики, а також напрями їх набуття.

**Ключові слова:** математична інформатика, методична система, підготовка майбутніх учителів інформатики.

**Копитко А.І.**,  
студент  
**Науковий керівник – Думенко В.П.**,  
кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри фізики  
і методики навчання фізики, астрономії,  
Вінницький державний педагогічний університет  
імені М.Коцюбинського  
м. Вінниця, Україна  
e-mailvk.dumenko@ukr.net

## ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЛАЗЕРОІНДУКОВАНОЇ ТЕРМОТЕРАПІЇ

Останнім часом важливого застосування набули лазерні методи, одним із напрямків їх застосування є термотерапія. Численними дослідженнями було підтверджено, що лазерне випромінювання за рахунок теплової дії викликає ряд ефектів в біологічних тканинах: відіграє роль сенсibilізатора і стимулятора багатьох клітинних реакцій, спрямованих на відновлення і нормалізацію біоенергетичного статусу тканин організму і регулюючих систем різного рівня, підвищує ферментативну активність, проникність цитоплазматичних мембран, прискорює транспортні процеси в тканинах [1].

Проте кожен напрямок застосування лазероіндукованої термотерапії потребує вибору оптимальних джерел опромінювання та дослідження фізичних процесів в біотканинах в залежності від її теплових характеристик та розподілу температури.

На ефективність лазерної терапії суттєвий вплив мають оптичні та теплофізичні властивості біологічних тканин [2].

Термічні властивості живої тканини визначаються в основному трьома явищами:

- теплопровідністю;
- накопиченням тепла;
- відведенням тепла судинними системами [3].

Розподіл температури визначається із рівняння теплопровідності для напівнескінченного тіла і нерухомого джерела тепла[3,7]:

$$\frac{dT}{dt} - k \cdot \Delta T = \frac{Q(x,y,z,t)}{\rho c}, \quad (1)$$

де  $\rho, c, k$  -теплофізичні коефіцієнти(густина, теплоємність і температуропровідність), які є у загальному випадку функціями температури, просторових координат і часу;  $\Delta T$  – оператор Лапласа;  $Q(x, y, z, t)$  – густина потужності об'ємного джерела тепла.

Рівняння теплопровідності для напівнескінченного тіла в одновимірному випадку та граничними умовами, при нульовій початковій температурі у випадку неперервної дії лазера на тканину[8]:

$$T(x,t) = \frac{2q\sqrt{\alpha \cdot t}}{k} \left( \operatorname{ierfc} \left( \frac{x}{2\sqrt{\alpha \cdot t}} \right) - \operatorname{ierfc} \left( \sqrt{\frac{x^2 - r^2}{2\alpha \cdot t}} \right) \right), \quad (2)$$

де функція  $\operatorname{ierfc}(x)$  – інтеграл від функції інтегралу ймовірності  $\operatorname{erfc}(x)$ .

Для імпульсного режиму зона термічного впливу[3,7]:

$$ht = 2\sqrt{\alpha \cdot \tau}. \quad (3)$$

Швидкість розповсюдження теплового фронту за час дії лазерного випромінювання:

$$vt = \sqrt{\frac{\alpha}{\tau}}. \quad (4)$$

У терапевтичній дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання можна умовно виділити три основні етапи:

1) первинні ефекти (зміна стану електронних рівнів і стереохімічна перебудова молекул, локальні термодинамічні зміни, виникнення підвищеної концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозолі);

2) вторинні ефекти (поширення хвиль підвищеної концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  в клітині і між клітинами, стимуляція біопроцесів на клітинному рівні, зміна функціонального стану окремих клітин і організму в цілому);

3) ефекти післядії (утворення продуктів тканинного обміну, відгук систем імунного, нейрогуморального і ендокринного регулювання і т.д.) [4].

Реакції організму на вплив лазерного випромінювання представлені в [4].

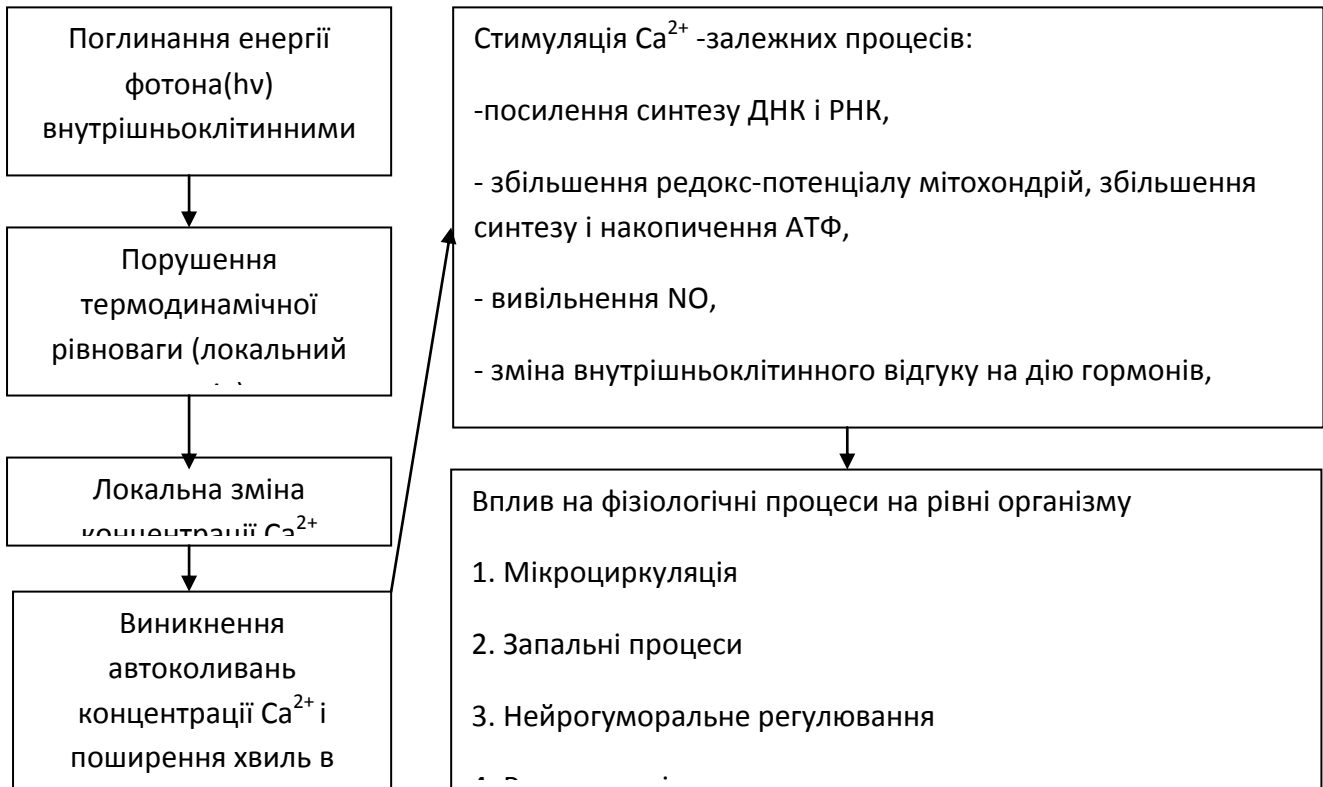


Рис.1. Послідовність розвитку біологічних ефектів від лазерного впливу

Варто виділити застосування лазерної термотерапії в дерматології. Це обумовлено тим, що низькоінтенсивне лазерне випромінювання стимулює регенеративні процеси при патологічних станах шкіри (рани, абсцес, флегмон) за рахунок зміни клітинного складу в області рани або виразки завдяки збільшенню кількості нейтрофілів, а також за рахунок прискорення зростання капілярів і накопичення ними колагену, від якого залежить активність епітелізації рани або виразкової поверхні [5].

Одна із важливих переваг лазерів що застосовуються при лікуванні новоутворень, а саме можливість досягнення нагрівання в певному заданому об'ємі і конфігурації пухлини, без пошкодження навколишньої здорової тканини, що особливо важливо при локалізації патологічного процесу на обличчі [6].

При дії низькоінтенсивним лазерним випромінюванням на кров, відбувається збільшення кількості функціонуючих капілярів, прискорення кровотоку і нормалізація мікроциркуляції.

На основі проведених досліджень було встановлено, що найбільш ефективним для вирішення цих проблем є лазерне випромінювання ближньої інфрачервоної та червоної частини спектра, що забезпечує максимальний лікувальний ефект при мінімальній інтенсивності впливу на опромінювані тканини. Це пов'язано з тим, що електромагнітне випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,8 – 1,4 мкм має більшу проникну здатність в шкірі.

Отже, для застосування лазероіндукованої терапії важливе значення має дослідження біофізичних процесів в живих тканинах та вибір оптимальних властивостей лазерного випромінювання.

#### Література

1. Павлов С.В. Фізичні основи біомедичної оптики /С.В. Павлов, В.П. Кожем'яко, В.П. Думенко, П.Ф. Колісник. - Вінниця: ВНТУ, 2011.-152 с.
2. Чехлов, В. И. Некоторые вопросы дозиметрии лазерного излучения при его взаимодействии с биологическими объектами: автореф. канд. дис. на соискание науч. степени канд.техн. наук. / В. И. Чехлов. – М.: МЭИ, 1976. – 22 с.
3. Пушкарева, А. Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: ИТМО, 2008. – 103 с.
4. Москвин С.В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2011. – 208 с.
5. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия».Т. 1. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2016. – 896 с. – 192 ил.
6. Steen WM, Mazumder J. Biomedical Laser Processes and Equipment Laser Material Processing. 4th edition. London: SpringerVerlag; 2010.
7. Менушенков А.П. Физические основы лазерных технологий: учебное пособие [для студ. высш. учебн. зав.] / А.П. Менушенков, В.Н. Неволин, В.Н. Петровский, – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 212 с.
8. Тучин В.В. Исследование биотканей методами светорассеяния // Успехи физ. наук. – 1997. –№5. – С. 517-539.

#### **Копитко А.І. Фізичні процеси в біологічних об'єктах при застосуванні лазероіндукованої термотерапії**

**Анотація.** Проаналізовано фізичні аспекти застосування лазероіндукованої термотерапії. Обґрунтовано основні механізми впливу низькоінтенсивного лазерного випромінювання на шкіру та кров на основі його теплової дії.

**Ключові слова:** лазерна терапія, лазерне випромінювання, біотканина.

**Fullname. Title.** Kopytko A.I. Physical processes in biological objects with the use of laser induction thermotherapy

**Abstract.** The physical aspects of application of laser therapy are analysed the basic mechanisms of influence low of intensive laser radiation are reasonable on a skin and blood on the basis of his thermal action .

**Key words:** laser therapy, laser radiation, biological fabric.

**Луценко В.Ю.**,  
к.т.н., доц. каф. ММНФМДВШ,  
Національний педагогічний університет  
ім. М.П. Драгоманова

**Жагров А.С.**,  
к.т.н., доц. кафедри фізики

**Оселедчик Ю.С.**,  
д.ф.-м.н., проф., зав. каф. МЕІС,  
Запорізька державна інженерна академія,  
м. Запоріжжя, Україна

**Ярова С.С.**,  
магістрант гр. ФМІСОмп (1.4) каф. ММНФМДВШ,  
Національний педагогічний університет  
ім. М.П. Драгоманова

## **ПІДВИЩЕННЯ ККД ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА В НЕСТАЦІОНАРНОМУ ТЕМПЕРАТУРНОМУ ПОЛІ**

Термоелектричні пристрої – генератори і холодильники, дозволяють перетворювати теплову енергію в енергію електричного струму і навпаки. Можливість використання цих пристроїв для утилізації «теплових забруднень», відсутність у їх складі механічних частин, отруйних хладоагентів, мала інерційність і габарити визначають актуальність і перспективність їх застосування у вирішенні екологічних та енергетичних викликів сучасності. Традиційно ці пристрої працюють в стаціонарному температурному полі. Такий режим роботи характеризується низьким значенням ККД, що обмежує їх широке застосування.

Підвищити ефективність термоелектричного приладу вдається в нестационарних режимах роботи, що пояснюється істотною відмінністю постійних часу електричних та теплових процесів, що мають місце всередині модуля [1]. Результати дослідження таких режимів у випадку термоелектричних холодильників досить широко висвітлені у науковій літературі [2-4], в той час як багато питань, пов'язаних з роботою термоелектричного генератора (ТЕГ) у періодичному перехідному режимі, потребують додаткових досліджень.

Для вивчення періодичного перехідного режиму термоелектричного генератора була створена експериментальна установка, що включає кероване джерело імпульсного струму, пристрій реєстрації вихідної напруги ТЕГ, два модулі Пельтьє – М1, М3 (ТЕС1-12708), які використовувалися в якості нагрівача і холодильника для досліджуваного ТЕГ – М2 (ТЕС1-12703). При зміні напрямку зовнішнього струму через модулі М1, М3 нагрівач і холодильник міняються місцями, таким чином, ТЕГ М2 знаходиться в умовах, коли зовнішній, по відношенню до нього, тепловий потік періодично змінює свій напрямок. У ході аналізу вихідного сигналу ТЕГ встановлено наявність максимуму на часовій залежності термо-ЕРС. При досить тривалому часі протікання постійного струму одного напрямку (не менше 5хв.), на опорі навантаження генератора встановлюється стаціонарне значення напруги, яке характеризує роботу ТЕГ у зовнішньому стаціонарному температурному полі. Експериментально досліджено залежності генерованої потужності від опору навантаження, визначено значення цього опору, для якого реалізується режим відбору «максимальної потужності» для випадків періодичного перехідного та стаціонарного режимів роботи ТЕГ. Отримана залежність генерованої потужності від періоду зміни напрямку зовнішнього теплового потоку, встановлено наявність «оптимальної частоти» роботи, для якої має місце максимальне значення генерованої ТЕГ потужності, в нашому випадку оптимальна частота роботи склала  $\sim 0.01$  Гц.

Експериментальне дослідження перехідного режиму роботи ТЕГ підтвердило можливість істотного поліпшення характеристик перетворення теплової енергії в електричну у

порівнянні зі стаціонарним методом перетворення. Перехід до періодичного перехідного режиму роботи термоелектрогенератора забезпечує можливість збільшення у 20 і більше разів значення генерованої потужності. В основі такого підвищення ефективності роботи ТЕГ лежить поява максимуму в його вихідній напрузі, що пояснюється короткочасним, протягом приблизно 20с, збільшенням теплового опору генератора. По закінченню цього часу тепловий опір зменшується і відновлюється стаціонарний режим генерації.

Фізично тимчасове збільшення теплового опору ТЕГ означає, що теплові втрати на певний час зменшуються і теплота, яка приходить в спаї напівпровідникових термопар від нагрівача, нагріває їх до значно вищої температури порівняно з стаціонарним режимом. Аналогічно, зменшення втрат теплової енергії, пов'язаних з теплопровідністю всередині модуля, призводить до того, що холодні спаї охолоджуються до значно меншої порівняно зі стаціонарним режимом температури. Поява додаткової температурної різниці між гарячими і холодними спаями і визначає появу максимуму у вихідному напрузі термоелектрогенератора.

Проведене експериментальне дослідження свідчить про зменшення теплових втрат, пов'язаних з теплопровідністю всередині модуля. Таким чином, можна очікувати збільшення ККД генераторів, що працюють в перехідному режимі. Отримані результати вказують на перспективність подальших досліджень та необхідність переходу до реального нагрівника і холодильника. У таких системах напрямок теплових потоків в ТЕГ можна буде міняти механічно, наприклад, якщо генератор буде мати циліндричну форму і періодично повертається на 180 градусів між нагрівачем і холодильником, що мають напівциліндричні западини.

#### Література

1. Иорданишвили Е.К., Бабин В.П. Нестационарные процессы в термоэлектрических и термомагнитных системах преобразования энергии. М.: Наука, 1983.– 216 с.
2. A.A. Snarskii, I.V. Bezudnov Rotating thermoelectric device in periodic steady state. Energy Conver 2015; 94: 103–111.
3. Ming Ma, Jianlin Yu, Jiaheng Chen An investigation on thermoelectric coolers operated with continuous current pulses. Energy Conver 2015; 98: 275–281.
4. Nguyen Q. Nguyen, Kishore V. Pochiraju Behavior of thermoelectric generators exposed to transient heat. Applied Thermal Engineering 2013; 51:1-9.

**Луценко В.Ю., Жагров А.С., Оселдчик Ю.С., Ярова С.С. Підвищення ккд термоелектричного генератора в нестационарному температурному полі.**

**Анотація.** У роботі і запропоновано нову методику експериментального дослідження періодичного перехідного режиму роботи термоелектричного генератора. Визначено значення оптимальної частоти зміни зовнішніх теплових потоків та запропоновано якісне пояснення зростання в періодичному перехідному режимі, що генерується термоелектричним генератором потужності.

**Ключові слова:** термоелектрика, термоелектричний генератор, пряме перетворення енергії, перехідний режим, рекуперація тепла.

**Lutsenko V.Yu., Zhagrov A.S., Oseledchik Yu.S., Yarova S.S. Increase of the efficiency of the thermoelectric generator in the non-stationary temperature field.**

**Abstract.** This paper presents a measuring installation and proposes a new method for experimental investigation of periodic transient mode of thermoelectric generator. The value optimal frequency of changing the external thermal fluxes is determined and qualitative explanation of increase power in periodic transient regime generated by the thermoelectric generator is given.

**Key words:** thermoelectricity, thermoelectric generators, direct energy conversion, mode transition.

**Маруженко О. В.,**

аспірант,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАНУ,

Київ, Україна

Національний інститут прикладних наук,

Ліон, Франція

**Наукові керівники:**

**Мамуня Є. П.,**

проф., д.ф.-м.н., пров.н.с.,

Інституту хімії високомолекулярних сполук НАНУ,

Київ, Україна

**Прювост Себастьян,**

проф., Національний інститут прикладних наук,

Ліон, Франція

**Буато Жизель,**

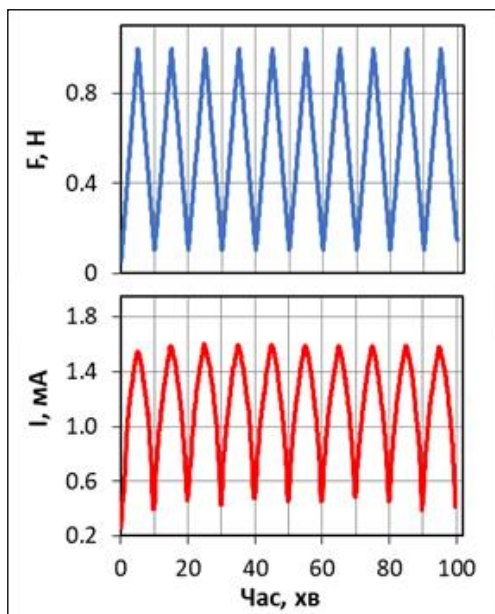
проф, Університет Клод Бернар Ліон 1,

Ліон, Франція

a.v.maruzhenko@gmail.com

### ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ З СЕГРЕГОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ

Сучасні технології потребують новітні полімерні композити з широким спектром властивостей. Зокрема, композити що мають п'єзорезистивний ефект, представляють великий інтерес для розробки сенсорів, що мають лінійний електричний відгук на дію механічних навантажень.



**Рис.1.** Результат циклічного навантаження досліджуваного зразка і його електричного відгуку.

Досліджувані полімерні композити мали сегреговану структуру, що означає створення наповнювачем упорядкованої структури, каркасу, в полімерній матриці. Локальна концентрація наповнювача в стінці каркасу набагато вища, ніж середня концентрація наповнювача в усьому об'ємі композита. Завдяки цьому зразки мали високу електропровідність при низькій концентрації наповнювача. В якості пружної, чутливої до механічних навантажень матриці була обрана дріблена гума з максимальним розміром частинок 250 мкм. Композити формувалися методом гарячого компактування. Перед компактуванням на гумові частинки був нанесений адгезивний полімер, наповнений різними типами карбонових наповнювачів, який створював провідну структуру, локалізовану на границі між гумовими зернами.

П'єзорезистивний ефект досліджувався шляхом циклічного навантаження зразків (розміром 5x5x3 мм) силою 0,1-1,0-0,1 Н (10-20 циклів) і запису електричного відгуку, а саме сили струму  $I$  з прикладеною постійною напругою  $U$ . Зразки досліджувалися в частотному діапазоні 0,1-0,001 Гц. В залежності від електропровідності зразка, прикладена

напруга варіювалась в інтервалі 1-20 В. Прикладений тиск коливався від 0,003 МПа до 0,14 МПа, що досягалось шляхом зменшення площі зразка.

Результати експериментів демонстрували високу чутливість композитів до дії малих навантажень, що пояснюється високою еластичністю полімерної матриці. На Рис.1 наведено приклад отриманих результатів, для системи наповненої гібридним карбоновим наповнювачем. Електричний відгук (сила струм) відповідав прикладеній силі і залишався незмінним при зміні частоти навантажень. Також досліджувані системи демонстрували стабільність результатів під час довгих циклічних випробувань, що вказує на їх довговічність.

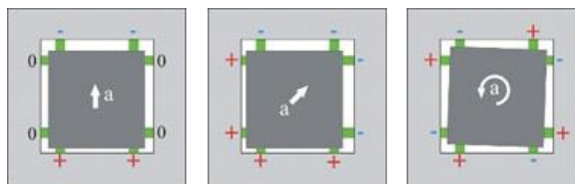


Рис.2. Схема застосування розроблених композитів в сенсорі прискорення.

Таким чином, розроблені композити з сегрегованою структурою демонструють високу чутливість до низьких навантажень та лінійну залежність між прикладеною силою та струмом, що є результатом еластичності провідної структури наповнювача. Такі системи можуть широко застосовуватись в датчиках для промислових і медичних приладів в якості сенсорів прискорення (Рис.2), датчиків тиску і т.д.

**Маруженко О.В., Мамуня Є.П., Прювост С., Буато Ж.** Прикладне застосування полімерних нанокомпозитів з сегрегованою структурою.

**Анотація.** В роботі досліджено можливості прикладного використання полімерних нанокомпозитів з сегрегованою структурою. Досліджувані композити формувалися методом гарячого компактування на основі еластичного полімеру і були наповнені різними типами карбонових наповнювачів. П'єзорезистивний ефект досліджувався при циклічному навантаженні (0,1-1,0-0,1 Н) і фіксуванні електричного відгуку, сили струму. Результати досліджень продемонстрували лінійну залежність між зміною навантаження і сили струму, а також стабільність при довготривалих випробуваннях.

**Ключові слова:** полімерні нанокомпозити, сегрегована структура, п'єзорезистивний ефект, прикладне застосування.

**Maruzhenko O., Mamunya Ye., Pruvost S., Boiteux G.** Application of polymeric nanocomposites with a segregated structure.

**Abstract.** The possibilities of polymer nanocomposites with a segregated structure applications were investigated. Tested composites were formed by the hot compacting method, were based on an elastic polymer and were filled with various types of carbon fillers. The piezoelectric effect was investigated during cyclic mechanical loadings (0.1-1.0-0.1 N) and measuring electric response (current). The results of the studies demonstrated a linear relationship between mechanical load and current, as well as stability in long-term tests.

**Key words:** polymer nanocomposites, segregated structure, piezoresistive effect, applications.



**Місюра А.І.**,  
аспірант,  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка  
**Науковий керівник – Мамуня Є. П.**,  
доктор фіз.-мат. наук, професор,  
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,  
м. Київ, Україна  
andrii\_misiura@ukr.net

## **ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНОЇ СМОЛИ**

Полімерні композити вивчаються протягом багатьох років, оскільки існує можливість змінювати та контролювати властивості таких матеріалів і цим самим розширювати область їх застосування. Одним з напрямків досліджень є металонаповнені полімерні композити. Такі матеріали володіють електропровідними, покращеними теплопровідними характеристиками, та мають розширений спектр механічних характеристик, тоді як параметри переробки таких матеріалів близькі до чистих полімерів. Провідні полімерні композити мають широку сферу застосування [1]: аерокосмічна та літакобудівна галузь, біомедицина, електроніка та інші галузі промисловості. Властивості металополімерних композитів визначаються природою та концентраційним співвідношенням фаз у композиті, формою та розмірами частинок наповнювача, морфологією системи, характером взаємодії між частинками наповнювача і матрицею композиту.

Метою даної роботи є дослідження теплопровідності епоксидного полімеру наповненого дисперсними металами міддю та нікелем.

Зразки полімерних композитів виготовлено на основі епоксидної смоли (ЕС) ЕД-20. Твердження композицій проводилось за допомогою поліетиленполіаміну (ПЕПА), який взято у співвідношенні 10 мас. ч. ПЕПА на 100 мас. ч. смоли. В якості наповнювача використано наступні метали: електролітична дисперсна мідь (Cu) дендритної форми, з розміром частинок 50-70 мкм і карбонільний нікель (Ni) сферичної форми, з діаметром частинок 8-12 мкм. Концентрація дисперсної фази в композиті становить 8-25 об.% для Cu та 2-40 об.% для Ni. Для вимірів теплопровідності використовували зразки у вигляді дисків з діаметром 30 мм і товщиною приблизно 1,5 мм.

Існує багато теоретичних моделей для опису теплопровідності наповнених композитних матеріалів [2, 3], деякі з них краще описують теплопровідність при малих концентраціях наповнювача, деякі – при середніх та великих концентраціях наповнювача.

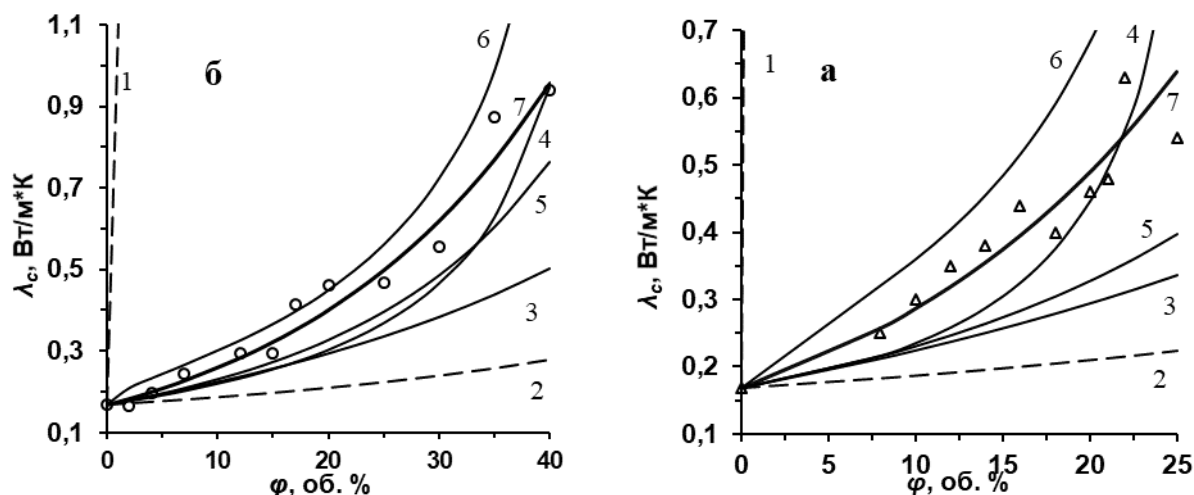
На рис.1 наведено отримані експериментальні дані та розраховані за різними моделями [2] значення для теплопровідності композитів ЕС-Cu (а) та ЕС-Ni (б). З рисунку можна побачити, що отримані значення теплопровідності досліджуваних композитів лежать в області, що обмежена найбільш та найменш імовірними значеннями теплопровідності досліджуваних композитів (пунктирні криві на рисунку).

Найбільшу відповідність експериментальним даним демонструє модель Ліхтенекера, що в логарифмічному вигляді задається рівнянням:

$$\lg \lambda_c = (1 - \varphi) \lg \lambda_p + \varphi \lg \lambda_f, \quad (1)$$

де  $\lambda_c$ ,  $\lambda_p$ ,  $\lambda_f$  – теплопровідність композиту, полімерної матриці та наповнювача, відповідно;  $\varphi$  – концентрація наповнювача в композиті. В цій моделі підбирають відповідне значення  $\lambda_f$  так, щоб розрахункову криву можна було покласти на експериментальні точки. За такої процедури стає можливим визначення  $\lambda_{df}$  – теплопровідності металевого порошку наповнювача. Тобто, такий підхід дозволяє кількісно визначити теплопровідність саме дисперсної фази матеріалу. Для полімерного композиту, наповненого міддю,  $\lambda_{df} = 35$  Вт/(м

К), а нікелем  $\lambda_{df} = 13$  Вт/(м К). Ці значення є значно нижчими, ніж теплопровідність відповідних металів  $\lambda_f$  у блочному вигляді, які використовуються у всіх моделях.



**Рис.1.** Концентраційна залежність теплопровідності: експериментальна (точки) та розрахункові (криві) для композитів ЕС-Cu (а) та ЕС-Ni (б). Моделі: 1 – паралельна; 2 – послідовна; 3 – Максвелла; 4 – Льюїса-Нільсена; 5 – Бруггемана; 6 – Чена-Вачона; 7 – Ліхтенекера.

Теплопровідність металу у вигляді порошку ( $\lambda_{df}$ ) є меншою ніж для блочного матеріалу ( $\lambda_f$ ), відношення  $\lambda_f/\lambda_{df}$  перевищує десятковий порядок для міді і є близьким до 7 для нікелю. Таке співвідношення можна пояснити наявністю великого термічного опору на межі поділу частика/частинка та частинка/полімер, що погіршує поширення теплового потоку вздовж кластеру, утвореного частинками металевого наповнювача, та обмежує значення теплопровідності в металонаповнених композитах [4]. Перенесення тепла в наповненому композиті здійснюється як через фазу матриці, так і через фазу наповнювача і на границі частинка-частинка та полімер-частинка відбувається розсіювання фононів, які переносять тепловий потік. З огляду на це, теплопровідність металевого порошку можна записати як:

$$\lambda_{df} = N\lambda_f, \quad (2)$$

де  $N$  – коефіцієнт термічного опору дисперсної фази, для міді  $N=0,088$  та для нікелю  $N=0,144$ . Якщо термічні опори відсутні, то  $\lambda_{df}$  дорівнює  $\lambda_f$  і коефіцієнт  $N=1$ . Тобто, чим менше значення  $N$ , тим більший вплив термічних опорів. Таким чином, вводячи коефіцієнт  $N$  через рівняння (2) можна переписати модель Ліхтенекера (рівняння (1)) використовуючи значення теплопровідності блочних металів:

$$\lg \lambda_c = (1 - \varphi)\lg \lambda_p + \varphi\lg(N\lambda_f). \quad (3)$$

#### Література

1. Haq M., Gang Z. Ionic polymer–metal composite applications / Emerging Materials Research, 5 (2016) 153–164.
2. Mamunya Ye.P., Davydenko V.V., Pissis P., Lebedev E.V. Electrical and thermal conductivity of polymers filled with metal powders / Europ. Polym. J., 38 (2002) 1887–1897.
2. Pietrak K., Wisniewski T. A review of models for effective thermal conductivity of composite materials / Journal of Power Technologies, 95 (2015) 14–24.
3. Kumlutas D., Tavman I. A numerical and experimental study on thermal conductivity of particle filled polymer composites / J. of Thermoplastic Comp. Mat., 19 (2006) 441-455.
4. Мамуня Є.П., Левченко В.В., Парашенко І. М., Лебедев Є.В. Теплопровідність і електропровідність полімер-металевих композитів з 1D структурою наповнювача сформованою в магнітному полі / Полімерний журнал 38 (2016) 3-17.

#### Місюра А. І. Теплопровідність металополімерних композитів на основі епоксидної смоли.

**Анотація.** В роботі досліджено теплопровідність металополімерних композитів ЕС-Cu та ЕС-Ni. Для її опису використано декілька теоретичних моделей, серед яких модель Ліхтенекера демонструє найбільшу відповідність експериментальним даним. Визначено теплопровідність дисперсної фази композитів та порівняно зі значенням теплопровідності для блочних металів.

**Ключові слова:** металополімерні композити, теплопровідність.

**Misiura A. Thermal conductivity of metal-polymer composites based on epoxy resin.**

**Abstract.** This work is devoted to the investigation thermal conductivity of metal-polymer ER-Cu and ER-Ni composites. Several theoretical models have been used for its description, among which the Lichteneker model shows the best correspondence with the experimental data. The thermal conductivity of the dispersed phase of composites was determined and it was compared with the value of thermal conductivity for the block metal.

**Key words:** polymer composites, thermal conductivity.

**Олішевська Ю.В.,**  
студентка,  
**Науковий керівник - Думенко В.П.**  
кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри фізики  
і методики навчання фізики, астрономії,  
Вінницький державний педагогічний  
університет імені М.Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна,  
vk.dumenko@ukr.net

## **МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ОПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОТКАНИН ПІД ДІЄЮ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Застосування лазерного випромінювання в біомедичних дослідженнях базується на його відбиванні, розсіюванні і поглинанні при взаємодії з біологічними середовищами. При цьому дослідження оптичних параметрів біотканин дає можливість виявляти патологічні зміни в них.

За останній час розроблено ряд методів для дослідження оптичних характеристик біологічних тканин [1].

Відомі методи можна умовно поділити за місцем (умовами) проведення (*in vitro*, *in vivo*, *in situ*), а також за способом, яким визначаються оптичні властивості об'єкта (прямі або непрямі) [1,3].

До прямих методів належать методи, в основі яких лежать базові поняття та визначення, наприклад закон Бугера-Бера, фазова функція одноразового розсіювання для тонких зразків або ефективна глибина проникнення світла для об'ємних середовищ. Вимірюваними параметрами є коефіцієнт пропускання та індикатриса розсіювання для тонких зразків або освітленість всередині об'ємного середовища. Переваги цих методів полягають у надзвичайній простоті аналітичних виразів, які використовуються при обробці даних.

$$I(z) = (1 - R)I_0 \exp(-\mu_t z), \quad (1)$$

де  $R$  - коефіцієнт френелівського відбивання при нормальному падінні пучка,  $R = [(n - 1)/(n + 1)]^2$ ,  $N$  - відносний показник заломлення біотканини;  $I_0$  - інтенсивність падаючого світла;  $\mu_t = \mu_a + \mu_s$  - коефіцієнт екстинкції (коефіцієнт взаємодії або ослаблення),  $\mu_a$  - коефіцієнт поглинання,  $\mu_s$  - коефіцієнт розсіювання;  $z$  - товщина зразка.

Досить швидким і точним методом розв'язання обернених задач розсіювання є інверсний метод додавання-подвоєння, який заснований на запропонованому загальному методі розв'язку транспортного рівняння для плоскопаралельного шару. Переваги цього методу відповідно до завдань оптики біотканин полягають в його швидкодії, що можливість отримувати ітераційні розв'язки на сучасних комп'ютерах.

Зондування біотканин лазерним пучком, який падає на досліджуваний об'єкт під деяким кутом застосовується для визначення лінійного зміщення центрального максимуму дифузного відбивання  $\Delta x$ , що дає можливість легко знаходити оптичні параметри середовища і глибину проникнення світла в біотканини.

$$\Delta x = \sin \alpha_i / n(\mu_s' + 0,35\mu_a), \quad (2)$$

де  $\alpha_i$  - кут падіння лазерного пучка;  $n$  - середній показник заломлення розсіюючого середовища (передбачається, що тканина знаходиться в повітрі);  $\mu_s' \gg \mu_a$  [1].

Непрямі методи насамперед обумовлюють розв'язання оберненої задачі розсіювання в умовах *in vivo* або *in situ*. При цьому використовуються теоретична модель (наприклад дифузне наближення [1]) розповсюдження світла в середовищі з визначенням властивостей розсіювання, поглинання світла або автофлуоресценції середовища, що базується на вимірюванні спектрів дифузно-відбитого світла або світла, яке пройшло крізь середовище, з подальшим математичним розрахунком результатів вимірювання [1, 4].

Основні оптичні параметри, а саме коефіцієнти поглинання та розсіювання залежать від довжини хвилі лазерного випромінювання.

Для довжин хвиль видимої та близької інфрачервоної ділянки спектра збільшуються коефіцієнти поглинання шкіри та еритроцитів крові, тому цей діапазон є найбільш оптимальним для виявлення і лікування патологій шкіри та захворювань крові.

Дія на біологічну тканину лазерного випромінювання різної потужності та довжини хвилі призводить до зміни оптичних параметрів, що необхідно враховувати при застосуванні лазерних методів. Зміна оптичних параметрів біологічного об'єкту дає можливість виявляти патологічні зміни у функціонуванні органів і систем.

Опромінювання шкіри призводить до виникнення еритеми (почервоніння), утворення меланіну, а при сильних впливах - до набряку і надлишкового росту тканини. Ці фотобіологічні ефекти суттєво змінюють оптичні властивості шкіри, що необхідно враховувати при фототерапії.

При опромінюванні патологічної шкіри, змінюються спектри відбивання і пропускання, що пов'язано з вимиванням або, навпаки, внесенням додаткових розсіювачів або поглиначів у тканину.

Отже, дослідження зміни оптичних параметрів біотканин під впливом лазерного випромінювання потребує вибору певного методу в залежності від поставленої мети.

#### Література

1. Тучин В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 352 с.
2. Fischer E. P. Laser, Eine deutsche Erfolgsgeschichte von Einstein bis heute / E. P. Fischer. - Hamburg: Siedler, 2010. – 304 s.
3. Рогаткин Д.А. Лазерная клиническая диагностика как одно из перспективных направлений биомедицинской радиоэлектроники // Биомед. Радиоэлектроника, №3, 1998. - с. 34-41.
4. Пушкарева А. Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани: учебное пособие. СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 103 с.
5. Kramer K. Ein Verfahren zur fortlaufenden Messung des Sauerstoffgehaltes im strömenden Blute an uneröffneten Gefäßen / Biologie 96, 1935. – 61 p.
6. Andersen P. H., Bjerring P. Spectral reflectance of human skin in vivo // Photodermatol. Photoimmunol. Photomed. - 1990. - Vol. 7. - P. 5-12.

#### **Олішевська Ю.В. Методи дослідження зміни оптичних параметрів біотканин під дією лазерного випромінювання**

**Анотація.** Проаналізовано основні методи дослідження оптичних параметрів біотканин. Обґрунтовано можливість впливу на їх зміну під дією лазерного випромінювання.

**Ключові слова:** оптичні параметри, лазерне випромінювання, біологічна тканина.

**Full name. Title.** Olishkevskaya J. V. Methods of research of change of optical parameters of biofabrics are under the action of laser radiation

**Abstract.** The basic methods of research of optical parameters of biofabrics are analysed. Possibility of influence is reasonable on their change of laser radiation.

**Key words:** optical parameters, laser radiation, biological fabric.

**Павлова Н.Ю.,**

кандидат фіз.-мат. наук, доцент,  
доцент, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
Київ, Україна  
pavlovan7@gmail.com

**Дегода В.Я.,**

доктор фіз.-мат. наук, старший дослідник,  
провідний науковий співробітник, КНУ імені Тараса Шевченка,  
Київ, Україна  
degoda@univ.kiev.ua

## **ЗАЛЕЖНОСТІ РЕНТГЕНОПРОВІДНОСТІ ТА РЕНТГЕНОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ КРИСТАЛІВ ZnSe ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ ЗБУДЖЕННЯ**

Монокристали ZnSe використовують в якості детекторів іонізуючого випромінювання непрямого (сцинтилятори  $\gamma$ -випромінювання) і прямого перетворення енергії високоенергетичного випромінювання в електричний струм (напівпровідникові детектори) [7]. ZnSe використовується для виготовлення лінз і віконць для інфрачервоного випромінювання. Він є перспективним матеріалом для створення рентгенівських детекторів, які не потребують охолодження і можуть працювати при температурах значно вище кімнатної (до 450 K) [6]. Це робить актуальними дослідження рентгенопровідності і рентгенолюмінесценції монокристалів ZnSe.

Метою роботи було експериментально дослідити спектри рентгенолюмінесценції, рентгенопровідність, їх залежності від інтенсивності збудження для монокристалів ZnSe при різних температурах і пояснити надлінійні залежності люкс-амперних характеристик (ЛАХ) рентгенопровідності ( $i_{XRC}$  від  $I_X$ ) і рентгенолюмінесценції ( $J_{XRL}$  від  $I_X$ ) смуг свічення.

В роботі проводилися комплексні експериментальні дослідження рентгенолюмінесценції і рентгенопровідності монокристалів ZnSe. Досліджувалися їх люкс-амперні характеристики, залежності інтенсивності люмінесценції різних смуг свічення ( $J_{630}$  та  $J_{970}$ ) від інтенсивності рентгенівського збудження  $I_X$ ; дозові залежності термостимульованої люмінесценції (ТСЛ) та термостимульованої провідності (ТСП), фосфоресценції та релаксації струму при температурах 8, 85, 295 і 420 K.

Особливістю вимірювань була одночасна реєстрація люмінесценції і провідності зразка.

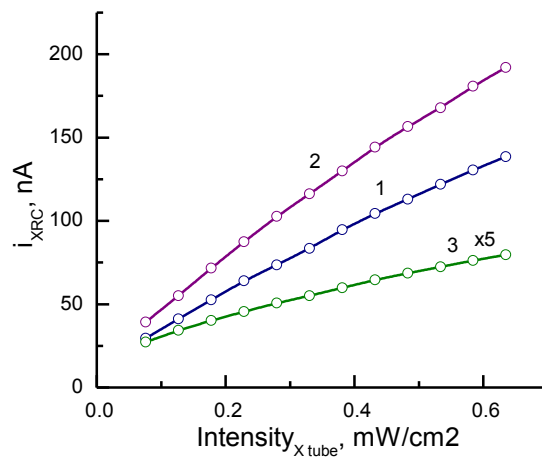
Отримано характерні спектри рентгенолюмінесценції (ХРЛ) для монокристалічних зразків ZnSe в області від 400 до 1200 нм при температурах 8, 85 і 295 K при різних рівнях інтенсивності збудження. Спектр ХРЛ досліджених зразків ZnSe складається з двох основних смуг свічення з максимумами при 630 нм (1,92 eV) і 970 нм (1,28 eV). Співвідношення інтенсивностей цих смуг різне в різних кристалах.

Люкс-амперні характеристики рентгенопровідності ( $i_{XRC}$  від  $I_X$ ) і рентгенолюмінесценції ( $J_{630}$  від  $I_X$  і  $J_{970}$  від  $I_X$ ) для зразків ZnSe виміряні при різних температурах (8, 85 та 295 K). Залежності  $i_{XRC}$  від  $I_X$ , наведені на рис.1, мають помітний надлінійний характер. Для рентгенолюмінесценції залежності  $J_{630}$  від  $I_X$  (рис. 2) і  $J_{970}$  від  $I_X$ , отримані при температурах 8, 85 і 295 K, або лінійні, або мають невелику надлінійність.

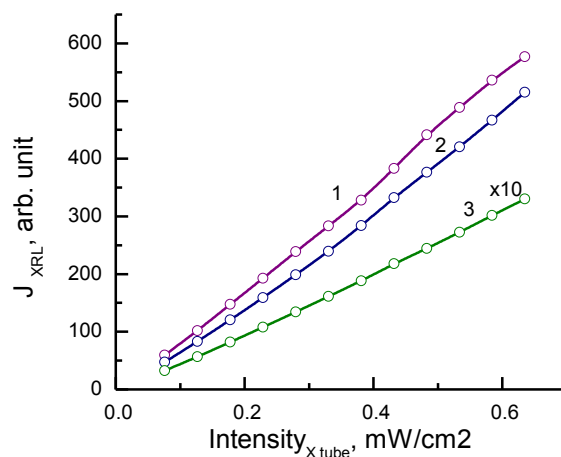
Експериментальні залежності  $i_{XRC}$  від  $I_X$ ,  $J_{630}$  від  $I_X$  та  $J_{970}$  від  $I_X$  для зразків ZnSe неможливо пояснити в рамках класичних теорій кінетики люмінесценції [1, 5] і провідності [2, 4].

Отримано також залежності інтенсивності фосфоресценції (на 30-ій секунді після припинення збудження) від отриманої дози опромінення. Використання двох різних інтенсивностей рентгенівського збудження дозволяє порівнювати накопичені світлосуми (концентрації перезаряджених локальних центрів) при однакових дозах опромінення, але отримані за різний час. Дозові залежності фосфоресценції добре апроксимуються отриманою теоретичною залежністю [3].

У всіх випадках (навіть при досягненні насичення) концентрації перезаряджених центрів будуть більшими при більш високій інтенсивності рентгенівського збудження.



**Рис. 1.** Люкс-амперні характеристики рентгенопровідності зразка ZnSe при температурах: 8 К (крива 1), 85 К (2), 295 К (3)



**Рис. 2.** Люкс-амперні характеристики рентгенолюмінесценції зразка ZnSe на довжині хвилі випромінювання 630 нм при температурах: 8 К (крива 1), 85 К (2), 295 К (3)

Класична теорія фотопровідності [5, 6], яка створена для простої моделі кристалофосфора - один тип пасток і один тип центра рекомбінації, дає при тривалому стаціонарному збудженні для концентрації вільних носіїв заряду залежність  $N \sim \sqrt{I_X}$  і аналогічну залежність для концентрації перезаряджених центрів рекомбінації  $p_j \sim \sqrt{I_X}$ . В результаті маємо для інтенсивності свічення – прямо пропорційну залежність, а для струму –  $\sqrt{I_X}$ . Якщо експериментальні залежності  $i_{XRC}$  від  $I_X$  апроксимувати степеневою функцією, то отримуємо показник степеня  $\sim 0,8 \div 0,9$ , що значно відрізняється від 0,5.

Надлінійний характер залежності кривих струму провідності від інтенсивності рентгенівського або  $\gamma$ -опромінювання можна пояснити наявністю в напівпровідниковому детекторі різних пасток для вільних носіїв заряду і центрів рекомбінації. Проведений теоретичний аналіз кінетики рентгенопровідності показав, що величина максимальної накопиченої світлосуми на глибоких пастках не залежить від інтенсивності збудження.

Тільки для дрібних і фосфоресцентної пасток накопичена світлосума залежить від інтенсивності збудження. Можна припустити, що чим вища концентрація таких дефектів в матеріалі, тобто чим інтенсивніше фосфоресценція і релаксація струму, тим ближчою буде люкс-амперна характеристика до  $i_{XRC} \sim \sqrt{I_X}$ . А при зменшенні концентрацій дефектів (тобто пасток для вільних носіїв заряду) характеристика буде наближатися до лінійної.

#### Література

1. Антонов-Романовский В.В. Кинетика фотолуминесценции кристаллофосфоров / В.В. Антонов-Романовский. - Москва: Наука, 1966. – 323 с.
2. Бьюб Р. Фотопроводимость твердых тел / Р. Бьюб. - Москва: Мир, 1962. - 558 с.
3. Дегода В.Я. Кінетика рекомбінаційної люмінесценції і провідності кристаллофосфорів / В.Я. Дегода, А.Ф. Гуменюк, Ю.А. Маразуєв. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2016.- 151с.
4. Лашкарев В.Е. Неравновесные процессы в фотопроводниках/ В.Е. Лашкарев, А.В. Любченко, М.К. Шейнкман. - Киев: Наукова думка.- 1981.- 264 с.
5. Фок М.В. Введение в кинетику люминесценции кристаллофосфоров / М.В. Фок. - Москва: - Наука, 1964. - 284 с.
6. Brodin M.S. Monocrystalline ZnSe as an ionising radiation detector operated over a wide temperature range / M.S. Brodin, V.Ya. Degoda, B.V. Kozhushko, A.O. Sofienko, V.T. Vesna // Radiation Measurements. - 2014.- V. 65.- P. 36-44.
7. Ryzhikov V.D. Properties of semiconductor scintillators ZnSe(Te,O) and integrated scintielectronic radiation detectors based thereon / V.D. Ryzhikov et al. // IEEE Trans. Nucl. Sci. – 2001. – V. 48, pt. 1. – P. 356-359.

#### **Павлова Н.Ю. Залежності рентгенопровідності та рентгенолюмінесценції кристалів ZnSe від інтенсивності збудження.**

**Анотація.** Експериментально отримані для ZnSe люкс-амперні характеристики (ЛАХ) рентгенопровідності кристалів ZnSe мають надлінійний характер у діапазоні температур від 8 до 420 К. Визначено, що зміна температури обумовлює зміну співвідношення між кількістю неглибоких та глибоких пасток, які змінюють характер ЛАХ. Проведене теоретичне обґрунтування кінетики рентгенопровідності показало, що значення максимальної накопиченої світлосуми на глибоких пастках не залежить від інтенсивності збудження. Тільки для мілких і фосфоресцентних пасток накопичена світлосума залежить від інтенсивності збудження. Виявлено, що саме ці пастки в напівпровідниковому матеріалі обумовлюють надлінійність ЛАХ.

**Ключові слова:** рентгенопровідність, рентгенолюмінесценція, люкс-амперна характеристика, центр рекомбінації, дефекти, селенід цинку.

#### **Pavlova N. Yu. Dependencies of X-ray conductivity and X-ray luminescence of ZnSe crystals on intensity of excitation.**

**Abstract.** Obtained experimentally for ZnSe the lux-ampere characteristics (LAC) of X-ray conductivity of ZnSe crystals have a sublinear character in a temperature range between 8 and 420 K. Determined that change of temperature causes a change of a ratio between the quantity of shallow and deep traps that changes the character of LAC. The carried-out theoretical reviewing of the kinetics of X-ray conductivity showed that the value of the most accumulated light sum on deep traps does not depend on the excitation intensity. Only for shallow and phosphorescent traps the accumulated light-sum depends on the excitation intensity. It was found that these traps in semiconductor material cause sublinearity of LAC.

**Key words:** X-ray conductivity, X-ray luminescence, lux-ampere characteristic, center of recombination, defects, zinc selenide.



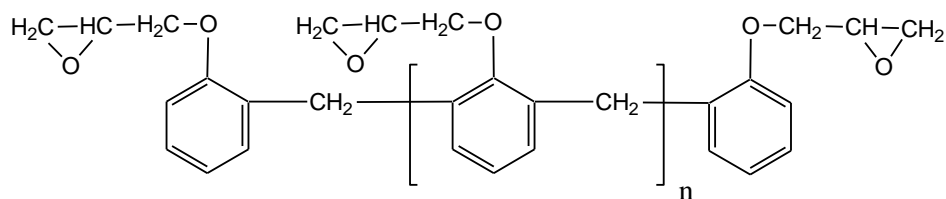
**Січкач Т.Г.,**  
Кандидат фізико-математичних наук,  
Професор кафедри загальної та прикладної фізики,  
Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,  
Київ, Україна

**Янчевський Л.К.,**  
Академік Нью-Йоркської Академії наук,  
Завідувач лабораторії кафедри загальної та прикладної фізики,  
Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,  
Київ, Україна

**Банак В.Д.,**  
студент фізико-математичного факультету,  
Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,  
tsichkar@ukr.net

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАСТИФІКАТОРУ НА СТРУКТУРУ ЕПОКСИДНОГО ПОЛІМЕРУ УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ

Найбільшого поширення серед епоксидних смол набули епоксидні діанові смоли. Однак, відомо, що діанові смоли не можуть бути використані при температурах вище  $+140-160^{\circ}\text{C}$ . Дослідження показали, що значне підвищення теплостійкості композиційних матеріалів не може бути досягнуте шляхом модифікації діанових смол а вимагає використання інших видів смол. Цим вимогам відповідають епоксиноволачні смоли (Рис. 1.), які являються продуктом конденсації епіхлогідрину з новолачними фенолформальдегідними смолами різної молекулярної маси. Кількість епоксидних груп в таких смолах визначається кількістю фенольних кілець у вихідній новолачній фенол-формальдегідній смолі, що дозволяє отримати епоксидну смолу з великою кількістю зшивок. Це зумовлює значну жорсткість отверджених продуктів і їх меншу еластичність в порівнянні з діановими смолами. Однак, велика кількість зшивок визначає також підвищену теплостійкість матеріалів отриманих на основі епоксиноволачних смол. Жорсткість зменшують використовуючи різноманітні пластифікатори, в першу чергу – дибутилфталат ДБФ.



**Рис. 1.** Загальна формула епоксиноволачних смол

– В нашій роботі для визначення швидкості поширення та коефіцієнта поглинання ультразвуку використовувався ехо-імпульсний метод [1]. Схема досліду показана на рис. 2. Генератор імпульсів збудження 1 подає електромагнітні імпульси на випромінювач ультразвукових коливань 2, що працює за принципом прямого п'єзоefекту. Ультразвуковий імпульс, збуджений випромінювачем, поширюється у зразку 3 досліджуваного матеріалу, відбивається від задньої грані зразка і знову потрапляє на випромінювач, який, працюючи тепер як приймач на принципі зворотнього п'єзоefекту, перетворює механічний імпульс в електричний. Далі сигнал потрапляє на попередній підсилювач 4 та на індикаторний блок 5 та обчислювальний блок 6. На екрані індикаторного блоку 5 спостерігається серія відбитих ехо-імпульсів. Якщо  $t$  – час пробігу відстані  $2h$ , де  $h$  – товщина досліджуваного зразка, то швидкість звуку визначається співвідношенням:

$$c = \frac{2h}{t}$$

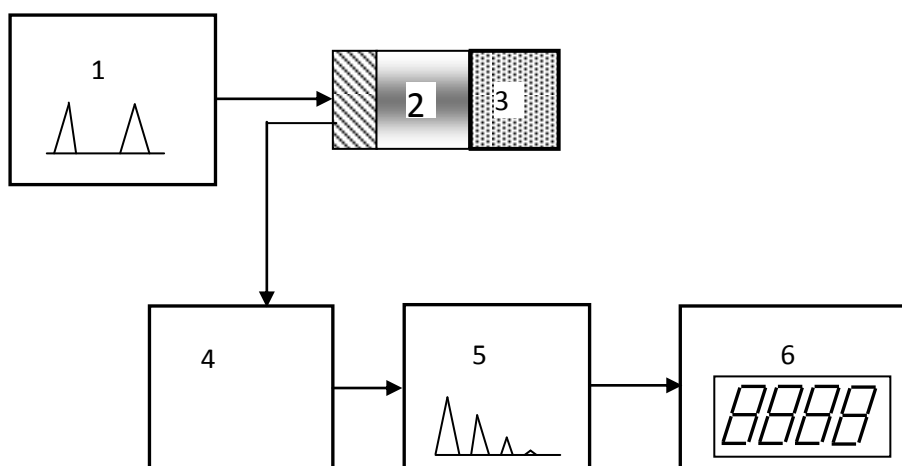


Рис. 2. Схема дослідження для визначення швидкості та поглинання ультразвуку ехо-імпульсним методом.

Вимірювання проводились за допомогою вимірювача швидкості поширення і коефіцієнта поглинання ультразвуку УС – 12ИМ, на частотах 5, 7,5 та 10 МГц. Досліджувались зразки епоксисмола УП-643 з різним вмістом пластифікатора – дибутілфталату (ДБФ). Модуль пружності  $E$  визначений за результатами вимірювань поводить себе неоднозначно (табл.). Можна побачити, що модуль пружності  $E$  при збільшенні концентрації ДБФ зменшується. Це зумовлено тим, що акустичні властивості сітчастих полімерів визначаються в основному їх топологічною структурою. Модуль пружності відображає загальне зменшення ступеня зшивки композиції при наявності активного пластифікатора ДБФ.

Таблиця

	$E \cdot 10^{-9} \text{ Па}$						
	0	1	3	5	10	20	50 мас.ч. ДБФ
10 МГц	8,07	8,06	8,03	8,11	7,80	7,22	5,73
7,5 МГц	7,95	8,02	8,11	7,98	7,70	7,10	5,74
5 МГц	8,09	8,06	8,03	8,12	7,82	7,20	5,72

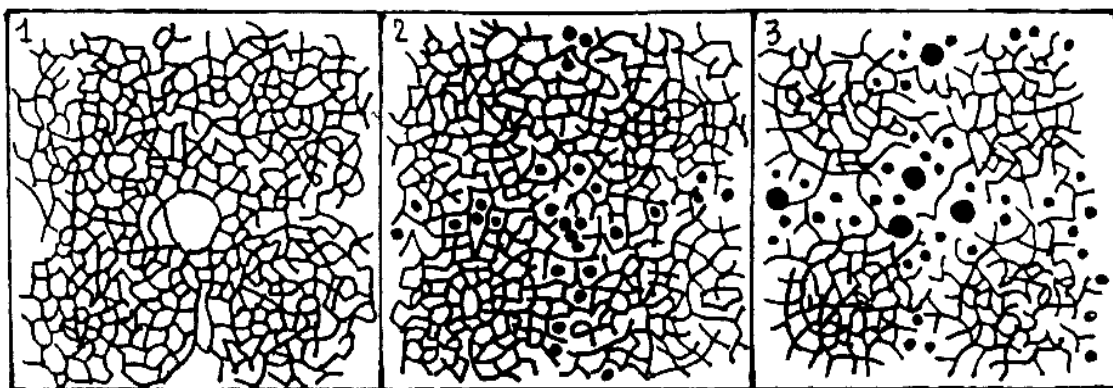
Модулі пружності епоксисмола в залежності від вмісту дибутілфталату

Вміст ДБФ до 10 мас. ч. на 100 мас. ч. Смоли ( $\approx 7\%$  об'ємн.) проводить антипластифікуючу дію, механізм якої для сітчастих полімерів вперше описаний в роботах Перепечко І.І. [2]. Утворення сольватаційних зв'язків полімер-пластифікатор-полімер приводить до збільшення жорсткості макромолекул (а значить і модуля пружності  $E$ ). При цьому зростає інтенсивність міжмолекулярних фізичних зв'язків, що вносить також суттєвий вклад в значення модуля пружності. Ефект антипластифікації спостерігається в модифікованих епоксидних композиціях в межах доброї сумісності розчинника і полімеру. Максимальний ефект антипластифікації спостерігається при вмісті 5 – 10 мас. ч. розчинника (пластифікатора). Різне зменшення модуля пружності  $E$  при збільшенні концентрації пластифікатора зумовлене очевидно виділенням його у вигляді окремої фази.

Методами електронно-зондового мікроаналізу було показано [3], що розподіл 30% дибутілфталату в епоксидному полімері такий:

В густозшитих ділянках	1,25%
В рідкозшитих, дефектних зонах	27%
У вигляді мікро краплин дискретної фази	1,75%

Схема такого розподілу розчинника в епоксидному полімері може бути проілюстрована схемою, представленою на рис. 3:



**Рис. 3.** Схема зміни структури епоксидного полімеру при введенні пластифікатора: 1 – вихідний полімер; 2 – полімер, що містить пластифікатор в межах сумісності; 3 – виділення пластифікатора у вигляді окремої фази.

Таким чином, основний вплив дибутилфталату на структуру епоксидного полімеру приходить через слабо зшиті ділянки. Малі концентрації шляхом збільшення міжмолекулярної взаємодії через сольватаційні зв'язки зменшують інтегральну молекулярну рухливість, що й виражається у збільшенні динамічного модуля у склоподібному стані. Великі концентрації ДБФ (вище 20 мас. ч.) призводять до руйнування не лише зв'язків між густо зшитими мікро областями, але і до руйнування їх самих.

#### Література

1. Шут М.І., Левандовський В.В., Січка Т.Г., Янчевський Л.К. Загальна фізика. Спеціальний фізичний практикум. – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2017. – 190 с.
2. Перепечко И.И. Акустические методы исследования полимеров. – М.: 1973. – 295 с.
3. Хозин В.Г., Полянский А.А., Будник Ю.М., Воскресенский В.А. Изменение надмолекулярной структуры эпоксидных полимеров под влиянием растворителей. – Высокомолекул. соедин. с. А., 1982, №11, с.2308-2314.
4. Н.И.Шут, Т.Г.Сичкарь, О.Л.Лопес, В.П.Дущенко, Влияние ДБФ на теплофизические и релаксационные свойства эпоксидной смолы УП-643. – Пластические массы, 1987, №4, с. 34-36.

**Січка Т.Г., Янчевський Л.К., Банак В.Д. Дослідження впливу пластифікатора на структуру епоксидного полімеру ультразвуковим методом.**

Ультразвуковим методом досліджено пружні властивості пластифікованого ДБФ епоксидного полімеру. Запропоновано модель впливу структурних змін на пружні властивості епоксидних композитів.

**Ключові слова:** Ультразвуковий метод, епоксидні полімери, пластифікатори.

**Sichkar T.G., Yanchevsky L.K., Banak V.D. Researching influence of plasticizer on the structure of epoxy polymer by an ultrasonic method.**

Elastic properties of plasticized dbf epoxy polymer explored by an ultrasonic method. the model of influence of the structural changes on resilient properties of epoxy composites presented.

**Key words:** ultrasonic method, epoxy polymers, plasticizers.

**Шут М.І.,**  
академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор,  
завідувач кафедри загальної та прикладної фізики, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна,  
mishut1@ukr.net

**Рокицька Г.В.,**  
аспірант, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна,  
galina-darla@ukr.net

**Розанович В.Ю.,**  
студент, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
vrozanovych@gmail.com

**Рокицький М.О.,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна,  
maksal@bigmir.net

**Шут А.М.,**  
кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри загальної та прикладної фізики  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
Київ, Україна  
a\_shut@ukr.net

## АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ СПЕКТРІВ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПЕНТАПЛАСТУ

Як відомо, релаксаційні переходи в полімерах пов'язані з молекулярною рухливістю різних структурних елементів, що входять до тих чи інших підсистем полімеру. У цілому релаксаційні переходи та характерні часи релаксації  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  визначаються дискретним спектром молекулярної рухливості. Релаксаційна спектроскопія [1, 2] дозволяє з дискретних спектрів знайти усі релаксаційні переходи, характерні для даного полімеру, виявити їх природу, типи структурних елементів (кінетичних одиниць), а також їх рухливість (за  $\tau_i$  та енергіями активації  $U_i$ ), розміри  $v_i$  (за значеннями коефіцієнтів  $B_i$  у рівнянні Больцмана-Арреніуса  $\tau_i = B_i e^{\frac{U_i}{kT}}$ ) та концентрацію (за величиною внесків  $E_i$ ).

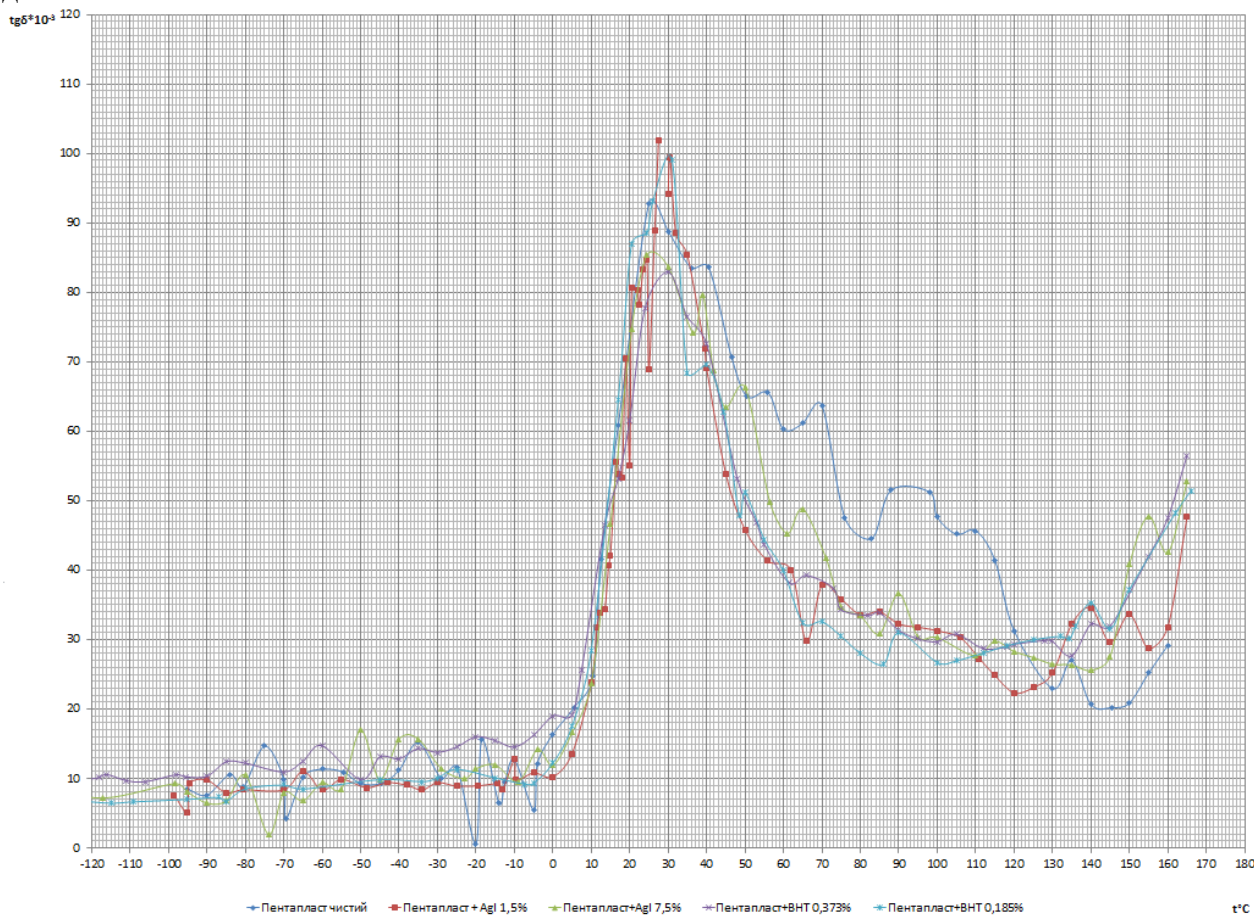
Як правило усі релаксаційні переходи у полімерах розділяються на три групи: низькотемпературні переходи ( $\beta$ -процеси релаксації), процес склування полімеру ( $\alpha$ -процеси релаксації) та повільні високотемпературні переходи ( $\lambda$ -процеси релаксації).

$\beta$ -процеси релаксації, що відповідають не коливанням атомів, а руху кінетичних одиниць, що включають в себе групу атомів у ланцюгу, але значно менших ніж сегмент, спостерігаються на залежності  $tg\delta=f(T)$  (Рис. 1.) в околі температур  $-50 < T < -10$  °С. При цьому процес характеризується двома максимумами, що відповідають  $\beta$ - та  $\beta_1$ -релаксації, що в свою чергу викликані, очевидно, розморожуванням мілкомасштабних рухів  $CH_2$  та  $CH_2Cl$  груп у складі полімерного ланцюга відповідно.

Як видно з рис. 1 чистий пентапласт характеризується наявністю яскраво виражених  $\alpha$ -процесів релаксації з максимумом на залежності  $tg\delta=f(T)$ , що відповідає 26 °С.

У роботі [3], було показано, що для процесу  $\alpha$ -релаксації значення  $B \approx 5 \cdot 10^{-12}$  с, що однозначно свідчить, про те що кінетичною одиницею у вказаних процесах є вільний сегмент. Крім  $\alpha$ -процесу релаксації, що відповідає процесу склування основної частини

аморфної складової пентапласту (ступінь кристалічності чистого пентапласту становив 26 % [4]), на температурній залежності  $tg\delta$  спостерігаються ще два процеси для яких значення  $B$  також мають порядок  $5 \div 5,5 \cdot 10^{-12}$  с. Таким чином, очевидно, що це є  $\alpha_1$ - та  $\alpha_2$ -процеси релаксації, перший з яких може відноситись до сегментальної рухливості у перехідних шарах від кристалічної до аморфної фази, а другий – до сегментальної рухливості в аморфних ділянках.



**Рис. 1.** Температурні залежності тангенса кута механічних втрат у полімерних системах на основі пентапласту

При температурах порядку 140÷150 °С та вище спостерігається деяке підвищення значень тангенса кута механічних втрат  $tg\delta$ , що відповідає  $\lambda$ -процесу релаксації, пов'язаного з рухливістю флуктуаційних надсегментальних та надмолекулярних структур в аморфній фазі у вигляді впорядкованих та ущільнених мікрообластей (структурних мікроблоків або кластерів). Сегменти, що входять до надсегментальні та надмолекулярні структури, на відміну від вільних сегментів є зв'язаними, а отже для їх активації необхідна більша енергія, що відповідає більшим значенням температури.

Наповнення пентапласту дисперсними частинками AgI та вуглецевими нанотрубками, призводить до ускладнення структури системи та спричинює виникнення додаткових релаксаційних явищ. Так наповнений пентапласт характеризується у високоеластичному стані двома релаксаційними переходами, що обумовлені присутністю активного наповнювача. Відповідно для неперервного спектру часів релаксації при додаванні активного наповнювача з'являються два нових максимуми –  $\alpha'$  та  $\varphi$ .

Перший низькотемпературний перехід (так званий  $\alpha'$ -процес) пов'язаний із сегментальною рухливістю у міжфазних шарах полімеру, адсорбованих на активному наповнювачі. Він проявляється дещо вище області склування та характеризується більш високою енергією активації, ніж процес  $\alpha$ -релаксації, відповідальний за процес склування.

Другий високотемпературний перехід (так званий  $\phi$ -процес [5]) пояснюється рухливістю частинок активного наповнювача.

На відміну від неконцентрованих колоїдних систем з малов'язким рідким середовищем (вода, органічні рідини), де тепловий рух частинок дисперсної фази являє собою броунівський рух, у наповнених полімерах характер їх теплового руху інший. Частинка наповнювача, перебуваючи у в'язкопружному середовищі – полімерній матриці – здійснює коливання з власною частотою  $\nu_0$  та періодом коливань  $\theta$ . Внаслідок теплових флуктуацій час від часу частинка переміщується малими стрибками у сусідні положення рівноваги. На відміну від низькомолекулярних систем коливально-поступальний характер теплового руху частинок у полімерній системі спостерігається при будь-яких концентраціях дисперсної фази, оскільки частинки перебувають у пружному середовищі – полімерній матриці.

Релаксацийний  $\phi$ -процес характеризується відповідним дискретним часом релаксації, що займає положення між часом хімічної релаксації та часами  $\lambda$ -релаксації у дискретному спектрі часів релаксації полімеру.

#### Література

1. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Курс физики полимеров. Л.: Химия, 1976. - 284с.
2. Бартенев Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. М.: Химия, 1979. – 288 с.
3. Shut M.I., Rokitskiy M.A., Shut A.M., Rokitskaya G.V. Determination of relaxation characteristics complex for penton – AgI matrix – disperse system // Functional Materials. – 2013. – Vol. 20, № 2. – С.221-226.
4. Шут М.І., Рокицька Г.В., Рокицький М.О., Левандовський В.В., Оранська О.І. Рентгенографічні дослідження матрично-дисперсної системи на основі пентапласту та йодиду срібла // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки, Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2011. – № 12. – С. 6-12.
5. Бартенев Г.М. Релаксационный  $\phi$ -переход в наполненных полимерах и молекулярная подвижность частиц активного наполнителя // Высокомолекулярные соединения. – 1982. – Т. XXIV, № 9. – С. 1836-1841.

#### Шут М.І., Рокицька Г.В., Розанович В.Ю., Рокицький М.О., Шут А.М. Аналіз температурних залежностей спектрів внутрішнього тертя полімерних систем на основі пентапласту

**Анотація.** У даній роботі проведено аналіз температурних залежностей тангенса кута механічних втрат ( $\text{tg}\delta=f(T)$ ) композитів полімерних систем пентапласт - AgI та пентапласт - ВНТ в температурному інтервалі склування, форма якої спричинена присутністю структурно-активних частинок йодиду срібла та ВНТ. Показано, що метод вільних крутильних коливань може бути застосований і до полімерних композиційних матеріалів до складу яких входять полімери здатні до кристалізації, а саме високомолекулярні полієфіри та дисперсні наповнювачі.

**Ключові слова:** полімер, релаксація, склування.

#### Shut M., Rokytska H., Rozanovych V., Rokytskyi M., Shut A. Analysis of temperature dependences of inner friction of polymer systems based on penton.

**Abstract.** In this research the analysis of temperature dependences of angle of mechanical losses ( $\text{tg}\delta=f(T)$ ) of polymer composites of systems penton - AgI and penton - CNT, whose shape is caused by structure-active silver iodide and CNT particles occurrence, in glass transition temperature range, have been carried out. It has been shown that method of free rotational oscillations can be used also to polymer composite materials which includes polymers able to crystallization, namely, high-molecular polyesters and disperse fillers.

**Key words:** polymer, relaxation, glass transition.

**Шевченко Р.В.,**  
магістрант,  
НПУ ім. М.П. Драгоманова  
**Науковий керівник – Філоненко М.М.,**  
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,  
НПУ ім. М.П. Драгоманова,  
vishevchenko23@gmail.com

## МОДЕЛЮВАННЯ АТОМНОЇ СТРУКТУРИ АМОРФНОГО SiCN МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ

**Вступ.** Тонкі плівки з кремнієвого нітриду вуглецю (SiCN) використовуються як захисні та зносостійкі покриття завдяки їхнім специфічним фізичним та механічним властивостям, таким як висока твердість (до 30 ГПа), низьке теплове розширення, висока хімічна та термічна стійкість [2]. Також плівки SiCN є фотоелектронним матеріалом, ширина забороненої зони якого (в залежності від складу) може змінюватися в межах від 2,4 до 5,0 еВ [3]. Аморфний SiCN особливо важливий завдяки його структурній стабільності та високій опірності окисленню при температурах вищих 1500°C [4]. Таким чином, плівки SiCN мають перспективи використання в мікроелектроніці та технологіях покриттів.

**Методика розрахунків.** Моделювання аморфної атомної структури  $\text{Si}_{43}\text{C}_{43}\text{N}_{42}$  проводилось наступним чином. Вихідна структура утворювалась шляхом хаотичного розміщення 43 атомів Si, 43 атомів C та 42 атомів N по 128 вузлах об'ємно-центрованої ґратки. Ці вузли заповнювали кубічну моделювальну комірку. Довжина ребра комірки вибиралась такою, щоб густина речовини в ній дорівнювала густині карбіду кремнію. Для розрахунків використовувалась першопринципна квантова молекулярна динаміка (КМД) з пакету програм «Quantum ESPRESSO» [5]. На першому етапі отримання аморфного SiCN початкова атомна структура піддавалась протягом 3 пс обробці КМД при температурі 4500 К у фіксованій моделювальній комірці. В результаті цього етапу була отримана система, розміщення атомів якої характерне для рідкого стану речовини. Протягом наступних п'яти етапів, кожен з яких тривав 2 пс, температура системи під час молекулярної динаміки послідовно була рівною 4000, 3500, 3000, 2500 та 2000 К. Моделювальна комірка під час цих етапів також не змінювалась. На наступних трьох етапах молекулярна динаміка проводилась при температурах 1500, 1000 і 500 К і мала тривалість 1,5 пс на кожному етапі. На цих трьох етапах розміри та форма моделювальної комірки не фіксувалися. На наступному, завершальному, етапі моделювання форма та розміри моделювальної комірки, а також розташування атомів в ній оптимізувались. У випадку молекулярної динаміки для обчислення інтегралів по зоні Бріллюена використовувалась лише центральна точка зони, а у випадку структурної оптимізації – використовувалась сітка з 64 точок в  $k$ -просторі. Максимальна енергія для базису плоских хвиль була вибрана рівною 400 еВ. Критерій збіжності для розрахунку повної енергії системи становив  $1,36 \cdot 10^{-5}$  еВ. При обраній сітці  $k$ -точок для забезпечення необхідної точності розрахунку сил міжатомної взаємодії виконувалось згортання щільності електронних станів системи з гаусіаном ширини 0,27 еВ. Для обчислень електрон-іонної взаємодії використовувались ультра-м'яккі псевдопотенціали Вандербільта, а для розрахунків обмінно-кореляційної енергії – узагальнене градієнтне наближення. Всі розрахунки проводились з використанням періодичних граничних умов.

**Результати та їх обговорення.** Загальна та парціальні парні кореляційні функції аморфного  $\text{Si}_{43}\text{C}_{43}\text{N}_{42}$  представлені на рисунках 1 та 2, відповідно.

Загальна парна кореляційна функція в лівій частині (до основного мінімуму при міжатомній відстані рівній 0,214 нм) має два максимуми – роздвоєний нижчий (0,120 і 0,138 нм) та одинарний вищий (0,179 нм). Як видно з парціальних парних кореляційних функцій вищий пік формується вкладками від міжатомних зв'язків, в яких один і тільки один з атомів є

атомом Si. Роздвоєний пік утворюється вкладками від тих міжатомних зв'язків, в яких відсутні атоми Si.

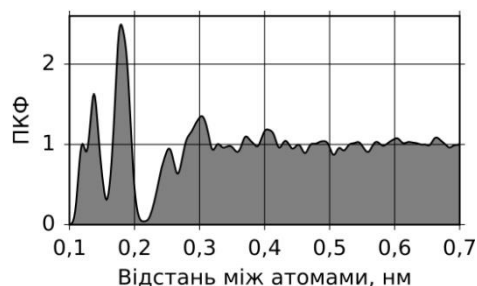


Рис. 1. Загальна парна кореляційна функція (ПКФ).

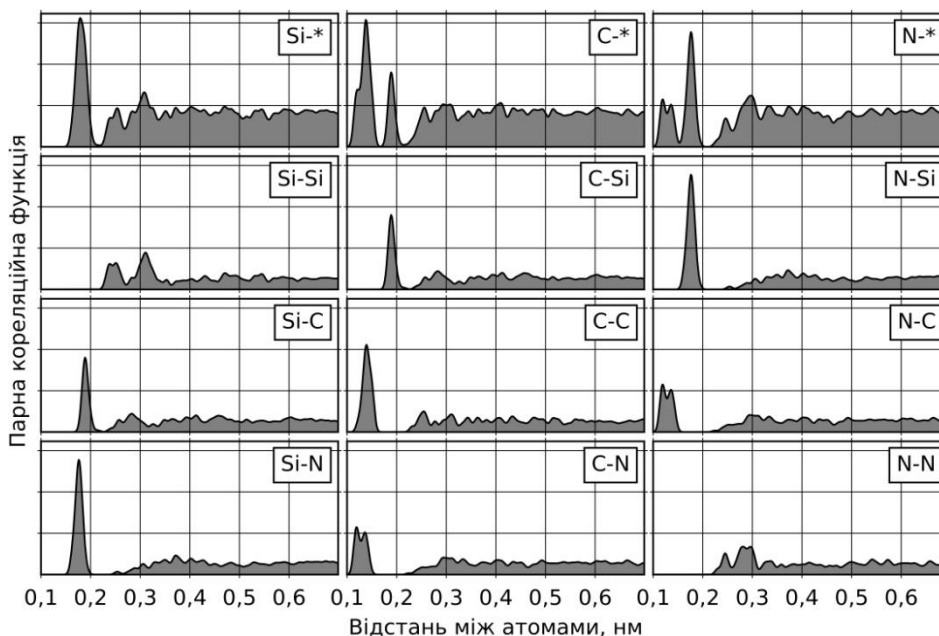


Рис. 2. Парціальні парні кореляційні функції.

Згідно з рис. 2 в найближчому оточенні атомів Si та N відсутні однойменні атоми. У випадку атома Si це можна пояснити тим, що атомний радіус такого атома значно більший ніж радіуси атомів C та N (атомні радіуси Si, C та N дорівнюють 0,117, 0,077 та 0,070 нм, відповідно [1]). Що стосується відсутності атомів N в найближчому оточенні атомів N, то це можна пов'язати з більш сильною взаємодією атомів N з атомами Si та C в порівнянні з взаємодією атомів N між собою.

Деякі середні значення параметрів, що характеризують найближче оточення кожного з атомів аморфного  $\text{Si}_{43}\text{C}_{43}\text{N}_{42}$  приведено в таблиці.

Таблиця. Характеристики найближчого оточення атомів різного типу.  $r_0$  – радіус кулі найближчого оточення атома,  $\langle N_0 \rangle$  – середнє число атомів в найближчому оточенні.

Атом	$r_0$ , нм	$\langle N_0 \rangle$	Вміст Si, %	Вміст C, %	Вміст N, %
Si	0,219	3,05	0,0	39,7	60,3
C	0,214	2,81	42,1	36,4	21,5
N	0,210	2,50	75,2	24,8	0,0

Привертає увагу, що в найближчому оточенні атомів Si кількість атомів N є значно більшою числа атомів C. Подібна картина спостерігається і у випадку найближчого оточення



атомів N, де атомів Si значно більше, ніж атомів C. Таке групування може бути пов'язаним з утворенням більш міцних зв'язків між атомами Si та N в порівнянні зі зв'язками Si–C та C–N.

Найбільш ймовірні найкоротші відстані між атомами, визначені за піками парціальних парних кореляційних функцій, такі: 0,127(C–N), 0,139(C–C), 0,176(Si–N), 0,189(Si–C), 0,245(Si–Si) та 0,245(N–N) нм. Всі відстані, крім останньої, є дещо меншими найкоротших міжатомних відстаней у відповідних кристалах. Можливо таке зменшення довжини міжатомних зв'язків обумовлене збільшенням кратності цих зв'язків

**Висновки.** Першопринципним методом змодельовано аморфний  $\text{Si}_{43}\text{C}_{43}\text{N}_{42}$ . В отриманій аморфній структурі в найближчому оточенні атомів Si атоми N значно переважають над атомами C, а атоми Si відсутні. Атоми N безпосередньо не контактують один з одним і в найближчому оточенні кожного з них атоми Si переважають над атомами C.

#### Література

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. — Москва: Наука, 1978. — 792 с.
2. Swain B. P. Study of structural and electronic environments of hydrogenated amorphous silicon carbonitride (a-SiCN:H) films deposited by hot wire chemical vapor deposition / B. P. Swain, N. M. Hwang // *Appl. Surf. Sci.* — 2008. — 254, No. 17. — P. 5319–5322.
3. Awad Y. Structural and mechanical properties of amorphous silicon carbonitride films prepared by vapor-transport chemical vapor deposition / Y. Awad, M. A. El Khakani, C. Aktik *et al.* // *Surf. Coat. Technol.* — 2009. — 204, No. 4. — P. 539–545.
4. Riedel R. A covalent micro/nano-composite resistant to high-temperature oxidation / R. Riedel, H.-J. Kleebe, H. Schönfelder *et al.* // *Nature.* — 1995. — 374, No. 6522. — P. 526–528.
5. Giannozzi P. QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials / P. Giannozzi, S. Baroni, N. Bonini *et al.* // *J. Phys. Condens. Matter.* — 2009. — 21, No. 39. — 395502(19pp).

#### **Шевченко Р.В. Моделирование атомной структуры аморфного SiCN методом молекулярной динамики.**

**Анотація.** Методом першопринципної молекулярної динаміки отримано аморфний  $\text{Si}_{43}\text{C}_{43}\text{N}_{42}$ . За допомогою парної кореляційної функції та функції розподілу кутів між зв'язками досліджено отриману атомну структуру. Виявлено, що в найближчому оточенні атомів Si та N відсутні однойменні атоми. В найближчому оточенні атомів C представлені всі атоми.

**Ключові слова:** аморфний карбонітрид кремнію, атомна структура, молекулярна динаміка.

#### **Shevchenko R.V. Simulation of the atomic structure of amorphous SiCN by molecular dynamics.**

**Abstract.** The amorphous  $\text{Si}_{43}\text{C}_{43}\text{N}_{42}$  was obtained with the aid of the first-principle molecular dynamics. Using the pair correlation function and function distribution of angles between bonds, the obtained atomic structure is investigated. It was found that in the nearest environment of Si and N atoms there are no atoms of the same name. In the nearest environment of the atoms C all atoms are represented.

**Key words:** amorphous silicon carbonitride, atomic structure, molecular dynamics.

## **Тематичний напрям**

**Історія, методологія  
і методи навчання  
фізико-математичних  
дисциплін у ВНЗ**

## **Секція II**

**Гончаренко Я.В.**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
завідувач кафедри вищої математики,  
НПУ імені М.П.Драгоманова,  
Київ, Україна  
ya.v.goncharenko@npu.edu.ua

## **ДЕЯКІ ПИТАННЯ НАВЧАННЯ МЕТОДИКИ МАТЕМАТИКИ ВИЩОЇ ШКОЛИ**

Дисципліна «Методика навчання математики у вищій школі» є нормативною навчальною дисципліною при підготовці магістрантів спеціальностей 111 Математика та 014 Середня освіта (математика). В результаті вивчення даної дисципліни у студентів мають бути сформовані наступні програмні компетентності: 1) готовність проектувати та здійснювати навчання математики в загальноосвітніх (в тому числі профільних) та вищих навчальних закладах; 2) здатність до організації, управління та контролю спільної діяльності та міжособистісної взаємодії суб'єктів освітнього процесу, моніторингу якості його результатів; 3) готовність здійснювати керівництво науковою роботою учнів та студентів; 4) володіння професійною термінологією, здатність сприймати та представляти наукову інформацію в усній та письмовій формах рідною та іноземною мовами; 5) здатність обирати, застосовувати та створювати сучасні інформаційно-комунікаційні засоби для розв'язання математичних та прикладних задач.

Основною метою навчальної дисципліни «Методика навчання математики у вищій школі» є підготовка студентів до професійної діяльності викладача математики у вищому навчальному закладі. Досягнення такої мети передбачає, зокрема, ознайомлення студентів з основами сучасної методики навчання математики у вищій школі, її досягненнями та проблемами; розкриття суті всіх компонент методичної системи навчання вищої математики; розгляд деяких питань спеціальної методики вивчення основних (інваріантних) змістових модулів курсу вищої математики у ВНЗ.

В той же час виникає природне питання: чи дійсно готовий студент, який засвоїв даний курс навіть на високому рівні, якісно викладати курс вищої математики або інші математичні курси? Можливо для того, щоб стати викладачем достатньо мати гарну фундаментальну математичну підготовку та певний досвід роботи зі студентами. Тим більше, що багаторічний досвід діяльності вищих навчальних закладів демонструє достатню ефективність саме такої моделі.

Враховуючи сучасний стан розвитку математичної освіти в Україні, можна спрогнозувати, що випускники, які пов'яжуть свою професійну діяльність з викладанням математики, стикнуться з великою кількістю проблем, які зумовлені, насамперед, падінням престижу математичної освіти і математичних професій, зокрема вчителя і викладача математики. Не секрет, що останні десятиліття конкурс на математичні, фізичні та суміжні спеціальності у ВНЗ України та й світу безупинно знижується. На сьогодні проблеми з набором абітурієнтів, принаймні з достатнім рівнем математичних знань, на зазначені спеціальності відчують практично всі ВНЗ України. Звідси випливає і низький рівень підготовки майбутніх вчителів математики та фізики, які йдуть у школу, і порочне коло замикається.

Розглянемо основні недоліки сучасної математичної освіти студентів та проаналізуємо шляхи їх уникнення, чи принаймні мінімізації, які доцільно було б розглядати в процесі навчання магістрантів – майбутніх викладачів математики. Серед таких недоліків виділимо наступні: 1) надмірна формалізація математичних знань, високий рівень абстракції, недоступний для більшості студентів; 2) рецептурність навчання, засилля принципу діяльності «за зразком» без розуміння суті математичних понять, фактів та методів; 3) відсутність міжпредметних зв'язків математики з дисциплінами циклу професійної та практичної підготовки, яка зумовлена не тільки недоліками у методичній підготовці викладачів математики, а й низьким рівнем використання математичних методів в навчанні

спеціальних дисциплін, що часто пов'язано з недостатнім рівнем математичної підготовки викладачів відповідних курсів; 4) відсутнє або недоцільне застосування інформаційно-комунікаційних технологій в навчанні математики.

Вважаю, що однією з основних задач курсу методики навчання математики у вищій школі є підготовка студентів до подолання названих труднощів. Одним з основних шляхів принаймні часткового вирішення вказаних проблем є відбір та оптимальна (в певному розумінні) структуризація змісту математичної освіти. В умовах скорочення аудиторних годин, що відводяться на вивчення математичних курсів, викладачу необхідно постійно розв'язувати оптимізаційну задачу: як за обмежений час сформулювати у студентів необхідні знання вміння та навички, дотримуючись при цьому принципів доступності, науковості, послідовності та логічної несуперечливості викладу матеріалу. Тому при вивчення дисципліни «Методика навчання математики у вищій школі» ми з студентами часто розглядаємо таку проблему: для деякого модуля (змістового модуля) курсу вищої математики визначити: перелік основних понять, фактів, методів та типів задач; послідовність їх вивчення; метод введення кожного з понять; метод та рівень вивчення доведення кожного з тверджень; основні типи задач та методи формування вмінь їх розв'язувати.

При цьому однією з найгостріших проблем є методика вивчення математичних тверджень та їх доведень. Студенти – магістранти, виходячи з досвіду власного навчання, вважають, що доводити необхідно все. Звичайно, в певному розумінні, вони праві, але, аналізуючи досвід викладання курсу вищої математики для студентів нематематичних (технічних, економічних тощо) спеціальностей, можна сказати, що на практиці найчастіше можна зустріти два підходи: 1) не доводиться нічого, вивчається перелік означень, формул, властивостей, теорем та їх застосування до розв'язання задач; 2) деякі основні факти доводяться, але самі доведення містять багато логічних прогалин, оскільки здійснити повний строгий виклад теоретичного матеріалу просто бракує часу. При навчанні доведень ми пропонуємо застосовувати наступний підхід: доведення кожного математичного твердження, що вивчається, відносити до однієї з категорій: 1) строге повне доведення (у випадках, коли доведення твердження містить в собі важливий метод міркувань, що використовується в інших доведеннях та при розв'язання задач, саме твердження є ключовим для даної теорії, а його доведення не є громіздким); 2) вивчення основних етапів (логічних кроків) доведення без деталізації (у випадках, коли повний опис деяких кроків доведення вимагає громіздких міркувань, які, в принципі, відомі студентам); 3) доведення в частковому випадку (наприклад, доведення теореми Крамера для випадків  $n=2$ ,  $n=3$ ); 4) обґрунтування на основі посилення на раніше вивчені факти, з яких впливає дане твердження; 5) ілюстрація за допомогою прикладів. На мою думку, введення таких класів доведень дозволяє студентам краще структуризувати навчальний матеріал, враховуючи кількість навчального часу та рівень студентів, уникати спокуси «махнути рукою» на занадто складні або громіздкі доведення, краще відчувати самим та донести до своїх студентів внутрішньо та міжпредметні зв'язки курсу вищої математики.

### **Гончаренко Я.В. Деякі питання навчання методики математики вищої школи**

**Анотація.** Розглянуто деякі проблеми сучасної математичної освіти та проаналізовано шляхи їх вирішення в контексті підготовки магістрантів – майбутніх викладачів математики.

**Ключові слова:** вища освіта, математична освіта, методика навчання математики.

### **Goncharenko Ya.V. Some questions of teaching methodology of higher school math**

**Abstract.** Some problems of modern mathematical education are considered and the ways of their solution are analyzed in the context of preparation of graduate students - future teachers of mathematics.

**Key words:** higher education, mathematical education, methods of teaching mathematics.

**Збаравська Л.Ю.,**  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
зав.каф. фізики і ЗТД,  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
м. Кам'янець-Подільський, Україна,  
olzbaravska@gmail.com

## **РОЛЬ ТА МІСЦЕ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ АГРОІНЖЕНЕРІВ**

Важко переоцінити місце фізичних знань в професійній підготовці фахівців аграрно-технічної галузі. Низький рівень фундаментальної підготовки в неперервному навчанні майбутніх фахівців приводить до того, що при вивченні фахових дисциплін відбувається накопичення знань без глибокого розуміння фізичної сутності процесів. Інженер, який має слабку фундаментальну підготовку, не може детально розібратися в тих виробничих процесах з яким він буде працювати, впевнено включитися в роботу і знайти вірні шляхи для раціоналізації тієї справи, до якої він призваний. Шлях до справжнього розуміння питання техніки і виробництва лежать через систематичне вивчення, зокрема основ фізики. В процесі вивчення фізики студенти повинні бачити, що саме знання законів фізики привело і призводить до створення різних технічних пристроїв, фізичні основи яких студенти можуть пояснити маючи високий рівень фундаментальної підготовки. Тому на заняттях з фізики студенти вчаться на основі законів фізики пояснювати явища, які спостерігаються в природі, виробництві, сільськогосподарських машинах та механізмах.

Курс фізики для інженерних спеціальностей є основою фізики – науки, в зміст якої входять факти, поняття, величини, закони, теорії, фізична картина світу, методи фізики і практичне застосування фізики. Факти, поняття та закони теорії курсу фізики повинні бути подані студентам в систематизованому вигляді відповідно з дидактичними принципами систематичності і послідовності викладу знань. Необхідність структурування фізичних знань визначається не тільки принципом систематичності навчання. Більший обсяг знань і відсутність можливостей для збільшення часу вивчення матеріалу, який відображає професійну спрямованість курсу фізики, вимагає щільного відбору і систематизації навчального матеріалу.

Ця проблема може розв'язуватися по-різному. Ми при відборі змісту навчального матеріалу з фізики і його структуруванні широко використовуємо принцип генералізації [1], який припускає виділення однієї або декількох основних ідей і групування матеріалу навколо цієї ідеї. Матеріал курсу фізики групується навколо фізичних теорій. Такий підхід до відбору змісту навчального матеріалу і його структурування є, на наш погляд, дуже плідним. Тому об'єднання навчального матеріалу навколо фізичних теорій дозволяє сформулювати у студентів визначений спосіб мислення, так зване теоретичне мислення, яке відповідає сучасному рівню суспільного пізнання. Формування цього способу мислення є однією із завдань навчання фізики у вищій школі. Розвиток теоретичного мислення дозволяє узагальнювати знання студентів на рівні фізичної картини світу і тим самим сприяє формуванню у них наукового світогляду. Тому групування матеріалу навколо фізичних теорій дозволяє передати студентам в узагальненому вигляді визначену кількість знань і використовувати її для об'єднання і переказування явищ і процесів, тобто формувати у них теоретичне мислення і науковий світогляд. Виділення теорії в якості провідної структурної одиниці навчального матеріалу відкриває великі можливості для цілеспрямованого добору конкретного навчального матеріалу. Найефективніше професійно спрямований матеріал можна вивчати, розглядаючи наслідки теорій і практичних застосувань. Одним з провідних методів навчання студентів курсу фізики є розв'язування задач.

Навчальні задачі призначені для вироблення у студентів вмінь застосовувати закони фізики до розв'язування конкретних професійних завдань. Найбільші можливості реалізації

принципу професійної спрямованості мають саме на цьому етапі вивчення студентами курсу фізики. Тут, поряд з традиційними задачами, розглядаються такі, які більш наближені до інженерних задач і вимагають застосування знань з механіки, молекулярної фізики, термодинаміки та іншим розділам до аналізу роботи машини, механізмів сільськогосподарської техніки та пристроїв. В ході дослідження визначено основні методичні вимоги, на основі яких розробляються професійно спрямовані задачі:

1. Зміст професійно спрямованих задач повинен відповідати програмі курсу фізики та вимогам кваліфікаційної характеристики фахівця та орієнтувати студента на проблеми, які він вирішуватиме в своїй професійній діяльності [2].

2. Зміст задач та завдань не повинен бути вузькоспеціалізованим, він має доповнюватися суміжними галузями знань, якими необхідно володіти при розв'язанні технічних завдань на виробництві. Наприклад професійно спрямовані задачі з вивчення сільськогосподарських машин, механізмів, їх конструювання та розрахунків повинні мати тісний зв'язок з виробничими процесами, в яких вони використовуються.

3. У формулюваннях задач слід відобразити найбільш важливі параметри, які дадуть можливість студентам при їх розв'язуванні і в майбутній професійній діяльності виділити головні показники, що визначають зміст і характер дій при прийнятті рішень [3].

4. Професійно спрямовані задачі необхідно складати таким чином, щоб у них знаходив відображення відповідний вид професійної діяльності, тобто за деякий відрізок навчального часу виконувалась максимально можлива кількість часткових професійних задач [4].

5. Процес розв'язування професійно спрямованих задач повинен стимулювати студентів до розв'язання проблем майбутньої професійної діяльності.

6. Розв'язування професійно спрямованих завдань вимагає від студента самостійних творчих зусиль, що забезпечуватиме індивідуалізацію професійної підготовки майбутніх фахівців сільськогосподарського виробництва.

Як свідчить практика, розв'язування таких задач є одним із засобів формування фахових якостей майбутніх інженерів. Їх розв'язування створює передумови для успішного застосування теоретичних знань у практиці аграрного виробництва, для якісного виконання технічних навчальних завдань, курсових проектів тощо. Розв'язування задач з врахуванням наряду підготовки фахівців сприяє глибокому розумінню фізичної сутності процесів, які протікають в сільськогосподарських машинах, механізмах, пристроях [5]. Для розв'язання задач з врахуванням професійної спрямованості доцільно наводити демонстраційні задачі які містять елементи, процеси, які протікають в сільськогосподарських машинах, механізмах.

Як показують результати педагогічної діяльності, описана методика проведення практичних завдань сприяє швидкому просуванню в засвоєнні навичок розв'язування фізичних задач професійно спрямованого змісту. Практичні заняття по розв'язуванню професійно спрямованих задач вносять вагомий вклад у формування системи фізичних знань майбутніх фахівців аграрно-технічної галузі.

#### Література

1. Пурьшева Н.С. Пути реализации принципа генерализации учебного материала при построении курса физики средней школы // Теория и практика обучения физике в современной школе. М.: «Прометей».3-12, (1992).

2. Збаравська Л.Ю. Слободян С.Б. Фахова спрямованість в лекційному курсі фізики для студентів аграрно-технічних університетів. Матеріали всеукр. наук.-метод. конф. «Проблеми підготовки фахівців-аграріїв в навчальних закладах вищої та професійної освіти. Видавець ПП Зволейко Д.Г., Кам'янець-Подільський, 95-101, (2014).

3. Збаравська Л.Ю. Слободян С.Б., Торчук М.В. Формування професійно спрямованих умінь студентів під час виконання лабораторного практикуму з фізики для студентів аграрно-технічних університетів. Видавництво СНУ, Вип. 23, 23-29, Суми, (2011).

4. Збаравська Л.Ю. Бендера І.М., Слободян С.Б. Збірник задач з фізики з професійним спрямуванням. Видавець ПП Зволейко Д.Г., Кам'янець-Подільський, (2010).

5. Збаравська Л.Ю. Комп'ютерно-орієнтовані технології у курсі фізики для студентів аграрно-технічних університетів. «Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи» 2014, Вип.48, 45...52, Київ, (2014).

**Збаравська Л.Ю. Роль та місце фізичних задач у контексті сучасних вимог до професійної готовності агроінженерів.**

**Анотація.** Проаналізовані особливості використання професійно спрямованих завдань в курсі фізики для студентів аграрно-технічних навчальних закладів. Доведено, що розв'язування задач міжпредметного характеру стимулює пізнавальний інтерес до вивчення фізики як науки та дозволяє краще засвоювати матеріал інших дисциплін природничого циклу, розвиває їх пізнавальні та творчі здібності, впливає на формування стійких мотивів до отримання знань з фахових дисциплін.

**Ключові слова:** фізика, задачі, професійна спрямованість, пізнавальний інтерес, міжпредметні зв'язки.

**Zbaravska I. Role and place of physical problems in the context of modern requirements for professional preparedness of agricultural engineers.**

**Abstract.** The features of the use professionally oriented tasks in the course of physics for students of agrarian-technical educational institutions are analyzed. It is proved that solving problems of interdisciplinary nature stimulates cognitive interest in the study of physics as a science and allows to better master the material of other disciplines of the natural cycle, develops their cognitive and creative abilities, and influences the formation of stable motives for obtaining knowledge on professional disciplines.

**Key words:** physics, tasks, professional orientation, cognitive interest, interdisciplinary connections.

**Ковальчук М. Б.**  
к.п.н., доцент кафедри вищої математики,  
Вінницький національний  
технічний університет,  
Вінниця, Україна,  
maya.kovalchuk@gmail.com

## **АЛГОРИТМІЧНІ ВМІННЯ ЯК ОСНОВА МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ**

**Виклад основного матеріалу.** Професійна підготовка студентів в технічному вузі ставить перед математичною освітою такі основні цілі:

- інтелектуально розвивати студентів, формуючи такі якості мислення, які характерні для математичної діяльності в обраній спеціальності і необхідні людині для повноцінного життя в суспільстві;
- надавати математичні знання, формувати вміння і навички, які необхідні для вивчення суміжних дисциплін, для застосування у професійній діяльності, для продовження безперервної освіти;
- формувати уявлення про ідеї і методи математики, про математику як форму опису та метод пізнання дійсності;
- виховувати особистість в процесі засвоєння математики.

Якщо основні цілі, які стоять перед сучасною математичною освітою в технічному вузі вирішені, то випускники цих вузів вміють в межах своєї спеціальності будувати математичні моделі, ставити математичні завдання, застосовувати для вирішення завдання чисельні методи з використанням сучасної обчислювальної техніки, застосовувати якісні математичні методи дослідження, робити практичні висновки на основі проведеного математичного аналізу і володіють сучасними алгоритмічними способами вирішення професійних завдань.

Процес навчання майбутніх інженерів, який будується з урахуванням вимог майбутньої професії до математичної підготовки, вимагає впровадження і реалізації принципів професійної спрямованості, наступності, міжпредметних зв'язків, проблемності, науковості, системності, варіативності, фундаментальності.

Реалізація названих принципів у взаємодії відображає діалектику реального процесу взаємозв'язку професійної і математичної підготовки в цілях, змісті, формах і засобах навчання. У цих умовах математичні дисципліни разом з виконанням своїх безпосередніх освітніх функцій виступають в якості теоретичної основи для вивчення загальних і спеціальних дисциплін, формування теоретичної та психологічної бази для оволодіння майбутньою професією, тобто мають забезпечувати набуття випускниками компетенцій для здійснення подальшої професійної діяльності.

Серед галузевих компетентностей важливе значення має математична компетентність, оскільки математичні поняття, аксіоми, теореми і теорії мають своїм джерелом реальність, разом з тим вони призначені для дослідження тієї ж реальності за допомогою математичних моделей. Оволодіння математичним методом пізнання дійсності складає підґрунтя для формування математичних компетентностей.

Змістом професійної математичної компетентності є математичні знання та вміння на рівні, достатньому для їх найкращого використання при вирішенні завдань, які виникають при виконанні професійних функцій, і для подальшого творчого саморозвитку фахівця [1].

Вищесказане означає, що математична компетентність є частиною загальних компетенцій. Тому, що математика виробляє здатність особистості до моделювання нетривіальних ситуацій. В цьому сенсі найбільшу вагу має алгоритмічний підхід до формування математичних компетенцій.

Система математичних знань професійної спрямованості, як цілісна властивість особистості, має різні рівні розвитку з характерними ознаками, які дозволяють їх



діагностувати [2]. Виділяють три рівні розвитку професійних математичних знань у студентів вищих навчальних закладів [1].

Перший рівень розвитку - *адаптаційний* – характеризується:

- знаннями студента фундаментальних положень, які вивчаються в курсі «математика» і математичних теорій;

- умінням здійснювати внутріпредметні і міжпредметні зв'язки, систематизувати їх.

Студенти можуть визначити базові знання, які необхідні для подальшого поєднання їх в цілісні системи, побудувати *алгоритм* для вирішення нескладних професійних завдань. Тобто, студенти вмюють перевести професійну задачу на математичну мову, вибрати метод її розв'язання і побудувати алгоритм одержання результату. Однак знання студентів в цьому випадку не є оперативними і гнучкими. Стан якостей математичних прикладних знань в цьому випадку має свої функції в структурі професійної підготовки, впливаючи на мотиви, переконання, професійну орієнтацію. Студенти в даному випадку починають засвоювати математичні знання, виділяючи в них базові, намагаються алгоритмізувати рішення як математичних, так і загально-технічних завдань, відшуковуючи оптимальні алгоритми одержання результатів. Все це показує студенту дієвість отриманих знань, сприяє кращому вивченню загальних і спеціальних дисциплін у навчальному процесі.

Другий рівень - *орієнтуючий* – характеризується:

- вміннями узагальнювати знання в цілісні системи на основі аналогії і аналізу базового знання;

- вміннями алгоритмізувати рішення професійних завдань, створюючи математичні моделі, синтезуючи знання математики та дисциплін загальноосвітнього, загальнопрофесійного і спеціального циклів, знаходячи оптимальний шлях вирішення.

Тут відзначається підвищення оперативності знань і гнучкість їх використання. Студенти вмюють будувати математичні моделі соціально-економічних і виробничих процесів і явищ, оцінюють адекватність процесів, вибираючи кращий метод дослідження. Усвідомлені математичні знання стають засобом опису і дослідження технічних професійних явищ, процесів і пристроїв. У структурі професійної підготовки студентів з'являються провідні мотиви: захоплення студентів пошуком можливостей використання математичних знань до вирішення завдань, професійно значущих для їх майбутньої діяльності, прагнення засвоювати базові математичні знання системами з намірами використовувати їх застосування для вирішення прикладних завдань. Спостерігається засвоєння студентами знань, актуалізація їх у навчальній, практичній і професійній діяльності майбутнього фахівця.

Третій рівень - *професійно-орієнтовний* - характеризується поглибленням і розширенням уявлень студента про структуру математичних знань, адекватної наукової теорії, ролі методів у розвитку професійних, спеціальних знань і їх практичне застосування в майбутній професійній діяльності. Прогнозування сфери можливих застосувань нових теорій, як обов'язковий аспект засвоєння математичних знань, робить їх гнучкими і дієвими. Студенти актуалізують теоретичні знання, які потрібні для побудови алгоритму розв'язування поставленого практичного завдання. Активно застосовують творчі методи розумової діяльності на основі синтезу, узагальнення, аналогій, абстрагування, алгоритмізації - як елементів системного аналізу складних математичних моделей, так і опису процесів в технічних системах; студенти самостійно знаходять оптимальні рішення і пояснюють одержанні результати [ 3-4, 5].

Виділені рівні якостей математичних знань прикладної спрямованості у студентів технічного університету та їх функції в становленні професійної підготовки дозволяють вважати математичну підготовку студента необхідним компонентом в системі підготовки фахівця вищої професійної освіти.

Складовими математичної компетентності є: процедурна компетентність; логічна компетентність; технологічна компетентність; дослідницька компетентність; методологічна компетентність.

В основі складових математичної компетентності лежать алгоритмічні вміння це дозволяє виділити алгоритмічну компетентність, як складову математичної.

Експериментальне дослідження навчального процесу вказує на те, що алгоритмічні вміння перетворюються в компетенції, формуються і розвиваються найбільш ефективно, якщо в процесі навчання використовуються алгоритмічні види діяльності. Алгоритмічний підхід в навчальній діяльності дозволяє алгоритмізувати не тільки предметну діяльність, але і розумову. Алгоритмічні вміння стають засобом «добування» знань, засобом планування такої діяльності з метою подальшого застосування одержаних знань, прогнозування очікуваних результатів, проведення аналітичних зрізів отриманих результатів своєї діяльності і подальшого перспективного планування.

Процес формування математичної компетентності вимагає забезпечення певної сукупності педагогічних умов. Передусім, це:

- 1) мотивація студентів на свідоме засвоєння математичних знань з метою їх використання у подальшій професійній діяльності;
- 2) застосування інноваційних особистісно орієнтованих педагогічних технологій;
- 3) використання сучасних засобів комп'ютерної математики;
- 4) регулювання змістового наповнення математичних дисциплін на усіх етапах професійної підготовки;
- 5) забезпечення навчально-методичного супроводу формування математичної компетентності (методичних, дидактичних матеріалів супровід передбачає й консультування викладачів професійно-орієнтованих дисциплін).

**Висновок:** Таким чином, процес формування математичної компетентності майбутніх інженерів відбувається за умов навчальної діяльності, яка: враховує сучасні вимоги до кваліфікаційного рівня трудових ресурсів; відображає мету і зміст професійної підготовки в технічному вузі.

#### Література

1. Ольнева А. Б. Вариативный подход к математическому образованию в техническом вузе: дис...д-ра пед. наук.: 13.00.08. / А. Б. Ольнева - Астрахань, 2007 г.- 362 с.
2. Кулюткин Ю. Н. Личностные механизмы и понятийный аппарат / Ю.Н. Кулюткин.- М.: Педагогика, 1990. - 104 с.
3. Вяткин Л. Г. Основы педагогики высшей школы [ учебное пособие] / Л.Г. Вяткин, А.Б. Ольнева. - Саратов.: Изд-во Научная книга, 2003. - 364 с.
4. Вяткин Л. Г. Развитие познавательной самостоятельности и творческой активности педагога [учебное пособие] / Л.Г. Вяткин, А.Б. Ольнева. – Саратов.: Изд-во Научная книга, 2003. - 196 с.
5. Ольнева А.Б. Основные проблемы формирования содержания фундаментальных знаний математики в системе высшего профессионального образования / А.Б. Ольнева // Вестник Госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - Саратов.: Изд-во ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2004. - № 3. - С. 89-91.

**Анотація.** В статті аналізуються основні освітні цілі математики в технічному вузі. В процесі дослідження виділяються рівні розвитку професійних математичних знань і математичної компетентності. В результаті аналізу і узагальнення встановлено зв'язок між рівнями математичної компетентності і алгоритмічними діями.

**Ключові слова:** алгоритм, припис алгоритмічного типу, математична компетентність, алгоритмічні вміння.

**Abstract.** The article analyzes the main educational goals of mathematics at the technical college. The study highlighted the professional level of mathematical knowledge and mathematical competence. The analysis and synthesis of the relation between levels of mathematical competence and algorithmic actions.

**Keywords:** algorithm algorithmic order types, mathematical competence, algorithmic skills.

**Козеренко С.І.,**  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова  
**Козеренко О.К.,**  
вчитель фізики Київського  
військового ліцею ім. І.Богуна.

## **ЗВ'ЯЗОК РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ З КУРСОМ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ НАУК**

Національна стратегія розвитку освіти зумовлена необхідністю кардинальних змін, спрямованих на підвищення якості і конкурентоспроможності освіти, вирішення стратегічних завдань, що стоять перед національною системою освіти в нових економічних і соціокультурних умовах, інтеграцією її в європейський і світовий освітній простір

Виходячи з огляду на визначені пріоритети найважливішим для держави є виховання людини інноваційного типу мислення та культури, проектування акмеологічного освітнього простору з урахуванням інноваційного розвитку освіти, запитів особистості, потреб суспільства і держави.

Ключовими напрямками державної освітньої політики мають стати: модернізація структури, змісту й організації освіти на засадах компетентнісного підходу, переорієнтації змісту освіти на цілі сталого розвитку держави.

Пошук шляхів розв'язання проблеми удосконалення змісту освіти і системи навчання безпосередньо пов'язаний з досягненнями фундаментальних і прикладних наук, якими є, зокрема, фізика і радіоелектроніка.

Радіоелектроніка є інтегрованим курсом фізико-технічних наук, тобто такою галуззю науки і техніки, яка тісно поєднує технічні дисципліни з фізикою, є прикладом закономірного контакту техніки з усіма розділами фізики. Адже, по суті, закономірності, що вивчаються у радіоелектроніці, обов'язково опираються на закони і закономірності електродинаміки, електроніки і електронної оптики, квантової фізики тощо.

Сучасна радіоелектроніка є транс галузевою наукою, рамки якої охоплюють, зокрема, електроніку, радіотехніку і електронні системи у автоматичній і обчислювальній техніці.

Для вчителів фізики навчальні курси радіоелектроніки, радіотехніки, основ автоматики і обчислювальної техніки є фактично продовженням вивчення курсу загальної фізики у її прикладному сенсі, що сприяє усвідомленню аналізу фізичних процесів, закономірностей і законів природи, які вивчаються у окремих розділах загальної фізики.

Практична цінність вивчення радіоелектроніки учнями загальноосвітніх шкіл, ліцеїстами військових закладів та студентами педагогічних вузів полягає у тому, що це: дає можливість глибше зрозуміти фундаментальні закономірності фізики за рахунок усвідомленого бачення природних процесів; сприяє усвідомленню фізичних законів; забезпечує політехнічну підготовку випускників шкіл, ліцеїстів військових закладів та майбутніх вчителів фізики для подальшого навчання та вибору професії.

Крім того, у середніх загальноосвітніх, військових ліцеях та вищих педагогічних навчальних закладах радіоелектроніка не повинна розглядатися як вузька супутня навчальна дисципліна у політехнічній та фаховій підготовці, оскільки є основою передових технологій у військовій справі та виробництві, засобом росту економічного потенціалу держави.

Сучасний розвиток системи освіти вимагає якісної переорієнтації вивчення радіоелектроніки, виявлення і аналізу тенденцій цього розвитку та акомодатії до закономірних перетворень.

Вивчення радіоелектроніки у школах та військових ліцеях поглиблює знання з фізики і розширює політехнічну підготовку учнів та ліцеїстів, сприяє їх адаптації до сучасних соціально-виробничих відносин. Теоретична основа і практична діяльність (експериментальні, творчо-наукові роботи МАН) становлять взаємозв'язану сукупність

елементів змісту навчання, експериментальних методів, форм і засобів навчання, спрямованих на інтенсифікацію навчального процесу.

Переорієнтація методики теоретичного вивчення радіоелектроніки та техніки навчального експерименту, удосконалення контролю знань та самостійної пізнавальної діяльності від підтримуючого навчання до творчо-діалогового експериментально-пошукового і дієво-особистісного; вивчення, удосконалення, виготовлення приладів і навчальних модулів для створення фізичних основ радіоелектроніки у школі, ліцеї і вузі, як засобів лабораторного практикуму і навчального демонстраційного експерименту.

Вивчення радіоелектроніки у школі, військовому ліцеї та в педагогічному вузі є багатогранною за формою і носить подвійний зміст. З одного боку, радіоелектроніка сприяє наочному реальному представленню фізичних законів у фізико-технічних процесах в цілому, що покращує розуміння фундаментальних наук і збагачує процес пізнання. З іншого боку, радіоелектроніка є ефективним і науково важливим елементом освіти як експериментальна база і засіб політехнічної підготовки студентів (учнів, ліцеїстів).

Фізичні знання дають можливість глибше зрозуміти принципи роботи вузлів і блоків, які наявні у радіотехнічних пристроях військової техніки і системах. В той же час, наочне застосування абстрагованих фізичних закономірностей, понять і процесів, що проявляються на практиці у реальних технічних системах, доповнює і систематизує набуті знання з фізики, формуючи тим самим світоглядний і фаховий рівень спеціалістів. Органічне поєднання знань, набутих при вивченні різних предметів, та глибоке розуміння існуючих між ними зв'язків допомагає учням та ліцеїстам усвідомити фундаментальні закони природи.

**Kozerenko S.I., Kozerenko S.I. Communication of radio electronics with course of physical-technical sciences.**

**Abstract.** The article addresses the issue of communication electronics with the course of physics and technical sciences.

**Key words:** radioelektronika, fizichni zakonomirnosti, politehniczna pidgotoka.

#### **Література**

1. Проект Концепція Розвитку Освіти України на період 2015-2025 ...
2. Касперський А.В., Козеренко С.І., Богданов І.Т. Електронні основи автоматики і обчислювальної техніки. Навчальний посібник. НПУ ім. М.П. Драгоманова. 2008. 124 с.

**Колесник Т.В.,**  
професор кафедри математичного аналізу  
та диференціальних рівнянь,  
Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова,  
Київ, Україна

## **СТАНОВЛЕННЯ ФАХОВОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ**

Стратегічний розвиток національної системи освіти в нашій державі має ґрунтуватися на новому розумінні концептуальних засад її реформування. У зв'язку з цим стає актуальним перегляд існуючих та формування нових підходів до підготовки спеціалістів з вищою освітою. Оновлення методичної системи навчання має відбуватися на основі переорієнтації на пріоритет розвиваючої функції навчання по відношенню до його освітньої, інформаційної функції, що передбачає інтелектуальний розвиток особистості, зокрема, здатність до засвоєння нових знань, до самостійного пошуку та засвоєння нової інформації.

Відомо, що ефективність навчання знаходиться у прямій залежності від рівня активності суб'єкта у пізнавальній діяльності, ступеня його самостійності в цьому процесі. Активність студентів у навчанні забезпечує розвиток їх творчих можливостей, нових пізнавальних потреб, навичок навчально-пізнавальної діяльності. До критеріїв самореалізації особистості слід віднести інтелектуальну ініціативу, самостійність, ініціативність поведінки, здатність до творчості, потреба у розвитку своїх суттєвих можливостей, відкритість до нового [1].

Фахова компетентність майбутнього вчителя математики з великим творчим потенціалом з необхідністю вимагає форм і методів навчання, спрямованих на розвиток у студентів самостійності мислення, на забезпечення високої культури розумової праці. Досягнення необхідного розвиваючого ефекту при вивченні математичних курсів можливе на базі реалізації діяльнісного підходу при читанні лекцій та проведенні практичних занять, який передбачає навчання не тільки готовим знанням, а і діяльності по набуттю математичних знань, освоєнню способів евристичних міркувань, створення педагогічних ситуацій, що стимулюють творче мислення студентів, формування умінь правильного використання означень і теорем, строгого логічного обґрунтування тих чи інших фактів.

Слід звертати увагу студентів на те, що доведення кожної теореми вимагає не тільки розуміння значень окремих знаків, формул і знакових конструкцій, але і взаємозв'язку частин і цілого в цьому процесі. Логіка відіграє вирішальну роль при аналізі готового доведення, в розчленуванні його на окремі елементи і групи таких елементів. Синтез же частин в єдине ціле досягається за допомогою інтуїції. При проведенні математичних міркувань слід мати чітке уявлення про кінцеву мету, про використовувані при цьому прийоми і методи. Відкриття нового в математиці являє собою більш складніший процес, ніж розуміння наявного знання. В цьому процесі беруть участь не тільки різні види інтуїції, які тісно переплітаються між собою, а і різноманітні евристичні методи. Навчаючи студентів на перших кроках відкривати те, що вже відомо, необхідно вчити їх відкриттям.

В реалізації діяльнісного підходу важливе місце займають елементи дослідницької праці та наукового пошуку: самостійне доведення теорем та виведення формул, побудова та дослідження математичних моделей реальних процесів, проведення обчислювальних експериментів із застосуванням сучасних інформаційних технологій та інше, що може стати змістом реферату, курсової або магістерської роботи. Не слід забувати і про виховну роль математики. Вивчення математики вдосконалює загальну культуру мислення, привчає людину логічно мислити, виховує у неї точність та обґрунтованість аргументації, наполегливість, серйозне та добросовісне відношення до праці. Математика має величезні можливості для виховання наукового світогляду молоді.

Професійна компетентність спеціаліста передбачає не тільки фахові знання та вміння, а і багато інших компонентів, зокрема, загальну культуру особистості, професійну майстерність, світогляд тощо. Основними компонентами педагогічної освіти є загальноосвітня, загально-педагогічна та спеціальна педагогічна підготовка. Кожний педагог, крім опанування механізмами здійснення спеціальної педагогічної діяльності, повинен володіти всіма іншими її видами і для гармонізації розвитку особистості самого педагога призначена його загальна освіта. Основними складовими професійної компетентності вчителя, яка має бути сформована у випускника вищого навчального закладу, доцільно вважати: стійкий інтерес до вчительської професії, професійну цілеспрямованість, ґрунтовні наукові знання та сформоване на їх основі професійне мислення; широку методичну обізнаність з питань організації навчально-методичного процесу в школі; вміння творчо, адекватно до педагогічної ситуації використовувати професійні знання; психологічну готовність до роботи з дітьми. Цілісне становлення особистості майбутнього вчителя неможливе без удосконалення традиційних форм організації навчально-виховного процесу у вищій педагогічній школі, без створення нової особистісно-орієнтованої педагогіки – педагогіки гуманізму та людяності. Актуальним стає пошук таких навчальних та виховних технологій, які б формували соціально активну, творчу особистість, національно свідомих і духовно збагачених професіоналів [2]. Саме інформаційні технології розвиваючого навчання мають дати майбутньому вчителю не тільки професійні знання, а і вміння та навички до інноваційної педагогічної діяльності, на основі якої педагог оволодіє всіма її структурними елементами – від формування мети до одержання результату, його оцінки та наступної корекції. Ефективними шляхами формування професійної компетентності майбутнього вчителя можуть стати удосконалення змісту навчальних планів підготовки спеціаліста з урахуванням педагогічної спрямованості всіх дисциплін; розробка і впровадження в навчальний процес інтегрованих навчальних курсів педагогіка – психологія – методика викладання фахових дисциплін, побудованих за принципом вирішення проблемних ситуацій майбутньої педагогічної діяльності; впровадження в навчальний процес технологій навчання для активізації пізнавальної та професійної активності студентів (модульно-рейтингова система, проблемне навчання, ділові та рольові педагогічні ігри, тренінги логіко-евристичного характеру тощо); удосконалення змісту практичної підготовки студентів за допомогою інтерактивних методів та введення неперервної педагогічної практики; активне запровадження індивідуальних програм формування педагогічної та фахової культури майбутнього вчителя; більш широке залучення студентів до наукової роботи з фахових дисциплін та за комплексними психолого-педагогічними темами; формування у студентів інтересу до педагогічної діяльності засобами навчально-виховного процесу.

#### Література

1. Слєпкань З.І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі. –Київ: Вища школа, 2005. -234 с.
2. О.С. Падалка, А.М. Нісімчук, І.О. Смолюк Педагогічні технології. –Київ: Видавництво «Українська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1995. -254 с.

**Корець М. С.,**  
доктор педагогічних наук, професор,  
проректор Національного педагогічного  
університету імені М. П. Драгоманова,  
Київ, Україна,  
m.korets@ukr.net

## **ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ**

Підготовка вчителів технологій і трудового навчання, а також педагогів професійного навчання за різними спеціалізаціями потребує вивчення навчальних дисциплін науково-предметного циклу. Теоретичною базою для опанування цих навчальних дисциплін є належний рівень фізико-математичної підготовки студентів. Як для фахівців технологічної, так і професійної освіти цикл охоплює такі навчальні дисципліни: «Вища математика», «Загальна фізика», «Хімія (за професійним спрямуванням)» та «Сучасні інформаційні технології», зміст яких формується на базі досягнень класичної та сучасної науки.

Компонентами наукової картини світу, які стосуються техніки і технологій, є фізична картина світу, технічна картина світу та математичне моделювання природних процесів. Наука є фундаментальною основою для розробки нових технологій, а також відповідної техніки для їх реалізації і це має прикладне застосування у виробництві. З іншої сторони, наука є основою для проектування нових зразків техніки і технологій з випереджуючим характером, які сприяють формуванню у майбутніх фахівців наукової картини світу та природи у прикладних питаннях щодо використання законів математики, фізики, хімії у техніці.

Отримані в загальноосвітній школі знання із техніки і виробничих технологій є основою для опанування такими курсами, як «Вища математика», «Загальна фізика», «Хімія (за професійним спрямуванням)» та «Сучасні інформаційні технології», які вивчаються на початковій стадії навчання, тобто на першому і другому курсах. Вони, передусім, забезпечують фундаментальну підготовку і слугують основою для вивчення всіх техніко-технологічних навчальних дисциплін.

З метою обґрунтування сутності освітнього середовища для фізико-математичної підготовки фахівців технологічної та професійної освіти поставлено основні вимоги до проектування їх змісту: середовище навчання повинно інтегрувати раніше набуті знання і вміння студентів, враховувати міждисциплінарні зв'язки; середовище повинно відповідати стандартам підготовки майбутніх фахівців технологічної та професійної освіти, мати зв'язок з практикою, відповідати перспективним напрямам розвитку суспільства з урахуванням ціннісних соціокультурних пріоритетів; зміст середовища навчання має бути зорієнтованим на розвиток основних складових професійної компетентності, формування знань, умінь і навичок, що сприяють становленню цих фахівців, які відповідатимуть вимогам сучасного суспільства; реалізація середовища навчання має здійснюватись шляхом створення проблемно-пошукових ситуацій та застосування активних й інтерактивних методів навчання; дидактичний ефект має бути досягнутий через використання різноманітних видів і форм самостійної роботи з навчальною інформацією, розвиток технічних і творчих здібностей у процесі навчання; під час формування знань і умінь необхідно дотримуватися систематичності й цілеспрямованості.

У процесі вивчення фізико-математичних дисциплін повинна реалізуватися техніко-технологічна спрямованість вивчення навчальної дисципліни «Вища математика», де передбачається технологічний підхід у процесі вивчення кожної з тем цього курсу. На підставі тривалого експерименту нами було продемонстровано напрями реалізації пропедевтичної технічної підготовки фахівців технологічної і професійної освіти у процесі вивчення інтегрованого курсу «Загальна фізика». Вагома роль у подальшому вивченні

техніко-технологічних дисциплін належить курсам «Хімія (за професійним спрямуванням)» та «Сучасні інформаційні технології».

**Корець М.С. Фізико-математична підготовка фахівців технологічної та професійної освіти.**

**Анотація.** Науково обґрунтовується роль фізико-математичної підготовки фахівців технологічної та професійної освіти. Доведено, що у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін реалізується пропедевтика їх техніко-технологічної підготовки.

**Ключові слова:** фахівці технологічної та професійної освіти; фізико-математична підготовка; пропедевтика; техніко-технологічна підготовка.

**Korets M. Physical-mathematical preparation of specialists in technological and professional education.**

**Abstract.** Scientifically substantiated the role of physical and mathematical training of specialists in technology and vocational education. It is proved that in the process of studying physical and mathematical disciplines the propaedeutics of their technical and technological preparation is realized.

**Keywords:** Technological and vocational education specialists; physical and mathematical preparation; propaedeutics; technical and technological preparation.



**Лещинський О.Л.,**  
кандидат фіз-мат наук,  
доцент кафедри економічної кібернетики НАУ,  
заступник директора Коледжу інженерії та управління НАУ,  
lenchik807@gmail.com

## ПЕРЕДПРОГНОЗНИЙ АНАЛІЗ НЕЧІТКИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Дискретна нечітка множина  $\tilde{A}$  (типу 1)(ДНМ1) на універсумі може бути визначеною наступним чином:

$$\tilde{A}^1 = \sum_{k=1}^n \frac{\mu_{\tilde{A}^1}(x_k)}{x_k}$$

де  $\mu_{\tilde{A}^1}(x_k)$  – функція належності елемента  $x_k$  ДНМ1  $\tilde{A}$ ,  $\mu_{\tilde{A}^1}(x_k): U \rightarrow [0; 1]$ .

Розглянемо універсум  $U(t)(t \in N_0)$  визначений на множині дійсних чисел. Нехай  $S(t)$  – набір функцій  $S_j(t)(j \in N)$  визначених на множині  $U(t)$ . Тоді  $S(t)$  називають нечітким часовим рядом(НЧР) на універсумі  $U(t)$ . Автор, підтримуючи думку дослідницької групи(Олешко Т.І., Горбачова О.М., Лещинський О.Л.) вирізняє окремі теорії нечітких множин, незалежно від типу 1, або типу 2, зокрема: максиміну, алгебраїчну, обмежуючу, які відрізняються визначеннями операцій перетину і об'єднання нечітких множин. Нехай  $S(t) = S(t-k) \circ R(t, t-k)$ , де  $R(t, t-k)$  – нечітке відношення,  $\circ$  - операція,  $\cup \cap$  - композиції,  $k \in N$ . Нехай залежність  $S(t)$  від  $S(t-k)$  позначається  $\langle S(t-k); S(t) \rangle$ , де  $S(t-k)$  і  $S(t)$  – нечіткі множини. Якщо  $k$  приймає значення, наприклад,  $1, m$ , то нечітку залежність

$$\langle S(t-m), S(t-(m-1)), \dots, S(t-1); S(t) \rangle$$

називають однофакторною  $k$  – порядковою моделлю, побудованою на основі нечітких часових рядів. Здійснюючи передпрогнозний аналіз НЧР, побудованих на основі ДНМ1 можна:

- при  $k = 1$  досліджуючи залежність  $\langle S(t-1), S(t) \rangle$  вивчати тенденцію нечіткого часового ряду,

- при  $k = m$ , де  $m \gg 1$  і таке, що  $R(t, t-m)$  є рефлексивним і симетричним відношенням схожості, можна вивчати квазіциклічні особливості НЧР.

Визначення терміну «квазіцикл» [2] в деякому розумінні близьке до визначення загальноприйнятого поняття «цикл». Відмінність між цими двома поняттями полягає в тому, що початкове і кінцеве значення показника (рівня ряду) не обов'язково повинні співпадати, але повинні знаходитись в певному, наперед заданому, околі початкового значення.

- при  $k = m$ ,  $m > 1$  і виконанні всіх умов попереднього пункту можна вивчати квазісезонні особливості НЧР.

### Література

1. Chen S.M. Forecasting enrollments based on fuzzy time series//Fuzzy Sets Systems/99 6, vol.81, no. 3,pp. 311-319.
2. Олешко Т.І., Марусич О.В., Лещинський О.Л. Квазіциклічний передпрогнозний аналіз світових цін на нафту// науковий вісник Інституту міжнародних відносин НАУ. Серія: Економіка, право, політологія, туризм: зб. наук. См. – К.:НАУ, 2011. – Вм2(4). 25 – 31.

### Лещинський О.Л. Передпрогнозний аналіз нечітких часових рядів

**Анотація.** Доповідь присвячена аналізу нечітких часових рядів, побудованих на теоріях нечітких множин типу 1. Доведено, що при певних значеннях «термінів часу» можна досліджувати тенденцію часового ряду, а

саме: при певних інтервалах часу можна вивчати циклічні та сезонні властивості часового ряду при цьому значення часу виражається нечіткою множиною.

**Ключові слова:** нечітка множина типу 1, часовий ряд, циклічні та сезонні властивості часового ряду.

**Leshchynskyi O.L. Preforecasting analysis of fuzzy time series.**

**Abstract.** Fuzzy time series constructed on theories of fuzzy sets of first kind are analyzed. We prove that, for some terms of time, it is possible to investigate a trend in time series, namely, for some time intervals, it is possible to study cyclic and seasonal properties of time series; for this case value of time is expressed by fuzzy set.

**Key words:** fuzzy set of first kind, time series, cyclic and seasonal properties of time series.

**Лисенко І.М.,**  
кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри методології та методики  
навчання фізико-математичних дисциплін,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
irina.pratsiovyta@gmail.com,

**Ісаєва Т.М.,**  
кандидат фізико-математичних наук,  
науковий співробітник відділу фрактального аналізу,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
isaeva\_tn@ukr.net

## ДВОЇСТІ СИСТЕМИ КОДУВАННЯ ДІЙСНИХ ЧИСЕЛ З НЕСКІНЧЕННИМ АЛФАВІТОМ І ОСНОВОЮ 2 ТА ЗВ'ЯЗКИ МІЖ НИМИ

Для вивчення математичних об'єктів зі складною локальною тополого-метричною структурою і фрактальними властивостями, зокрема, функцій, ймовірнісних мір, динамічних систем тощо, все ширше використовуються різні системи кодування (зображення) дійсних чисел, в тому числі і системи з нескінченним алфавітом. Одні з них мають самоподібні властивості, а інші – ні. Геометрія перших значно простіша і це спрощує їх використання. Дана доповідь стосується двох таких систем, між якими існує тісний зв'язок і які в певному сенсі є двоїстими.

Деякі системи кодування дійсних чисел з нескінченним алфавітом можна отримати шляхом перекодування двосимвольних зображень чисел. Так шляхом класичного двійкового зображення числа:

$$x = \frac{\alpha_1}{2} + \frac{\alpha_2}{2^2} + \dots + \frac{\alpha_n}{2^n} + \dots \equiv \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^2$$

де  $\alpha_n \in A_2 \equiv \{0;1\}$  можна отримати  $\Delta^\#$ -зображення:

$$(0; 1] \ni x = \frac{1}{2^{a_1-1}} - \frac{1}{2^{a_1+a_2-1}} + \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{2^{a_1+a_2+\dots+a_n-1}} + \dots \equiv \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^\#$$

де  $a_n \in N = \{1,2,\dots,n,\dots\}$ , тополого-метрична теорія якого вперше побудована в роботі [4], і  $\Delta^{2^\infty}$ -зображення:

$$(0; 1] \ni x = \frac{1}{2^{a_1}} + \frac{1}{2^{a_1+a_2}} + \dots + \frac{1}{2^{a_1+a_2+\dots+a_n}} + \dots \equiv \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^{2^\infty}$$

де  $a_n \in N$ , що вивчалось і узагальнювалось в роботах [1,2]. Для кожної з цих систем зображення чисел алфавітом є множина натуральних чисел.

Як бачимо, обидва зображення ґрунтуються на двійкових рядах, але їх геометрії (геометричний зміст, цифр, властивості циліндричних та хвостових множин, метричні відношення) різні. Так множина

$$\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m} = \{x: x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k \dots}, \alpha_i = c_i, i = \overline{1, m}\},$$

яка називається циліндром  $m$ -го рангу з основою  $c_1, c_2, \dots, c_m$

Зауважимо, що  $\Delta^\#$ -зображення тісно пов'язане з класичною строго зростаючою сингулярною функцією Мінковського.

Природним є інтерес до двох задач:

1. Який зав'язок між зображеннями ( $\Delta^\#$  і  $\Delta^{2^\infty}$ ) одного і того ж числа?
2. Які властивості має функція, аргумент і значення якої мають однакові зображення у вказаних системах кодування, тобто

$$f(\Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^\#) = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^{2^\infty},$$

$$\varphi(\Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^{2^\infty}) = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^\#?$$

Зрозуміло, що слід подбати про коректність означення цих функцій в раціональних точках, оскільки критерії раціональності числа для цих двох зображень різні.

**Теорема 1.** Для того, щоб число  $x \in (0; 1]$  було раціональним, необхідно і достатньо, щоб його  $\Delta^\#$ -зображення було скінченним або періодичним.

**Лема 1.** При довільних натуральному  $n$  і наборі натуральних чисел  $(a_1, a_2, \dots, a_{n-1}, a_n)$  число

$$x = \frac{1}{2^{a_1-1}} - \frac{1}{2^{a_1+a_2-1}} + \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{2^{a_1+a_2+\dots+a_n-1}} + \dots \equiv \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^\#(\emptyset) \quad (1)$$

є раціональним числом з півінтервалу  $(0; 2^{1-a_1}]$ , причому, якщо  $a_n = 1$ , то

$$x = \sum_{k=1}^{n-1} \frac{(-1)^{k-1}}{2^{a_1+\dots+a_k-1}} + \frac{(-1)^{n-1}}{2^{a_1+\dots+a_{n-2}+a'_{n-1}-1}} \equiv \Delta_{a_1 a_2 \dots a_{n-2} [a_{n-1}+1]}^\#(\emptyset), \quad (2)$$

де  $a'_{n-1} = a_{n-1} + 1$ .

**Лема 2.** Число  $x$ , що є значенням виразу (1) і (2), є двійково-раціональним, тобто має класичне двійкове зображення з періодом (0).

**Теорема 2.** Мають місце рівності:

- 1)  $\Delta_{a_1 a_2 \dots a_{2k}}^\#(\emptyset) = \Delta_{\underbrace{0 \dots 0}_{a_1-1} \underbrace{1 \dots 1}_{a_2} \dots \underbrace{0 \dots 0}_{a_{2k-1}} \underbrace{1 \dots 1}_{a_{2k}}}^2(\emptyset);$
- 2)  $\Delta_{a_1 a_2 \dots a_{2k} a_{2k+1}}^\#(\emptyset) = \Delta_{\underbrace{0 \dots 0}_{a_1-1} \underbrace{1 \dots 1}_{a_2} \dots \underbrace{0 \dots 0}_{a_{2k-1}} \underbrace{1 \dots 1}_{a_{2k}} \underbrace{0 \dots 0}_{a_{2k+1}}}^2(\emptyset);$
- 3)  $\Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^\# = \Delta_{\underbrace{0 \dots 0}_{a_1-1} \underbrace{1 \dots 1}_{a_2} \dots \underbrace{0 \dots 0}_{a_{2k-1}} \underbrace{1 \dots 1}_{a_{2k}}}^2.$

**Теорема 3.**

- 1) Якщо  $x = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^\# = \Delta_{c_1 c_2 \dots c_n}^{2^\infty}$  і при цьому  $a_{2k} = 1$  для будь-якого  $k \in N$ , то

$$c_1 = a_1,$$

$$c_k = a_{2k+1} + 1, k = 2, 3, \dots,$$

- 2) Якщо  $x = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n}^\# = \Delta_{c_1 c_2 \dots c_n}^{2^\infty}$  і при цьому  $a_{2k} > 1$  для будь-якого  $k \in N$ , то

$$c_1 = a_1,$$

$$c_{1+i}, \quad i = \overline{1, a_2 - 1},$$

$$c_{a_2+1} = a_3 + 1,$$

$$c_{a_2+1+i} = 1, \quad i = \overline{1, a_4 - 1},$$

$$c_{a_2+a_4+1} = a_5 + 1,$$

$$c_{a_2+a_4+1+i} = 1, \quad i = \overline{1, a_6 - 1},$$

$$c_{a_2+a_4+a_6+1} = a_7 + 1,$$

$$c_{a_2+a_4+\dots+a_{2k+1}+1} = 1, \quad i = \overline{1, a_{2k+2} - 1},$$

$$c_{a_2+a_4+\dots+a_{2k}+1} = a_{2k+1} + 1,$$

$$c_{a_2+a_4+\dots+a_{2k+1}+1} = 1, \quad i = \overline{1, a_{2k+2} - 1}, 1 < k \in N.$$

У доповіді пропонується загальний розв'язок задачі про взаємозв'язок зображень, а також опис структурних, варіаційних, тополого-метричних та фрактальних властивостей функцій  $f$  і  $\varphi$ . Наведено ряд нерозв'язаних задач.

Розглянуті зображення чисел, встановлений зв'язок між ними і проектори одного зображення в інше можна використати для розвитку метричної теорії чисел і функціонального аналізу з використанням нестандартних метрик і динамік на числовій прямій та координатній площині.

#### Література

5. Гончаренко Я.В., Лисенко І.М. Геометрія нескінченно-символьного  $q_0^\infty$ -зображення дійсних чисел та її застосування у метричній теорії чисел // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат. науки. – 2013, № 15. – С.100 – 118.

6. Працьовитий М.В. Геометрія дійсних чисел у їх кодуваннях засобами нескінченного алфавіту як основа топологічних, метричних, фрактальних і ймовірнісних теорій // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат. науки. – 2013, № 14. – С.189 – 216.

7. Працьовитий М.В. Геометрія класичного двійкового зображення дійсних чисел. – Київ. Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. – 68 с.

8. Працьовитий М.В., Ісаєва Т.М. Про деякі застосування  $\Delta^\#$ -зображення дійсних чисел // Буковинський математичний журнал. – 2014, Т, № 2-3 – С. 187 – 197.

**Лисенко І.М., Ісаєва Т.М. Двоїсті системи кодування дійсних чисел з нескінченим алфавітом і основою 2 та зв'язки між ними.**

**Анотація.** Доповідь присвячена результатам дослідження взаємозв'язків між двома самоподібними системами зображення дійсних чисел з нескінченим алфавітом і нульовою надлишковістю, що ґрунтуються на розкладах чисел у додатні та знакозмінні двійкові ряди. Пропонується вираз цифр числа одного його зображення через цифри іншого його зображення, а також опис властивостей функції, аргумент і значення якої мають формально однакові зображення у цих системах.

**Ключові слова:** двійкове зображення чисел, двійковий ряд,  $\Delta^\#$ -зображення чисел,  $\Delta^{2^\infty}$ -зображення чисел, проектор одного зображення числа в інше, зв'язок між цифрами різних зображень.

**Lysenko I.M., Isaieva T.M. Dual systems for encoding of real numbers with infinite alphabet and base 2 and their relations**

**Abstract.** In the talk we study relations between two self-similar systems for representation of real numbers with infinite alphabet and zero redundancy based on expansions of numbers in positive and alternating binary series. Expression for conversion of digits of first representation to digits of second representation is found. We also describe properties of function such that its argument and value have formally the same representations in these systems.

**Key words:** binary representation of numbers, binary series,  $\Delta^\#$ -representation of numbers,  $\Delta^{2^\infty}$ -representation of numbers, projector of representation, relation between digits of different representations.

**Манькусь І.В.,**  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
**Дінжос Р.В.,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
**Недбаєвська Л.С.,**  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
Кафедра фізики і математики МНУ імені В.О.Сухомлинського,  
м. Миколаїв, Україна,  
molodwave@gmail.com

## **ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STEM-ОСВІТИ: ВІД ПРИЙОМУ ДО СИСТЕМИ**

1. В систему STEM-освіти гармонійно входять основні ключові компетентності, визначені концепцією «Нової української школи», а саме: математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні і громадські компетентності, підприємливість, екологічна грамотність. Впровадження STEM-освіти здійснюється відповідно до Законів України «Про освіту», «Про загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність», Указу Президента України «Про інноваційну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013 року).

Основні принципи, концептуальна основа та ідея STEM-освіти обумовили мету проекту: створення освітнього середовища, яке забезпечує формування креативних якостей особистості та її конкурентноспроможність на ринку праці. Ідея проекту полягає в об'єднанні навколо науки творчих особистостей різних поколінь та поєднанні академічної підготовки фахівця у ВНЗ з технологічною, інженерною, математичною відповідно до вимог його кваліфікації на ринку праці в контексті STEM-освіти.

2. Успішний розвиток STEM-освіти здійснюється через залучення до співробітництва у процесі навчання і викладання педагогічних колективів і зовнішніх учасників: вищі навчальні заклади, наукові установи, науково-дослідні лабораторії, підприємства, громадські та інші організації. Особлива увага у розробці спеціального освітнього середовища приділяється співробітництву фахівців різного профілю та рівня.

3. Однією із форм організації навчання є співпраця учасників проекту в університетській STEM-студії, на інтерактивних майданчиках та центрі «Молодіжна хвиля». Університетська STEM-студія під керівництвом викладачів кафедри фізики здійснює освітню діяльність в трьох напрямках: проведення фундаментальних досліджень в галузі природничо-математичних дисциплін, об'єднання навколо науки творчих особистостей різних поколінь, розробка технологій навчання на основі наукового відкриття. Студія фундаментальних фізичних досліджень опановує різні види фізичного експерименту. Освітні продукти цієї студії презентуються на конкурсі з фізичного експерименту «Крокуємо до майстерності», на фестивалі творчості, натхнення і науки «Молодіжна хвиля» та в «Паркінгу науки».

4. На інтерактивних STEM-майданчиках під керівництвом студентів розробляються і впроваджуються проекти для ЗОШ та інших освітніх установ. Кращі учнівські проекти переможців презентуються на фестивалі науки «Молодіжна хвиля», засіданнях методичних об'єднань вчителів фізики та математики, на курсах підвищення кваліфікації вчителів, а також впроваджуються в освітні установи міста та області.

Теми навчальних проектів визначаються відповідно до діючих програм з фізики і математики та ціннісних орієнтацій освітніх середовищ. На інтерактивних майданчиках розроблено понад 50 проектів різноманітної спрямованості.

5. Центр творчості «Молодіжна хвиля» є основним структурним елементом проекту. В центрі під керівництвом викладачів розробляються сайти освітніх проектів, персональні

сайти вчителів фізики, ведеться підготовка фахівців по створенню навчальних фільмів, фотоколлажів, мультимедійних підручників з фізики та астрономії, готуються до друку студентські наукові праці за результатами проведених наукових досліджень та їх впроваджень. На базі центру створено прес-центр проекту та фестивалю творчості «Молодіжна хвиля». Центр здійснює інформаційно-технічний супровід проекту.

6. Результативність проекту за період з 01.09.2016 по 30.06.2017 визначається кількісними та якісними показниками.

Кількісні показники. У проекті взяло участь: понад 200 вчителів міста та області (засідання методичних об'єднань вчителів, курси підвищення кваліфікації.); 120 студентів (студенти 2-5 курсів та магістранти механіко-математичного факультету спеціальностей фізика, математика); студенти ВНЗ «Миколаївський політехнічний коледж». «Миколаївський будівельний коледж» спільно з викладачами дисциплін природничо-математичного циклу; учні та вчителі ЗНЗ міста Миколаєва: №1,3,4,6,15,18,19,25,43,46,51,57,60, гімназії №3; учні та вчителі районних ЗНЗ Миколаївської та Херсонської областей: Братська, Криничанська, Лиманська, Кіровська, Ковалівська, Солончаківська, Новобузька, Краснянська, Березанська, Кімівська, Новомиколаївська, Новоодеська №1-2, Шостаківська, Секретарська, Кир'яківська.

7. Якісні показники. Активізація пізнавальної, творчої активності учнів ЗНЗ, яка підтверджена проведенням I, II та III етапів «Молодіжної хвилі» 12.12.2016 р., 11-13.05.2017 р. та 16.12.2017 р. на базі механіко-математичного факультету МНУ імені В.О. Сухомлинського та на відкритих майданчиках міста. На фестивалі зареєструвалося понад 400 учасників, 147 з яких взяли участь в очному турі (I етап); 250 учасників очного туру та 151 заочного (II етап). Учасники очного туру працювали в 15 студіях фестивалю та на відкритому майданчику міста.

Підвищення рівня фундаментальної підготовки учасників фестивалю засвідчено результатами роботи студій: 73 учасники фестивалю стали номінантами і нагороджені грамотами, подяками, сувенірами та медалями фестивалю.

Підвищення якості виробничої практики студентів IV і V курсів засвідчено підсумковими відмінними оцінками.

8. Очікувані результати: подальший розвиток та підтримка творчої та обдарованої молоді в університетській STEM-студії, створення музею цікавої науки на базі механіко-математичного факультету МНУ імені В.О. Сухомлинського, впровадження розроблених освітніх продуктів на ринку освітніх послуг на підприємствах та організаціях.

### Література

1. Ron Clark. The Excellent 11: qualities teachers and parents use to motivate, inspire and educate children. – Hyperion, 2004. – 266 с.
2. Недбаєвська Л.С. Сучасний урок фізики в контексті STEM-освіти / Л.С.Недбаєвська, І.В.Манькусь, Р.В.Дінжос. – Миколаїв: МНУ, 2017. – 93 с.
3. Сущенко С.С., Недбаєвська Л.С. Досягнення сучасної фізики / С.С.Сущенко, Л.С.Недбаєвська. – Х.: Вид. група «Основа», 2015. – 123 с.

#### **Манькусь І.В., Дінжос Р.В., Недбаєвська Л.С. Запровадження технологій STEM-освіти: від прийому до системи**

**Анотація.** В тезах презентується система STEM-освіти, яка створена на механіко-математичному факультеті МНУ імені В.О.Сухомлинського в рамках освітнього проекту «Крок до науки». Розглядаються особливості формування творчих здібностей та ключових компетентностей в учасників проекту.

**Ключові слова:** STEM-освіта, компетентності, фізичний експеримент, фестиваль.

#### **Mankus I.V., Dinzhos R.V., Nedbayevska L.S. Introduction of STEM-education technologies: from admission to the system**

**Abstract.** The thesis presents a system of STEM-education, which was created at the Faculty of Mechanics and Mathematics of the V.O. Sukhomlynsky National University within the framework of the educational project "Step to Science". The peculiarities of formation of creative abilities and key competencies of the project participants are considered.

**Key words:** STEM-education, competency, physical experiment, festival.

**Новіцька Т. В.,**  
кандидат філософських наук,  
доцент кафедри методології та методики навчання  
фізико-математичних дисциплін вищої школи,  
Національний педагогічний університет  
імені М. П. Драгоманова, Київ, Україна  
radugga2009@gmail.com

## **ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ПРОБЛЕМ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ, ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ЗМІН ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ**

Сутність сучасної доби полягає в подоланні ідеалів мислення, встановлених в епоху модерну. Звісно, в умовах глобалізації, у період бурхливого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, постійних екологічних катастроф, загроз знищення живого зміна парадигми науки від модерної до сучасної є неминучою. Завдання науки – знайти спосіб збереження людського життя. А це буде можливо лише тоді, коли знання, які отримує особистість, будуть пов'язані між собою та відповідатимуть потребам практики. Отже, сучасна система освіти потребує трансформаційних змін: необхідно відмовитися від розмежування фізико-математичних, природничих та гуманітарних дисциплін; освіта повинна сприяти формуванню людини, яка не знищить себе і світ, тобто такої, яка матиме моральні принципи та світоглядні орієнтири, що відповідають запитам суспільства, зможе свідомо діяти.

Усвідомлення знань як важливого ресурсу розвитку цивілізації в умовах зростання впливу інтернет-технологій, засобів мобільної комунікації та цифрових ресурсів, що забезпечують можливості ефективного використання інтелектуальних ресурсів, – все це визначає принципово нові підходи до можливостей практичного використання знань.

Вузькоспеціалізованого професійного мислення, яке домінує сьогодні в освіті, недостатньо для вирішення глобальних проблем людства. Таким чином, пошук нових моделей освіти, зокрема, моделей математичної та природничої освіти актуалізовано як сучасними викликами сьогодення, так і потребою у становленні особистості, яка відповідає запитам ХХІ століття.

Аналізуючи програму підготовки сучасного фахівця бачимо, що спочатку ми маємо блок дисциплін, а вже потім під ці дисципліни обираються результати, які можуть отримати студенти під час їх вивчення, і як результат – формуються вимоги до компетентності спеціаліста. Такий підхід до підготовки фахівців носить *науковоцентричний* характер. Стає зрозуміло, що докорінно необхідно змінювати підходи до навчально-виховного процесу. Навчальні дисципліни, ті знання, якими має оволодіти студент, прослухавши відповідні курси, мають скласти основу вимог до компетентності фахівця. Отже, на нашу думку, програма підготовки сучасного фахівця має носити *студентоцентричний* характер.

Досягнення поставлених завдань реалізується шляхом: створення нових навчальних планів та програм; удосконалення їхнього змісту з базових (профільних) і особливо з гуманітарних та соціально-економічних дисциплін; розширення варіативної складової програм підготовки фахівців фізико-математичних, природничих спеціальностей та розробки навчальних програм курсів за вибором студента; забезпечення умов для задоволення індивідуальних пізнавальних потреб студентів, їхнього професійного зростання та реалізації творчого потенціалу.

Враховуючи вище зазначене, трансформаційних змін потребує не лише система освіти, мають відбутися зміни у свідомості сучасної особистості. Отже, мають трансформуватися й знання, якими володіє людина. Знання людини являють собою результат процесу пізнання дійсності побудований на логічних висновках, підтверджений практично, що відображається в її свідомості у вигляді понять, уявлень, суджень, теорій.



Поняття «знання» є невід’ємною складовою сутності людини, воно тісно пов’язане з поняттями: уявлення, переконання, цінності, ідеали, вірування і діяльність. Безпосередньо знання пов’язане з свідомістю індивіда. Під впливом знань у свідомості людини відбуваються зміни уявлень, принципів, поглядів, переконань. А значить, змінюється світогляд. У свою чергу всі ці зміни відображаються і на процесі формування особистості, як цілісного суб’єкту суспільства.

#### Література

1. Андрущенко В.П. Роздуми про освіту: Статті, нариси, інтерв’ю / В.П. Андрущенко – [2-ге вид. допов]. – К. : Знання України, 2008. – 819 с.
2. Гомілко О.Є. Пластичність знань у контексті проблем сучасного університету / О.Є. Гомілко // Вища освіта України № 2 : теорет. та наук.-метод. часопис. Дод. 1. Темат. вип. Наука і вища освіта / [голов. ред. Андрущенко Віктор; відп. за вип.: Калашнікова Світлана, Слюсаренко Олена ; редкол. вип.: Грищенко Іван та ін.]. - Київ : Ін-т вищої освіти НАПН України, 2013. - С.21-29. - Бібліогр.: с. 29 (6 назв).
3. Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс] : [прийнято Верхов. Радою 01.07.2014 № 1556-VII]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. – Назва з екрану.
4. Філософія освіти: навчальний посібник / [за загальною редакцією В. Андрущенка, І. Предборської]. – К. : Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. – 330 с.

**Новіцька Т.В. Філософський аналіз деяких проблем трансформації системи фізико-математичної, природничої освіти в контексті змін освітньої парадигми.**

**Анотація.** Обґрунтовано необхідність єдності фізико-математичного, природничого та гуманітарного знання. Проаналізовано підходи до підготовки сучасних фахівців у вищих навчальних закладах освіти. Визначено ключові позиції систем освіти, що потребують нагальних змін. Розкрито зміст поняття «знання» та їх вплив на формування особистості.

**Ключові слова:** особистість, освіта, фізико-математична, природнича освіта, світогляд, свідомість, наука, знання, компетентності.

**Novitska T. Philosophical analysis of some problems of the transformation of the system of physical and mathematical, natural education in the context of changes in the educational paradigm.**

**Abstract.** We substantiate the necessity of unity of physics and mathematics, natural sciences and humanities. We analyze approaches to the training of modern specialists in higher educational institutions. It reveals the meaning of knowledge and their impact on the individual.

**Keywords:** personality, education, physical and mathematical education, natural education, worldview, consciousness, science, knowledge, competence.

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ CASE-STUDY У НАВЧАННІ КОМБІНАТОРНИХ, ЙМОВІРНІСНИХ ТА СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Сучасна школа перебуває в стані реформування. Адже суспільство, економіка та технології постійно розвиваються. Відповідно світ, в якому ми живемо, змінюється щогодини, і щороку до школи приходять нові учні. Вони є представниками нового покоління, що від самого народження знайоме з цифровою технікою, внаслідок чого ці діти по-іншому будують своє спілкування з оточуючим світом. Вони багатозадачні, для них вчитель – не єдиний носій інформації, тому миттєво здобувати, порівнювати та аналізувати інформацію вони можуть завдяки Інтернету. Саме тому сучасна освіта потребує якісно нового вчителя, який зможе спілкуватись з учнями їхньою мовою, та буде використовувати новітні інтерактивні методи у своїй роботі.

Одним із методів, що розвиває критичне мислення в учнів є кейс-метод. Метод case-study (від англ. case – випадок, ситуація), або метод конкретних ситуацій, – це один з методів навчання, що заснований на певній ситуації, що була змодельована для аналізу, виявлення проблеми, пошуку альтернативного способу розв'язання та оптимального вирішення проблеми. Суть методу полягає в тому, щоб створити і поставити учнів у таку ситуацію, коли їм необхідно буде прийняти рішення. Часто при використанні методу кейсів учасникам пропонують ознайомитись із переліком обставин, основою яких є реальні чи уявні ситуації. Під час використання цього методу важливою є самостійна діяльність учнів, що включає в себе застосування теоретичних знань та практичних умінь для розв'язання заданої ситуації. Обов'язковими є обговорення та дискусія. Результатом є запропоновані варіанти вирішення, серед яких обирають найкращий в контексті вирішення проблеми.

Проте, на жаль, у вищих педагогічних навчальних закладах метод кейсів не використовують достатньо часто. Варто підкреслити, що саме завдяки цьому методу можна гарно показати між предметні зв'язки окремих дисциплін або цілих галузей знань. Запропонуємо використання кейсу для майбутніх вчителів фізики на занятті з теорії ймовірностей та математичної статистики.

**Загальна інформація.** Проводиться випробування на стискання полімера при нормальних, підвищених і знижених температурах.

*Для дослідю маємо такі прилади і матеріали:* 1. Дослідна установка. 2. Термокриокамера. 3. Тензометр з реєструючою температурою. 4. Мікрометр. 5. Зразок ПКМ для випробувань.

Дослідна установка у вигляді двох плоскопаралельних площадок (плит) забезпечує стискання зразка із заданою швидкістю переміщення активного захвату. До поверхонь контактуючих пристосувань і зразків пред'являються підвищені вимоги, що виражаються, звичайно, через параметри шорсткості, серед яких перевага надається середньому арифметичному відхиленню профілю  $Ra$  і його співвідношення з базовою довжиною наведені в таблиці 1.

Шорсткість робочої поверхні площадок повинна відповідати  $Ra < 0,32$  мкм; робочі поверхні повинні бути термооброблені до  $HRC45 \div 50$ , при випробуваннях боропластиків  $HRC70$ . Одна із площадок дослідної установки повинна бути самовстановлюваною.

Визначення межі міцності при стисканні проводять у спеціальному пристосуванні, що забезпечує одночасний додаток навантаження по торцевих і бічних поверхнях зразка згідно рис.1.

Шорсткість площадок, що передають навантаження на торцеві поверхні зразка, повинна відповідати  $Ra < 0,63$  мкм і їхні робочі поверхні повинні бути загартовані до твердості

**HRC45 ÷ 50** (у випадку боропластиків **HRC70**). Площинки пристосування, що передають зусилля на зразок по бічних поверхнях, повинні мати засічку довжиною не менш 40 мм під кутом 45° із кроком 1 мм.

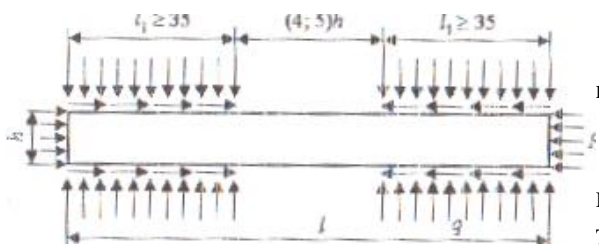
**Таблиця 1. Середнє арифметичне відхилення профілю  $Ra$ , мкм**

100*	10	1	0,1*	0,01
80	8	0,8*	0,08	0,008
63	6,3*	0,6	0,063	-
50*	5	0,5	0,05*	-
40	4	0,4*	0,04	-
32	3,2*	0,32	0,032	-
25*	2,5	0,25	0,025*	-
20	2	0,2*	0,02	-
16	1,6*	0,16	0,016	-
12,5*	1,25	0,125	0,012*	-

**Таблиця 2. Співвідношення параметра  $Ra$  і базової довжини**

$Ra$ , мкм	$l_b$ , мм
до 0,025	0,08
0,025 ÷ 0,4	0,25
0,4 ÷ 3,2	0,8
3,2 ÷ 12,5	2,5
12,5 ÷ 100	8,0

\*- кращі значення параметра

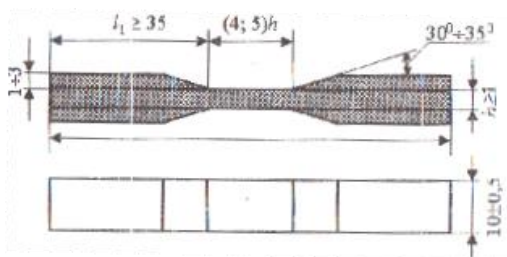


**Рис 1.** Схема прикладання навантаження при випробуваннях на стиск.

Як вимірювачі деформації можуть використовуватись механічні, оптико-механічні тензометри, електротензометри, тензорезистори або інші прилади, що забезпечують вимірювання деформації з похибкою не більше 1% від граничного значення вимірюваної величини.

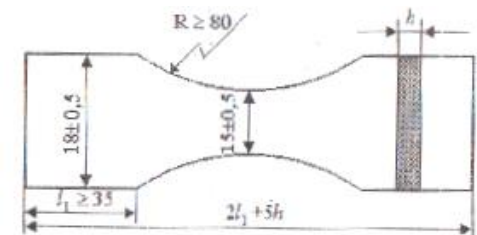
В якості реєструючої апаратури при вимірюванні деформації застосовуються осцилографи, потенціометри, вимірювачі статичних деформацій або інших приладів, що забезпечують реєстрацію деформацій з необхідною точністю.

Зразки вирізають у напрямках головних осей ортотропії. Зміна товщини і ширини по довжині зразка не повинна перевищувати 0,05 мм. Зразки повинні мати гладку зовнішню поверхню без здуттів, відколів, тріщин та інших дефектів. Шорсткість торцевих поверхонь зразка повинна відповідати  $Ra < 0,63$  мкм. Для визначення межі міцності при стисканні в напрямку армування однонаправлених композиційних матеріалів застосовують зразки у вигляді суми прямокутного поперечного перерізу із закріпленими на кінцях накладками (рис. 2).



**Рис 2.** Зразок для визначення границі міцності при стисканні матеріалів у напрямку армування.

При дослідженні матеріалів з укладанням арматур, відмінних від однонаправленої, а також однонаправлених у напрямку, перпендикулярному армуванню, застосовують зразки як і в попередньому випадку, але шириною 15 мм або у вигляді двосторонньої лопатки (рис. 3).



**Рис 3.** Зразок для визначення границі міцності при стисканні матеріалів у напрямку, перпендикулярному армуванню.

Зразки, призначені для визначення модулів пружності і коефіцієнтів Пуассона при стисканні композиційних матеріалів, повинні мати форму паралелепіпеда з прямокутною основою.

При визначенні модуля пружності і коефіцієнта Пуассона матеріалів з модулем пружності 20000 МПа і товщиною  $h > 1,5$  мм при навантаженнях, що не перевищують 50%

руйнуючого, довжину робочої частини зразка приймають рівною 60 мм. При навантаженні, близькому до руйнуючого, і інших значеннях модуля пружності і товщини зразка, довжину робочої частини зразка, що забезпечує його стійкість, визначають за формулою

$$l_{max} < 0,907 \frac{h}{\vartheta} \sqrt{E^c \left( \frac{1}{\sigma_{кр}^c} - \frac{1,2}{G_{xz}} \right)},$$

де  $h$  - товщина зразка, мм;  $\vartheta$  - коефіцієнт зведеної довжини (для шарнірних опор  $\vartheta = 1$ );  $E^c$  - модуль пружності матеріалу зразка в напрямку додаткового навантаження, МПа;  $\sigma_{кр}^c$  - критична напруга при стисканні, МПа; прийнята для однонаправлених композиційних матеріалів рівною  $\sigma_E^c$ , для композиційних матеріалів з неоднапрямленою структурою  $\sigma_{кр}^c = 1/2 \sigma_E^c$ ;  $\sigma_E^c$  - передбачувана межа міцності при стисканні, прийнята рівною межі міцності при розтягу, МПа;  $G_{xz}$  - модуль міжшарового зміщення матеріалу зразка, МПа.

Значення  $l_{max}$  при товщині зразка  $h = 1$  мм і  $\vartheta = 1$  залежно від  $E^c$ ,  $G_{xz}$  і  $\sigma_{кр}^c$  наведені в таблиці [1]. При  $h \neq 1$  мм значення  $l_{max}$  одержують множенням табличного значення на  $h$ .

Накладки для зразків виготовляють із ортогональноармованих матеріалів, модуль пружності яких у напрямках, перпендикулярних осі зразка, не перевищують модулів пружності у відповідних напрямках матеріалу зразка. Відносне видовження при руйнуванні матеріалу накладок у всіх напрямках повинне бути більше або дорівнювати відповідній характеристиці матеріалу зразка.

**Проблема.** Визначити модуль пружності  $E^c$  з заданою точністю. Провести обчислення і зробити висновки. Також обчислити випадкову похибку.

#### **Інформаційні джерела для роботи над кейсом.**

1. Барановський В.М., Бережний В.П., Горбачук І.Т. та ін.. Загальна фізика: Лабораторний практикум.: Навч. посібник/ За заг.ред.І.Т.Горбачука. – Київ: Вища школа, 1992. – 590 с.
2. Кучерук І.М., Дущенко В.П., Андріанов В.М. Обробка результатів фізичних вимірювань. – Київ.: Вища школа, 1981. – 216 с.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, — М.: Высшая школа, 1975.
4. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей — М.: Наука, 1988.

Як бачимо, даний кейс дозволяє студентам використати знання з фізики в теорії ймовірностей та математичній статистиці, а також показує, як безпосередньо математична статистика застосовується у фізиці. Також студентам варто звернути увагу на те, що для серії, наприклад, з десяти вимірювань значення  $E^c$  будуть близькими, проте не однаковими. Варто тоді задуматись: значення буде правильним чи ні. Студентам треба врахувати, що результат носить статистичний характер.

#### **Парчук М.І. Використання методу Case-study у навчанні комбінаторних, ймовірнісних та статистичних методів і моделей майбутніх вчителів фізики**

**Анотація.** Розглянуто проблему застосування методу Case-study у навчанні комбінаторних, ймовірнісних та статистичних методів і моделей майбутніх вчителів фізики. Наведено приклад кейсу, що передбачає комплексне застосування знань, вмінь та навичок з фізики, обчислювальної математики та теорії ймовірностей і математичної статистики.

**Ключові слова:** вища освіта, методика навчання математики, метод Case-study.

#### **Parchuk M.I. Using the Case-study method in the study of combinatorial, probabilistic and statistical methods and models of future physics teachers.**

**Abstract.** Is considered the problem of using the Case-study method in the study of combinatorial, probabilistic and statistical methods and models of future teachers of physics. An example of a case is provided that involves the comprehensive application of knowledge, skills and abilities in physics, computational mathematics and probability theory and mathematical statistics.

**Key words:** higher education, mathematics teaching method, Case-study method.

**Працьовитий М.В.,**  
 доктор фізико-математичних наук, професор,  
 декан фізико-математичного факультету НПУ імені М.П.Драгоманова,  
 Київ, Україна,  
 prats4444@gmail.com

**Требенко Д.Я.,**  
 кандидат фізико-математичних наук,  
 доцент кафедри вищої математики НПУ імені М.П.Драгоманова,  
 Київ, Україна,  
 d.trebenko@npu.edu.ua

**Требенко О.О.,**  
 кандидат фізико-математичних наук,  
 доцент кафедри вищої математики НПУ імені М.П.Драгоманова,  
 Київ, Україна,  
 trebenko@npu.edu.ua

### **КВАЛІМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВИХ РОБІТ З АЛГЕБРИ І ГЕОМЕТРІЇ**

Виконання курсової роботи – важливий етап у підготовці кваліфікованого фахівця. Дана форма навчальної діяльності спрямована на оволодіння студентом методологією і методами наукового дослідження, сприяє формуванню і розвитку вмінь і навичок самостійної роботи із науковими джерелами, здатності студента самостійно мислити, аналізувати, співставляти, систематизувати і узагальнювати факти, логічно, чітко і послідовно викладати матеріал, грамотно оформляти і представляти результати наукового дослідження, розкриває творчий потенціал студента, розвиває наукову інтуїцію, ініціативність, креативність.

Об'єктивність, валідність, діагностичність і комплексність оцінювання курсової роботи реалізується завдяки застосуванню кваліметричного підходу [1]-[3]. Кваліметрична факторно-критеріальна модель оцінювання дає кількісну і якісну характеристику результатів роботи, рівня досягнення студентом результатів навчання за різними напрямками відповідно до чітко визначених, колективно розроблених, наперед відомих всім учасникам освітнього процесу критеріїв. За такого підходу формується чіткий алгоритм оцінювання, на основі якого студент сам може визначити свій рівень досягнень і оцінку, проаналізувати допущені недоліки і побачити, яким аспектам ще необхідно приділити увагу, що сприяє вихованню мотивації, стремління і здатності до самоконтролю, рефлексії, самокорекції і самоосвіти. Оцінювання стає особистісно орієнтованим, спрямованим на формування компетентностей.

Для кваліметричної моделі оцінювання курсових робіт з алгебри і геометрії було визначено наступні параметри: 1. Оцінювання науковим керівником ( $B_1$ ); 2. Оцінювання комісією ( $B_2$ ).

Параметр «Оцінювання науковим керівником» розкривають такі фактори і відповідні їм критерії:

Фактори		Критерії	
Назва ( $C_{i,j}$ )	Ваго- мість	Назва ( $D_{i,j,1}$ )	Ваго- мість
1.1 Сформованість базових вмінь і навичок дослідницької діяльності	$k_{1,1}$	1.1.1 вміння самостійно працювати із спеціальною науковою літературою, аналізувати джерела з проблеми дослідження, критично осмислювати наукову інформацію	$k_{1,1,1}$
		1.1.2 вміння розробити план дослідження	$k_{1,1,2}$
		1.1.3 вміння відібрати і застосувати адекватні ефективні наукові методи	$k_{1,1,3}$
		1.1.4 вміння співвідносити і порівнювати факти,	$k_{1,1,4}$

		концепції, точки зору, узагальнювати і систематизувати факти	
		1.1.5 вміння чітко формулювати і аргументовано обґрунтовувати висновки і рекомендації за результатами проведеного дослідження	$k_{1.1.5}$
		1.1.6 вміння проаналізувати пророблену роботу з метою виявлення найбільш істотних її результатів, оцінити результати з точки зору їх достовірності і практичної значущості	$k_{1.1.6}$
1.2 Здатність генерувати нові знання, ідеї (креативність)	$k_{1.2}$	1.2.1 здатність до отримання значимих для науки і/або практики результатів, нових наукових ідей	$k_{1.2.1}$
		1.2.2 вміння знаходити власні оригінальні шляхи вирішення проблеми, здатність до творчого (креативного) мислення	$k_{1.2.2}$
		1.2.3 вміння побачити і сформулювати проблему, визначити мету і завдання дослідження; формулювати гіпотези	$k_{1.2.3}$
		1.2.4 здатність ставити нові проблеми на основі результатів проведеного дослідження	$k_{1.2.4}$
1.3 Ставлення до дослідницької діяльності і проявлені студентом дослідницькі якості	$k_{1.3}$	1.3.1 здатність до самоорганізації	$k_{1.3.1}$
		1.3.2 здатність працювати самостійно, автономно (власними силами досягати мети, самостійно приймати рішення)	$k_{1.3.2}$
		1.3.3 відчуття новизни (творчий підхід у роботі, вміння по новому дивитись на відомі факти, критичне ставлення до нових точок зору, нетерпимість до догматизму)	$k_{1.3.3}$
		1.3.4 ретельність, пунктуальність (якісне, своєчасне виконання планів і графіків дослідження), відповідальність	$k_{1.3.4}$
		1.3.5 допитливість, ініціативність (внутрішнє прагнення до нових знань, опанування новими методами, способами і прийомами дослідження)	$k_{1.3.5}$
		1.3.6 наполегливість у досягненні мети	$k_{1.3.6}$
		1.3.7 усвідомлення студентом значимості дослідницьких знань і вмінь і наявність внутрішньої потреби (мотивації) до набуття досвіду дослідницької діяльності для особистісного розвитку і/або професійного зростання	$k_{1.3.7}$
		1.3.8 здатність до рефлексії, самокритики і самокорекції	$k_{1.3.8}$

Параметр «Оцінювання комісією» визначається наступними факторами:

Фактори		Критерії	
Назва ( $C_{i,j}$ )	Ваго- мість	Назва ( $D_{i,j,l}$ )	Ваго- мість
2.1 Сформованість навичок оформлення результатів	$k_2$ .1	2.1.1 точність розкриття актуальності теми і ступеня розробленості проблеми в сучасній науці	$k_{2.1.1}$
		2.1.2 системність, повнота, глибина і детальність розкриття теми	$k_{2.1.2}$

наукового дослідження		2.1.3 рівень науковості (стиль написання, чіткість визначення наукового апарату дослідження, відповідність результатів поставленій меті і завданням, обґрунтованість отриманих результатів, аргументованість і об'єктивність висновків)	$k_{2.1.3}$
		2.1.4 якість викладу матеріалу (чіткість, зрозумілість, структурованість, логічність і послідовність, завершеність, відсутність внутрішньої суперечливості)	$k_{2.1.4}$
		2.1.5 грамотність (орфографічна і пунктуаційна, правильне використання наукової термінології)	$k_{2.1.5}$
		2.1.6 відповідність вимогам оформлення	$k_{2.1.6}$
2.2 Володіння ґрунтовними знаннями з теми дослідження	$k_{2.2}$	2.2.1 рівень володіння матеріалом, ерудованість доповідача	$k_{2.2.1}$
		2.2.2 повнота, конкретність, аргументованість і вичерпність відповідей на питання	$k_{2.2.2}$
2.3. Здатність презентувати результати дослідження і кваліфіковано вести дискусію за його тематикою	$k_{2.3}$	2.3.1 вміння доступно, зрозуміло передати зміст дослідження, представити отримані результати, правильно розставити акценти	$k_{2.3.1}$
		2.3.2 якість доповіді (структурованість, чіткість, логічність, зв'язність і послідовність, лаконічність, завершеність, переконливість аргументів)	$k_{2.3.2}$
		2.3.3 вміння привернути і утримувати увагу аудиторії	$k_{2.3.3}$
		2.3.4 культура мовлення, грамотність у використанні термінології	$k_{2.3.4}$
		2.3.5 якість презентації та ілюстративного матеріалу, доцільність його використання для представлення матеріалів дослідження	$k_{2.3.5}$
		2.3.6 здатність аргументовано і переконливо відстоювати власну позицію	$k_{2.3.6}$

Кожний критерій оцінюється балом від 0 до 20 за шкалою, яка відповідає 100-баловій шкалі оцінювання в університеті, що дає змогу орієнтуватись на шкалу ECTS. В НПУ імені М.П.Драгоманова така шкала виглядає наступним чином: 0-6 б. – незадовільний рівень (F); 7-11 б. – низький рівень (FX); 12 б. – задовільний рівень (E); 13 б. – задовільний рівень (D); 14-15 б. – достатній рівень (C); 16-17 б. – високий рівень (B); 18-20 б. – творчий рівень (A) (див. [4]).

Вагомість (значущість) кожного параметра ( $k_i$ ), фактора ( $k_{i,j}$ ), критерію ( $k_{i,j,l}$ ) визначається методом експертних оцінок ( $\sum_i k_i = 1, \sum_j k_{i,j} = 1, \sum_l k_{i,j,l} = 1$ ). Зауважимо, що набори коефіцієнтів  $k_i, k_{i,j}, k_{i,j,l}$  для кожної із курсових робіт навчального плану слід визначати окремо, із урахуванням наявного у студентів досвіду дослідницької роботи (так, наприклад, для другої курсової роботи фактор «1.1 Сформованість навичок оформлення результатів наукового дослідження» може бути оцінено із меншою значущістю, натомість фактор «2.1 Здатність студента генерувати нові знання, креативність» – із більшою).

Оцінка кожного фактора  $C_{i,j}$  визначається як сума добутків оцінок за кожний критерій  $D_{i,j,l}$  на його вагомість  $k_{i,j,l}$ ; оцінка кожного параметра  $B_i$  – як сума добутків оцінок за кожний фактор  $C_{i,j}$  на його вагомість  $k_{i,j}$ ; результуюча оцінка  $A$  за курсову роботу обчислюється за формулою:  $A = 5 \cdot (B_1 k_1 + B_2 k_2)$ .

Пропонована факторно-критеріальна модель оцінювання курсових робіт з алгебри і геометрії має комплексний характер і дозволяє об'єктивно оцінювати результати навчання.

### Література:

1. Дмитренко Г.А., Олійник В.В., Ануфрієва О.Л. Цільове управління: вимірювання результативності діяльності учнів і педагогів: навч.-метод. посіб. – К.: УІПКККО, 1996. – 84 с.
2. Єльнікова Г.В. Наукові основи розвитку управління загальною середньою освітою в регіоні: монографія. – К.: ДАККО, 1999. – 303 с.
3. Черепанов В.С. Экспертные оценки в педагогических исследованиях – М.: Педагогика, 1989. – 152 с.
4. Порядок організації і проведення контролю та оцінювання знань студентів Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – К.: [НПУ імені М.П. Драгоманова], 2011. – 26 с.

### **Працьовитий М.В., Требенко Д.Я., Требенко О.О. Кваліметричний підхід до оцінювання курсових робіт з алгебри і геометрії.**

**Анотація.** Пропонується факторно-критеріальна модель оцінювання курсових робіт з алгебри і геометрії. Застосування такої моделі оцінювання дає кількісну і якісну об'єктивну комплексну характеристику результатів навчання студента.

**Ключові слова:** кваліметричний підхід, факторно-критеріальна модель оцінювання, курсова робота.

### **Pratsiovytyi M.V., Trebenko D.Ya., Trebenko O.O. Qualimetrics approach to the assessment of term papers on algebra and geometry**

**Abstract.** The qualimetrics approach to the assessment of term papers on algebra and geometry is proposed. Such factor-criteria-metrics model of assessment gives the quantitative and qualitative objective integral characteristic of student's learning outcomes.

**Key words:** qualimetrics approach, factor-criteria-metric model of assessment, term paper.



**Пудченко С.А.,**  
аспірант кафедри ММНФМДВШ,  
Фізико-математичного факультету,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
dirkivc@ukr.net

**Дераженко А.В.**  
студентка 41 ФМІ групи,  
Фізико-математичного факультету,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
nastyaderazhenko@gmail.com

**Челнокова С.М.,**  
студентка 41 ФМІ групи  
Фізико-математичного факультету,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
sofiyachelnokova@gmail.com

**Мусієнко Ю.А.,**  
ст.викладач кафедри ММНФМДВШ,  
Національний педагогічний університет  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
kaf\_metodologyi@ukr.net

## **ВИХОВАНЕЦЬ НАУКОВОЇ ШКОЛИ ПРОФЕСОРА В.П. ДУЩЕНКА, КАНДИДАТ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК, ПРОФЕСОР ГОРБАЧУК ІВАН ТИХОНОВИЧ**

Горбачук Іван Тихонович народився 18 січня 1933 року в с. Батарей Березівського району на Берестейщині (республіка Білорусь) в багатодітній селянській сім'ї. Батьки і обставини виховали членів сім'ї виконувати будь-яку справу на максимально якісний результат, не дивлячись на перешкоди, які можуть виникати під час виконання. Довільна селянська праця, для членів сім'ї, ставала звичним станом і не викликала відчуття «не можу». Перешкоди на шляху досягнення мети, навпаки, стимулювали до дії.

Стіни на третьому поверсі головного корпусу Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова, де знаходиться кафедра методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, яку очолює кандидат фізико-математичних наук, професор Горбачук Іван Тихонович, оформлені у стилі латинського вислову. «Per aspera ed astra» – у перекладі «Через труднощі до зірок». Цей латинський вислів випадково і одночасно символічно, знаходиться якраз поряд з кафедрою, яку очолює професора Горбачук І.Т.. Життєвий шлях майбутнього професора не був всіяний пелюстками троянд, всього у житті доводилось досягати копіткою працею, кожного разу доводити свій професіоналізм, і це йому вдалось, про що свідчать його професіональний досвід, нагороди та посади.

Вступити до ВНЗ вдалось не одразу, але це не підірвало бажання отримати вищу освіту і після року вчителювання у початкових класах сільської школи та робочим у колгоспі Іван Тихонович вступає до фізико-математичного факультету Київського державного педагогічного інституту імені М.Горького за спеціальністю «фізика і основи виробництва». Після закінчення інституту працює вчителем фізики і математики, а незабаром і директором школи. Його працю оцінюють. У 1967 році нагороджений нагрудним знаком "Відмінник народної освіти". Але він прагне більшого - займатись наукою. Порадившись з рідним

братом, який тоді вже був кандидатом філологічних наук і працював у Кіровоградському педінституті, звільняється з попередньої роботи директора школи і влаштовується на посаду спочатку лаборанта, а з часом інженера галузевої науково-дослідної лабораторії фізики дисперсних і полімерних матеріалів кафедри фізики Київського державного педагогічного інституту імені М.Горького. Лабораторію тоді очолював доцент Дущенко В.П. Для перевірки нового співробітника доручає підготувати виступ на тему «Методи чисельного диференціювання» на семінарі. Виступ було підготовлено блискуче, двох годин не вистачило для розкриття теми і Дущенко В.П. високо оцінив, записавши у характеристику до аспірантури - "Володіє математичним апаратом на рівні Фіхтенгольца". Науковий напрям дисертаційного дослідження, яке проводилось разом з Семком Олегом та Іваницьким Борисом під керівництвом В.П. Дущенка, - це явища електро-тепло-масопереносу у вологих капілярно-пористих дисперсних системах. Тематика цих досліджень була запропонована Віктором Павловичем, а першим їх виконавцем був Семко Олег. Спочатку ці дослідження були спрямовані на сушку вологих дисперсних систем під дією постійного електричного струму - метод електроосмосу. Метою цих досліджень було розробити ефективні методи осушки фундаментів будівель (захист від руйнування), сирі деревини тощо. З часом ці дослідження перейшли у сферу пізнання природи електроповерхневих властивостей на межі двох фаз: тверда поверхня - рідина. На такій межі утворюється подвійний електричний шар, наявністю якого обумовлені такі явища як електроосмос, електрофорез, потенціал течії, потенціал седиментації. Ці дослідження проводились Горбачуком І.Т. під безпосереднім науковим керівництвом доктора хімічних наук, професора Станіслава Самуїловича Духіна та доктора технічних наук, професора Віктора Павловича Дущенка.

Важливість цієї теми полягала в актуальності проблеми сучасної молекулярної фізики більш глибокого дослідження властивостей граничних фаз дисперсних систем. Поверхневі явища, крім великого наукового інтересу, відіграють вирішальну роль у багатьох технологічних процесах, пов'язаних з переробкою, отриманням і використанням різноманітних продуктів та матеріалів. Це, перш за все, розробка нових прогресивних технологій фарбування, лако-фарбових покриттів, полімерних і металополімерних виробів, отримання стійких водних і неводних суспензій, електрографія, виготовлення стійких лікарських засобів, консервованих заготовок сільськогосподарської продукції, виготовлення виробів із глини тощо. Оскільки поверхневі явища зумовлені наявністю на межі розділу фаз подвійного електричного шару (ПЕШ), то велика увага приділяється вивченню його властивостей. Завданням дослідницької роботи було дослідження впливу високих напруженостей однорідного електричного поля (порядку  $10^3 - 10^5$  В/м) на стан ПЕШ жорстких пористих дисперсних систем у водневих і неводних середовищах методом електроосмосу та при таких же полях для модельних частинок сферичної форми методом електрофорезу.

Що нового було зроблено?

1. сконструйована і виготовлена універсальна експериментальна електроосмотична установка, яка давала можливість проводити вищезазначені дослідження;
2. розроблена і виготовлена електролітична комірка зі змінною константою, яка давала можливість визначати питому провідність водних і неводних середовищ;
3. вперше проведені експериментальні дослідження закономірностей явища нелінійного електроосмосу неводних середовищ у жорстких пористих системах, теорія якого розроблялась науковою школою С.С. Духіна;
4. дано пояснення природи цих явищ на основі теорії Духіна-Сімонової;
5. вперше розроблена і впроваджена у практику автоматизована установка для дослідження електрофорезу методом рухомої межі розділу суспензія-електроліт;
6. розроблений новий метод мікроскопічного електрофорезу у замкненій вимірювальній комірці;

7. проведено дослідження нелінійного характеру масопереносу методом електрофорезу для сферичних частинок у сильних електричних полях;

8. вперше розроблений, істотно новий, метод мікроскопічного електрофорезу, не ускладненого параболічним профілем швидкостей електроосмосу, та розроблено два види приладів для реалізації цього метода;

9. вперше на цих установках методами електроосмосу і електрофорезу досліджено вплив концентраційної поляризації ПЕШ на електромасоперенос у неводних середовищах. Встановлено кубічну залежність рухливості частинок методом електрофореза від напруженості однорідного електричного поля, яка узгоджувалась, у межах похибки вимірювань, з теорією Духіна-Сімонової.

Результати досліджень впроваджувались у виробництво через укладання госпдоговорів:

10. з НДІ паперу (м.Київ) – виробництво паперу з базальту для побутових потреб;

11. з НДІ електрографії (м.Вільнюс) – розроблення ксероксів;

12. з Ірпінським цегляним заводом – удосконалення технології виготовлення цегли;

13. з клінікою Жовтневої лікарні – виготовлення ліків для нормалізації  $\zeta$ -потенціалу червоних кров'яних тілець тощо.

За результатами розробки нових методів і приладів для електродинамічних досліджень отримано сім свідоцтв на винаходи. Усі ці винаходи розроблені Горбачуком І.Т. та впроваджені у практику під керівництвом В.П. Дуценка і С.С. Духіна, а також опубліковані у спільних статтях у наукових журналах. У співавторстві з В.П. Дуценком надруковано 22 наукові роботи, 5 авторських свідоцтв на винаходи та ряд навчальних посібників. У науково-метричних виданнях надруковані 3 статті спільно з В.П. Дуценком, дві статті у 1975 та одна у 1989 роках.

Окремі дослідницькі установки і графіки результатів дослідження Горбачука І.Т. представлені на рис.1.

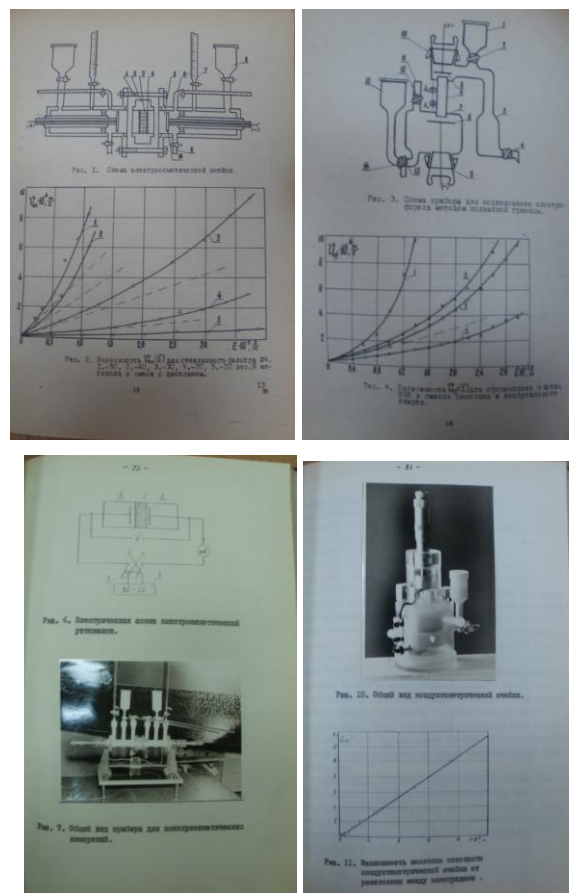


Рис. 1. Окремі установки і графіки результатів дослідження Горбачука І.Т.

## Література

1. Автоматическая электрофоретическая установка для определения электрокинетического потенциала частиц методом подвижной границы / **И.Т.Горбачук**, П.В.Бережной, П.А.Возный, А.С.Яременко // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем. – Киев, 1974.- Вып. 6.- С. 27-31.
2. **Горбачук И.Т.** Исследование нелинейных электрокинетических явлений в сильных полях и разработка методов и приборов для измерения электрофореза: автореф. дис. ...канд. физ.-мат. наук./Киев. гос. пед. ин-т имени А. М. Горького; И.Т.Горбачук ; науч. руководитель В. П. Дущенко. –Киев: КГПИ, 1974. - 26 с.
3. **Горбачук И.Т.** Исследование нелинейных электрокинетических явлений в сильных полях и разработка методов и приборов для измерения электрофореза: дис. ...канд. физ.-мат. наук/Киев. гос. пед. ин-т имени А. М. Горького; И. Т. Горбачук; науч. руководитель В. П. Дущенко. –Киев :КГПИ, 1974. –197 л.
4. Иваницкий Б.Г. Влияние ПАВ на электроосмотический массоперенос в твердых дисперсных системах / Б. Г. Иваницкий, **И. Т. Горбачук**, П. А. Возный // Вопросы физики веществ и дисперсных систем: сборник науч. трудов / Киев. гос. пед. ин-т имени А. М. Горького . – Киев :КГПИ, 1975. – С. 33-36.
5. О влиянии электролитов на электроповерхностные свойства некоторых дисперсий волокон и красителей / **И.Т.Горбачук**, П.В.Бережной, Е.С.Малкин, Б.Г.Иваницкий [и др.] // Вопросы физики веществ и дисперсных систем: сборник науч. трудов / Киев. гос. пед. ин-т имени А. М. Горького. – Киев: КГПИ, 1975.- 24-27.
6. **Горбачук И.Т.** Ячейка с переменной константой для измерения электропроводности водных и неводных растворов электролитов / **И.Т.Горбачук**, П.В.Бережной, Н.П.Костюченко //Физика твердого тела: сборник науч. статей / Киев. гос. пед. ин-т им. А. М. Горького.- К.:КГПИ, 1975. - С. 123-126.
7. Збірник матеріалів Всеукраїнського науково-методичного семінару «Сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки», присвяченого пам'яті професора Дущенко В.П. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2016. – 86 с.

**Пудченко С.А., Дераженко А.В., Челнакова С.М., Мусієнко Ю.А. Вихованець наукової школи професора В.П. Дущенко, кандидат фізико-математичних наук професор Горбачук Іван Тихонович**

**Анотація.** У статті розглянуто деякі біографічні факти відомого науковця і педагога, кандидата фізико-математичних наук, професора Горбачука Івана Тихоновича, вихованця наукової школи професора Віктора Павловича Дущенко.

**Ключові слова:** Горбачук Іван Тихонович, електроосмос, Віктор Павлович Дущенко, НПУ імені М.П. Драгоманова, фізика полімерів, фізика гетерогенних композитів, сушіння вологих матеріалів.

**Pudchenko S.A., Deragenko A.V., Chelnokova S.M., Musiyenko Y.A. Some notes of scientific and educational activities of Professor V.P. Dushchenko**

**Abstract.** In the article some biographical facts of the famous scientist and teacher, the candidate of physical and mathematical sciences, professor Gorbachuk Ivan Tikhonovich, the student of the scientific school of professor Victor Pavlovich Dushchenko are considered.

**Key words:** Gordachuk Ivan Tihonovich, electroosmosis, Viktor Pavlovich Dushchenko, National Pedagogical Dragomanov University, polymer physics, physics of heterogeneous composite materials

**Сиротюк В. Д.,**  
доктор педагогічних наук, професор,  
завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії,  
НПУ імені М. П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна,  
kmf\_npu@ukr.net

## **ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ ЧИННИКІВ У ПРОЦЕСІ ЗАСВОЄННЯ УЧНЯМИ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ**

На сьогодні, виховувати людину в неспокійній політико-економічній атмосфері, дуже важко. Вчителі, батьки й оточуючі повинні знайти сили, щоб скористатися для цього самим простим, доступним усім і в той же час самим дійовим педагогічним «інструментом» - позитивним ставленням до людини. Воно розряджає будь-яку обстановку, завжди пом'якшує «гострі кути», незмінно створює передумови для довіри, слугує знаком доброзичливості, в людини пропадає «негативна біоенергетика».

Серед методів гуманізації процесу навчання в школі можливий метод, коли здійснюється наближення навчання фізики до притаманних для учня форм сприйняття навколишнього світу. Реалізація природної потреби учнів пізнавати нове на фоні уявного – невичерпне джерело творчої діяльності вчителя фізики. Наприклад, під час вивчення молекулярної будови речовини, після того як учні дізналися, що всі речовини складаються з частинок, між якими є проміжки, причому розміри ядер і електронів значно менші за розміри атомів, тобто всі оточуючі нас тіла складаються практично з пустоти, слід запитати в учнів: чи можна в принципі пройти крізь стіну? Що цьому сприяє? Що заважає? Останнє запитання їх явно інтригує, і вони отримують завдання додому, щоб пофантазувати. На наступному уроці перед розглядом відповідей учнів слід роздати всім по два сильних магніти і запропонувати наблизити їх по декілька разів спочатку різнойменними, а потім однойменними полюсами. Ці досліди полегшують учням розуміння того, що в природі існують сили, які діють на відстані (до прояву земного тяжіння учні звикли і приклади його дії не так справляють враження на них). Серед цих сил – електромагнітні, які обумовлені існуванням електричних полів. Взаємодія заряджених частинок через електромагнітні поля відіграє суттєву роль у міцності та цілісності таких «цеглинок» всесвіту, а також усіх тіл, з яких складається земна природа. Вияснивши це, варто приступити до розгляду причин «непробитності» стін.

Ефективним шляхом засвоєння фізичних знань є емоційність навчання, яка досягається створенням атмосфери співпричетності до наукових подій, про які йде мова на уроці (постановка проблемних запитань і цікавих дослідів, короткі екскурси в історію фізики, пропозиція учням уявити собі ту чи іншу ситуацію, звернення до їх почуттів під час розгляду умов творчої діяльності вчених минулого й оцінці їх шляхетних учинків тощо).

Стимулом міцного засвоєння знань з фізики є введення учнів у світ прекрасного. Для цього, перш за все, потрібно розвивати емоційну чуйність учнів до реального світу, природи, показати їм, що гармонія фізичної картини світу, простота математичних виразів основних законів природи, дотепність та витонченість багатьох фізичних дослідів містять у собі елементи краси. Естетичне почуття викликає усвідомлення яскравого поєднання у фізиці логіки й експерименту.

Потужним засобом створення позитивних емоцій в учнів, почуття краси, що створює передумову для ефективного сприйняття фізичного матеріалу є використання творів мистецтва. Наприклад, під час вивчення фізики учні ознайомлюються з причинами певних фізичних явищ, що відбуваються у природі. Так, законами розсіювання світла пояснюється голубий колір неба; дисперсією світла в краплинах дощу – веселка; інтерференцією і дифракцією – гра кольорів на поверхні рідини; заломленням світла – міражі; електромагнітними й оптичними процесами – величність полярних сяйв. Учнів можна

ознайомити з деякими репродукціями картин, наприклад, картиною А Саврасова «Жито», де втілена природа перед настанням дощу: голубий колір неба ще не погас, поява чорних дощових хмар; настання грози з її характерними ознаками – темнотою, вітром, спалахами бликавок – передана художником Ф. Васильєвим у картині «Перед дощем».

Учням важливо розповісти про необхідність для художника знань про фотометрію, різноманітність кольорів та їх відтінків, правила сприйняття світла, змішування кольорів. Вивчаючи питання спектрального аналізу, можна розповісти про психологічні особливості сприйняття кольору людиною, наприклад: бордовий і червоний викликають відчуття тепла, зелений – прохолоди. Ці властивості кольорів породжують певні відчуття широко використовуються в техніці: так, гарячі цехи заводів, як правило, фарбують у холодні кольори – сині і блакитні.

У дослідницько-експериментальній роботі чільне місце відводиться людиноутворюючому навчанню. У різних філософіях і педагогіках завжди є образ людини, який слугує «провідною зорею» для побудови освіти. Наприклад, у Я. Коменського людина – це таке створіння природи, яке своїм життям, пізнанням та діями приносить користь суспільству. Звідси учневі необхідно спочатку ознайомитись з предметами оточуючого світу, здобути необхідні знання, вміння, навички і, накінець, навчитися діяти у житті.

У процесі навчання фізики варто відводити місце для розвитку в учнів органів чуття. Теми, найбільш придатні для розвитку природного бачення та слухання, це «Світло» і «Звук». З позицій людиноутворюючого навчання важливо не тільки вивчення світлових і звукових явищ, скільки розвиток умінь учнів дивитися і бачити їх, слухати і чути. Спостереження переконують, що якщо не піклуватися про розвиток в учнів сприйняття світу за допомогою їх органів чуття, то вони ніколи не навчаться спостерігати явища, виділяти факти, пізнавати природу.

Фізика несе в собі «поетичну думку» і це є особливо яскравим проявом її «гуманітарного потенціалу». «Фізика складає серцевину гуманітарної освіти нашого часу» [1, с. 22]. Під гуманітаризаційним потенціалом фізики слід розуміти:

1. Моральний початок, який пов'язує з поняттями «правда фактів» і «правда суджень».
2. Світоглядне кредо, яке має відношення до розуміння того, як побудований і розвивається світ, яке місце людини в ньому.
3. Естетичний початок, що впливає на розуміння краси світу через його єдність та гармонію.
4. Громадянська позиція, пов'язана з вихованням почуття особистої причетності до всього, що відбувається в світі та особистої відповідальності за майбутнє всього світу; ця позиція спирається на розуміння законів природи, на пробудження бажання рахуватися з ними та враховувати їх у практичній діяльності; не знаючи законів природи, не можна передбачити наслідки антропогенного навантаження на природу.

Використання художньої і науково-популярної літератури у процесі навчання фізики оживлює урок і сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів, закріпленню цілісного уявлення про оточуючий світ. Наприклад, вивчаючи теми «Дифузія» і «Випаровування і конденсація рідин» можна використати уривки з творів, а саме: «Черемшина ця росла не кущем, а деревом... кучерява і вся обсіпана яскравим, білим, духмяним цвітом. Здалеку був чутний її запах» [2, с. 47]; Із криниць, джерел і боліт вода тече в струмки, із струмків у ріки, із річок у великі ріки, а із великих рік тече в моря. З інших сторін у море течуть інші ріки, і всі ріки течуть у моря. Куди дівається вода з моря? Чому вона не розливається через край? Вода з моря підіймається туманом; туман піднімається вище, з туману утворюються хмари. Хмари гонить вітер і розносить їх над землею. Із хмар вода падає на землю. Із землі стікає в болота і струмки. Із струмків тече в ріки, з рік у море. З моря знову вода підіймається у хмари, і хмари розносяться по землі» (з оповідання «Куди дівається вода із моря» [4, с. 46]).

Успіх навчання фізики пов'язаний з формуванням в учнів умінь розв'язувати фізичні задачі. Останнє, зокрема, залежить від того, наскільки добре учні можуть осмислювати їх умови задач. Усвідомленню умов сприяє їх переформулювання з життєвої мови на фізичну.

Розглянемо три таких прийоми: а) заміна слова або словополучення іншим, зміст якого відповідає заміненому. Так, якщо зустрічається вираз «повітряна оболонка Землі», то після пропозиції замінити його іншим словом можна використати науковий термін «атмосфера»; б) заміна слова його аналогом, тобто близьким за змістом. Наприклад, якщо в тексті задачі входить слова «надавлювати», то можна написати замість нього «натиснути», «створювати тиск»; в) опора на причинно-наслідкові зв'язки і використання при перекладі протилежних за змістом слів.

В умовах сучасної школи виникає необхідність мотивації навчання на кожному уроці. Найбільш дійовим мотивом, який стимулює пізнавальну діяльність учнів, є усвідомлення ними того факту, що фізику потрібно знати, перш за все, щоб бути творчою людиною зі сформованим науковим світоглядом.

Досвід управління мотиваційною діяльністю учнів показує, що, наприклад, під час вивчення електромагнітних явищ слід використати такі способи і прийоми мотивації навчання: 1) озброєння учнів навчальною перспективою; 2) організація пошукової діяльності учнів; 3) використання відомостей з історії науки; 4) розкриття краси фізичної теорії, її законів. Okремо варто зупинитися на четвертому прийомі детальніше. На уроці слід прагнути пробудити в учнів почуття захоплення простотою та витонченістю експериментів, за допомогою яких були встановлені основні закономірності, які лежать в основі електромагнітної теорії. Потім потрібно показати, що електромагнітні явища, що здаються розрізненими, в електромагнітній теорії формуються у струнке коло, обумовлюють одне одного.

Таким чином, підготовка студентів до педагогічного засвоєння учнями знань з фізики дає позитивні результати, якщо засосовується система психолого-педагогічних чинників.

#### Література

1. Голин Г. М. Физики о преподавании физики / Г. М. Голин. – М. : Знание, 1979. – 97 с.
2. Калмыкова З. И. Психологические предпосылки развивающего обучения / З. И. Калмыкова // Физика в школе. – 1991. - № 3. – С. 69 - 73.
3. Рубцов В. В. Психологические основы организации совместной учебной деятельности : автореф. дис. ... канд. психол. Наук / В. В. Рубцов. – М., 1986. -17 с.
4. Толстой Л. Н. для детей. – М. : Детская литература, 1968. – С. 260.

**Сиротюк В. Д. Підготовка студентів до використання системи психолого-педагогічних чинників у процесі засвоєння учнями знань з фізики.**

**Анотація.** Успіх навчання учнів фізики залежить від багатьох психолого-педагогічних чинників, що включають: наближення навчання фізики до притаманних для учнівського віку форм сприйняття навколишнього світу; емоційність навчання; введення учнів у світ прекрасного через використання літературних творів і творів мистецтва; розвиток в учнів органів чуття; використання гуманітарного потенціалу фізики; введення людиноутворюючого навчання; розв'язання фізичних задач життєвого змісту.

**Ключові слова:** навчання учнів, навчання фізики, система, психолого-педагогічні чинники, процес засвоєння учнями знань.

**Syrotyuk V. D. Preparation of students to use of the system of psychological and pedagogical factors in the process of mastering of knowledge students from physics.**

**Annotation.** Success of studies of students of physics depends on many psychological and pedagogical factors which include: approaching of studies of physics to the inherent for student's age forms of perception of outward things; emotionality of studies; introduction of students to the world wonderful through the use of literary works and works of art; the students of sense-organs have development; use of humanitarian potential of physics; introduction of man which is formed studies; decision of physical tasks of vital maintenance.

**Keywords:** studies of students, studies of physics, system, psychological and pedagogical factors, process of mastering of knowledge students.

**Строгонова Т.В.,**  
кандидат економічних наук, старший викладач,  
Запорізький державний медичний університет,  
м. Запоріжжя, Україна,  
strogonova@meta.ua

## **МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ БІОФІЗИКИ У МЕДИЧНИХ ВНЗ**

У системі теоретичних дисциплін, що викладаються в медичному ВНЗ, біофізиці відводиться особливе місце. Вона повинна підводити підсумок вивченню точних наук і служити "містком" між ними та біологічними і медичними науками.

Методологія викладання фізико-математичних дисциплін в нашій країні має давні традиції і довела свою ефективність. Методиці навчання фізиці у вищій школі присвячені праці таких учених як Горбачук І.Т., Кучерук І.М., Луцик П.П., В.М. Барановський, П.В. Бережний. В той же час, викладання біофізики як фізики "живих систем" відрізняється своїми особливостями. Методичні проблеми навчання біофізиці в медичних ВНЗ вивчалися наступними ученими П.Г.Костюком, В.Л.Зимою, І.С.Магуром, В.О. Тіманюком; О.М.Животовою, Л.Ф. Ємчик, Я.М. Кміт, О.В. Чалим, І.Є. Булах, Н.В. Стучинською, Е.І. Личковським.

Стрімкий розвиток важливих для клінічної медицини розділів біофізики призводить до досвіду показує, що більшість студентів-першокурсників мають складнощі в засвоєнні існуючого матеріалу, що вимагає вдосконалення методики навчання. Метою роботи є аналіз методичних проблем навчання біофізиці в медичному ВНЗ.

У традиції національної педагогічної школи визначені наступні принципи, на яких повинні базуватися будь-які методи навчання фізиці студентів [1]: зв'язки фізики з іншими учбовими предметами; науковості, систематичності і послідовності; наочності і доступності; поетапності і варіативності вивчення; свідомості і творчої активності студентів; переходу від навчання до самоосвіти.

Розглянемо, як реалізуються ці принципи в процесі навчання біофізиці в медичному ВНЗ.

### *1. Зв'язок біофізики з іншими учбовими предметами*

Для визначення зв'язків, нами були проаналізовані теми заняття одного модуля "Біологічна фізика" курсу біофізики для студентів лікувального факультету [2] і виділені загальні поняття, якими біофізика пов'язана з іншими дисциплінами, що вивчаються в медичному ВНЗ. До таких дисциплін були віднесені: фізіологія (нормальна і патологічна), клінічна і патологічна анатомія, біологічна хімія, органічна хімія, фізична хімія, фармакологія, молекулярна біологія і генетика, інструментальні методи функціональної діагностики, спеціальні медичні дисципліни (кардіологія, терапія, фтизіатрія, онкологія і так далі).

Реалізація першого принципу вимагає, щоб до моменту початку вивчення спеціальних медичних дисциплін у студентів має бути сформований понятійний апарат, який дозволить їм оцінювати складні біологічні процеси, що протікають в організмі в категоріях точних наук (фізико-хімічних). Завдання викладача допомогти студентові встановити ці зв'язки між біофізикою і іншими предметами. Методична проблема встановлення таких зв'язків для викладача в курсі біофізики полягає в різноманітності і складності цих зв'язків. Для окремих тем зв'язки є змістовними (наприклад, для теми «Термодинаміка»), для інших - операційними («Кардіографія», «Гемодинаміка») [3]. Для вдосконалення методики викладання, пропонується створення глосарію, який буде доступний студентам не лише на першому, але і на старших курсах. Створення глосарію вимагає спільної роботи представників різних кафедр.

*2. Принцип науковості, систематичності і послідовності навчання.* Виконання цього принципу утруднюється різноманітним змістом курсу, який обумовлений історією становлення біофізики як науки. Також різноманітністю типів міжпредметних зв'язків за



тимчасовим чинником. Зустрічаються як односторонні внутрішньокурсів зв'язки (тема "Механічні коливання, хвилі"), так і двосторонні зв'язки, які є в основному перспективними. Наприклад, теми "Будова біомембран" і "Транспорт речовин через мембрану", детально вивчатимуться студентами на другому курсі, тоді як біофізику студенти вивчають в першому семестрі на першому курсі. Таким чином, під час вивчення біофізики з вищеперелічених дисциплін, студенти вивчають тільки органічну хімію, біологію (генетику) і почали вивчення анатомії.

3. *Принцип поетапності і варіативності навчання.* Викладачеві необхідно зосередити зусилля на медичних і біологічних аспектах, щоб дати незнайомий, складний в розумінні студентам матеріал в стислій формі. Для цього необхідно щоб у студента була надійна база з основних понять і законів фізики. Наприклад, щоб студент міг зрозуміти складний механізм потенціалу спокою клітини, необхідно щоб він розумів природу електричних взаємодій в розчинах (електроліти), мав уявлення про молекулярно-кінетичну теорію, і питання пов'язані з перенесенням (мас, імпульсів, енергії, електричного заряду) та фізичні закони.

Досвід показує, що значна частина студентів-першокурсників мають нестачу знань з фізики курсу середньої школи. Недолік знань можна пояснити малою кількістю годин, що відводяться в школі на вивчення фізики, відсутністю обов'язкових випускних іспитів у школі з фізики і математики. Вирішення цього питання вимагає адміністративних методів управління і є предметом окремого дослідження. На рівні окремого ВНЗ можна доповнити методику навчання, включивши необхідні розділи в самостійну роботу студентів.

4. *Принцип наочності і доступності.* Як і у фізиці, виклад фактів, законів, явищ у курсі біофізики обґрунтовується складними математичними викладеннями, які дозволяють віднести її до категорії точних наук.

Оскільки для лікувальних факультетів медичних ВНЗ курс вищої математики не передбачений програмою, то викладачі біофізики можуть розраховувати тільки на знання, що студенти отримали протягом шкільної підготовки. На жаль, останні роки спостерігається масове різке зниження якості шкільної підготовки не тільки з фізики, а й з математики. Більшість студентів зазнають труднощі з елементарними математичними операціями (дії з логарифмами, геометричні побудови), що не дає їм зрозуміти (а не завчити) матеріал. Об'єктивні причини зниження якості шкільної підготовки з математики викладені вище.

Організація самостійної роботи з математики вимагає особливої методики, яка є предметом подальших досліджень.

5. *Принцип свідомості і творчої активності учнів, переходу від навчання до самоосвіти.*

Мотивувати студента до активної самостійної роботи можна доповнюючи теоретичне заняття лабораторними роботами, які можуть бути цікаві студентам щодо рішення завдань, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю.

Таким чином, аналіз реалізації принципів навчання дозволив визначити методичні проблеми викладання біофізики, до яких можна віднести змістовну складність міждисциплінарних зв'язків, їх розподіл у часі, обмеженість варіативної частини навчання і доступності, внаслідок об'єктивних чинників. В існуючих умовах, коригування методів навчання може полягати у вдосконаленні організації самостійної роботи. Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук методів навчання математики.

#### Література

1. Баранов С. П. Принципы обучения. - М., 1975. Дидактика современной школы / Под ред. В. А. Онищука. - К., 1987.
2. Чалий О.В. Медична та біологічна фізика: національний підручник / О.В.Чалий, Е.І. Личковський та ін. – Вінниця: Нова книга, 2013. – 528 с.3.
3. Зверев И.Д. Межпредметные связи в современной школе / И.Д.Зверев, В.Н. Максимова. – М.:Педагогика, 1981. – 160 с.

**Строгонова Т.В. Методичні проблеми навчання біофізики у медичних ВНЗ.**

**Анотація:** Розглянуті деякі методичні проблеми викладання біофізики, що виникають при реалізації головних принципів навчання: змістовна складність міждисциплінарних зв'язків біофізики з іншими

предметами, розподіл їх у часі; обмеженість варіативного навчання і доступності внаслідок об'єктивних чинників. Запропоновані шляхи вдосконалення методів навчання, які спрямовані на організацію самостійної роботи студентів і підвищення їх творчої активності.

**Ключові слова:** біофізика, вища математика, медичний ВНЗ, якість навчання, методика викладання, проблеми навчання, принципи навчання.

**Strogonova T.V. Methodological problems of teaching biophysics in medical universities.**

**Abstract:** Some methodical problems of teaching are considered biophysicists arising up during realization of main principles of educating : rich in content complication of interdisciplinary connections of biophysics with other objects, them распределенность in time; limit nature of variantness of educating and availability, because of objective socio-economic reasons. Ways are offered on perfection of methods educating that is sent to perfection organizations of independent work and increase of creative activity of students.

**Key words:** biophysics, higher mathematics, medical institution of higher learning, quality of educating, methodology of teaching, problem of educating, principles of educating.

**Ткаченко С.П.,**  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
докторант кафедри освіти дорослих,  
Національний педагогічний університет  
імені М.П.Драгоманова,  
м. Київ Україна  
s.p.tkachenko@npu.edu.ua

## **КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД В СИСТЕМІ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ**

Згідно з умовами концепції нової української школи, компетентність - це динамічна комбінація знань, умінь, цінностей, які визначають здатність особистості успішно вирішувати життєві проблеми, спроможність у подальшому навчатися та провадити професійну діяльність.

В умовах Нової української школи значне місце посідає компетентність в природничих науках і технологіях, а також інформаційно-цифрова компетентність. В свою чергу, остання передбачає впевнене, а водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні. Інформаційна й медіа-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, роботи з базами даних, навички безпеки в Інтернеті та кібербезпеці. Розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо) [1].

Однією з ключових компетентностей є вміння навчатися впродовж життя. Здатність до пошуку та засвоєння нових знань, набуття нових вмінь і навичок, організації навчального процесу (власного і колективного), зокрема через ефективне керування ресурсами та інформаційними потоками, вміння визначати навчальні цілі та способи їх досягнення, вибудовувати свою навчальну траєкторію, оцінювати власні результати навчання, навчатися впродовж життя.

В умовах інформаційного суспільства сучасний учитель фізики повинен не тільки добре володіти професійними знаннями та навичками, а й уміти пристосовуватися до швидкоплинних процесів як у фаховій, так і суспільній сферах життя, користуватися засобами новітніх інформаційних технологій, бути компетентним, здатним до активної участі в суспільному житті, до самореалізації та постійного самовдосконалення. Тому проблема професійного розвитку вчителів фізики стає дуже актуальною, виникає питання, що саме і як необхідно змінити на курсах підвищення кваліфікації, щоб сучасний учитель, відповідаючи вимогам часу, зміг забезпечити високий рівень засвоєння учнями знань і з фізики на основі сучасних підходів та методик викладання.

Проведений аналіз наукових праць та підходів до визначення структури професійної компетентності вчителя загалом дозволив нам визначити: 1) інваріантні складові професійної компетентності (загальні вимоги, які можуть бути пред'явлені до будь-якого вчителя): загальнокультурна; нормативно-правова; психолого-педагогічна; саморозвиваюча; інформаційно-комп'ютерна компетентність; 2) варіативні складові професійної компетентності (вимоги, які пред'являються суто до вчителя фізики): предметна компетентність; діяльнісно-комунікативна компетентність. Проте проблема вдосконалення курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики потребує детального дослідження. Основною метою дослідження є аналіз сучасного стану та пошук перспективних напрямів розвитку професійної компетентності вчителів фізики на курсах підвищення кваліфікації.

Інститут неперервної освіти НПУ імені М.П.Драгоманова будує свою діяльність за такими стратегічними напрямками:

– модернізація змісту, форм і методів підвищення кваліфікації керівних і педагогічних кадрів міста і області;

–науково-методичний супровід оновлення змісту освіти, моніторинг та експертиза інновацій, розроблених установами освіти, окремими педагогами, зовнішня кваліфікаційна експертиза працівників освіти;

–оновлення та розширення функцій, напрямів діяльності ННІО НПУ імені М.П.Драгоманова, вдосконалення структури, кадрового забезпечення навчального закладу. Інститут охопив підготовкою практично 18 фахів освітньої галузі, щорічно розширює їх перелік, враховуючи нові навчальні курси, факультативи. Крім загально визначених спеціальностей, проводиться робота з керівниками предметних гуртків, вихователями шкіл - інтернатів та груп продовженого дня, музичними керівниками, логопедами, практичними психологами, соціальними педагогами. Також упроваджено дистанційну форму проведення курсів підвищення кваліфікації, спрямовану на підвищення якості освіти; розроблено програми дистанційних курсів для вчителів фізики, інформатики, математики. Курси підвищення кваліфікації є обов'язковими для всіх педагогів, незважаючи на професійний напрямок і рівень кваліфікації. Термін проходження –1 раз на 5 років. Головне завдання – задовольнити потреби кожного педагога відповідно до кваліфікації, досвіду слухачів та потреби у поглибленні їх знань. Навчальний план курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики складається з трьох модулів і розрахований на 180 годин: усього аудиторних годин – 108 та годин для самостійної роботи –72. Перший модуль містить три змістові модулі: соціально-гуманітарний, психолого-педагогічний і методичний, усього 64 аудиторних годин. Другий модуль включає індивідуальний творчий проект слухачів курсів та його захист, усього 6 аудиторних годин. Третій модуль—28 аудиторних годин: педагогічна практика –6 год., аудиторна практика –19 год. і екзамен –3 год. Самостійна робота –передбачає можливість поглибити і закріпити теоретичні знання, формувати практичні навички, пов'язані з педагогічною діяльністю вчителя фізики, здійснювати пошук найбільш ефективних методів навчання та виховання учнів, а також можливість формувати вміння вчителя працювати в умовах вибору педагогічної проблеми, технології, сучасного дидактичного матеріалу, змісту і форм навчання.

Зміст програми підвищення кваліфікації вчителів фізики полягає у реалізації всіх завдань, необхідних для досягнення навчальних результатів модулів, і здійснюється шляхом:- розгляду навчального матеріалу на міні-лекціях;-самостійного вивчення навчального матеріалу на основі розробленого для модуля комплексу навчально-методичних матеріалів; - виконання практичних завдань, спрямованих на набуття вмінь на практиці застосовувати набуті теоретичні знання;-участі в дискусіях, обговореннях, інших видах групової взаємодії з метою розвитку критичного мислення;-формування установок та якостей для використання у професійній діяльності здобутих знань й умінь;-проведення вступної й вихідної самооцінки вчителя, підсумкового контрольного тестування до модуля [4]. Крім цього, слухачі курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики проходять педагогічну та аудиторну практики. Водночас варто зауважити, що основним недоліком курсів підвищення кваліфікації є недостатня частота курсів. За 5 років навчальний матеріал та форми і методи навчання можуть суттєво змінитися. З метою вирішення даної проблеми, на нашу думку, на курсах підвищення кваліфікації слід широко використовувати інтерактивні методи навчання та рефлексію. Однією з особливостей роботи з дорослими, як зазначає В.І.Пуцов, є їхня спрямованість на миттєве застосування результатів навчання. Виходячи з цього, доцільно використовувати методи інтерактивного навчання, які відповідають природі і характерним ознакам навчання дорослих. Вони дозволяють не тільки оптимально враховувати навчальні потреби дорослої людини, а й створювати умови для постійного, систематичного аналізу власних дій. Завдяки інтерактивному навчанню можна уникнути появи у свідомості педагогів шаблонів, стереотипів у ставленні до професійної діяльності [3, с. 24-25].

Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації. Інтерактивне навчання ефективно сприяє формуванню навичок і вмінь, виробленню цінностей, створенню атмосфери співробітництва та взаємодії.

Інтерактивні методи післядипломного навчання розглядаються як система суб'єктно-суб'єктних відносин (викладач системи післядипломної освіти та педагог), основою якої є освоєння педагогом методів, засобів навчання, теорії їх використання для реалізації місії освіти, представлені в навчальних цілях предмета [2, с.117].

Це ставить певний ряд вимог до вчителя фізики: він повинен вміти працювати з комп'ютерною технікою, володіти певними інформаційно-комп'ютерними технологіями. Відповідно, підготовку вчителів фізики на курсах підвищення кваліфікації слід спрямовувати у таких напрямках: підготовка до викладання фізики за допомогою інформаційних технологій; підготовка до використання інформаційних медіа як засобів ефективного викладання фізики; проведення майстер-класів із викладання тих чи інших тем з фізики з використанням інформаційних технологій під час демонстрацій; проведення майстер-класів, лабораторних робіт або фізичних практикумів із використанням інноваційних технологій; одержання навиків роботи з інноваційними технологіями для контролю та спрямування роботи учнів.

Отже, у рамках модернізації курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики доцільним буде збільшення питомої ваги діяльності, орієнтованої на реалізацію інтелектуального потенціалу вчителя на засадах суб'єкт-суб'єктних відносин, діалогу та обміну досвідом і з колегами, зокрема, вдосконалення його мислення, рефлексії, готовності до роботи з комп'ютерною технікою та її широкого використання на уроках фізики.

Таким чином, розвиток професійної компетентності вчителів фізики на курсах підвищення кваліфікації може відбуватися у таких напрямках: використання інтерактивних методів навчання; рефлексії та широкого використання інформаційно-комп'ютерних технологій. Подальшої розробки потребують проблеми впровадження дистанційного навчання на основі Moodle вчителів фізики на курсах підвищення кваліфікації.

#### Література

1. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти "Нова українська школа" на період до 2029 року // [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/54258/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/54258/)
2. Професійний розвиток педагогічних працівників: практична андрагогіка: наук.-метод. посіб. / за заг. ред. В.І.Пуцова, Л.Я.Набоки.–К., 2007. –228 с.
3. Пуцов В.І. Андрагогічні проблеми у підготовці викладачів для системи післядипломної освіти: навч. посіб./ В.І.Пуцов. –Чернівці: Букрек, 2006. – 96 с.
4. Руснак Т.А. Компетентнісний підхід як концептуальна основа підвищення кваліфікації вчителів фізики / Т.А.Руснак, А.П.Андрух // Освітній простір. Глобальні, регіональні та інформаційні аспекти: науково-методичний журнал. –Чернівці: Черемош, 2012. –Вип. 2 (8).–С. 63-67.

#### **Ткаченко С.П. Компетентнісний підхід в системі післядипломної освіти вчителів фізики**

**Анотація:** розкривається суть компетентнісного підходу у навчанні, описуються складові елементи компетентностей. Проаналізован перелік основних ключових компетентностей учителів фізики в системі підвищення кваліфікації вчителів фізики.

**Ключові слова:** компетентність, Нова українська школа, медіа-грамотність, інформаційно-комунікаційні технології.

#### **S.P.Tkachenko. The contet-based approach in the system of professional development of teachers physics.**

**Anotation:** the essence of the competence approach in teaching is revealed, the constituent elements of competence are described. The list of the main key competencies of teachers of physics in the system of professional development is analyzed.

**Keywords:** competence, new Ukrainian school, media literacy, information and communication technologies.

**Ткаченко О.К.,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
**Свищ Б.В.,**  
викладач-методист, спеціаліст вищої категорії,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
м.Житомир, Україна  
tok@zu.edu.ua

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТОТИ ЗВУКУ ВІД ПАРАМЕТРІВ КОЛИВНОЇ СИСТЕМИ**

Щоб іти в ногу з часом вчитель повинен вміти використовувати такі педагогічні та інформаційно-комунікаційні технології, які сприяли б розвитку в учнів навчально-пізнавальної активності, самостійності, а також формуванню та розвитку ключових компетентностей. Серед таких технологій є технологія мобільного навчання з використанням принципу BYOD у процесі навчання фізики. BYOD (Bring Your Own Devices – «взьми свій власний пристрій») – це принцип активного використання для навчальних занять смартфонів, ноутбуків, планшетів та інших цифрових пристроїв. Але ці пристрої не надаються навчальним закладом, а використовують власні пристрої школярів. Використання цього принципу у школі тісно пов'язано з використанням принципу політехнізму й дозволяє підвищити ефективність навчання на уроках фізики.

Якщо встановити відповідне програмне забезпечення, то смартфон може бути використано для заміни таких фізичних приладів як секундомір, метроном, генератор звуку, стробоскоп тощо. Й ці всі функції доступні школяру завжди, коли є з собою смартфон. Таким чином ми озброюємо школярів інструментом для фізичних досліджень не лише на уроках фізики, але й вдома, й у дорозі.

Для прикладу, учень, побачивши на уроці досліди з застосуванням складних приладів - генераторів, осцилографів і т.д., – може без проблем повторити їх в домашніх умовах, або більше того, провівши більш глибокі дослідження, досконало вивчити фізичний процес. А це і є один з напрямків передових технологій навчання.

Далі наводяться методичні рекомендації щодо виконання лабораторної роботи «Дослідження залежності частоти звуку від розмірів коливної системи музичного інструмента»

Лабораторна робота «Дослідження залежності частоти звуку від розмірів коливної системи музичного інструмента».

Програмне забезпечення та обладнання: смартфон, акустична гітара або сопілка, лінійка або вимірювальна стрічка.

### **Теоретичні відомості**

Сопілка – поширений народний музичний інструмент. Стволина і канал сопілки циліндричний, головка тупа. З тильного боку розташований свистковий отвір. Звук виникає внаслідок розрізання струменя повітря, що вдувається, об край твердого тіла (зуба). Струмień повітря, вдутий у голосницю, примушує коливатися повітряний стовп у циліндричній трубці, від чого виникає звук. Відкриваючи, або закриваючи пальцями аплікатурні отвори, можна змінювати висоту звуку.

Гітара – дуже поширений музичний інструмент. Гітара має деку, яка зазвичай використовується як резонатор. Дека може бути порожньою, як у більшості акустичних гітар, або суцільною, як у більшості електрогітар. Другий важливий елемент гітари — гриф, на якому затискають струни. На кінці грифу знаходиться голівка грифу, на якій розташовані кілки для налаштування гітари.

Якщо струну відтягнути від положення рівноваги та відпустити, то струна буде коливатися. У загальному випадку на струні повинно вкладатися ціле число напівперіодів просторового змінювання амплітуди коливань струни. Значення  $n$  визначає кількість

пучностей (але не вузлів) струни, яка здійснює коливання. Частоти, на яких може відбутися виникнення стоячих хвиль у струні, називаються власними частотами. Власну частоту, яка відповідає  $n=1$ , називають основним тоном; частоти відповідні  $n=2,3,4,\dots$ , називають обертонами (або гармоніками). Зауважимо, що власні частоти коливань залежать тільки від сили натягу струни  $T$ , її лінійної густини  $\rho$ , довжини  $L$ , та не залежать від модуля Юнга матеріалу, з якого зроблена струна.

### Порядок виконання роботи

1. Користуючись додатком Play Маркет шукаємо програму «Частотоір». Вибираємо один з запропонованих безкоштовних варіантів (наприклад Frequency Counter) і встановлюємо на смартфон.

2. Налаштовуємо віртуальний частотомір для визначення частоти звуку сопілки або гітари.

3. Вимірювальною стрічкою вимірюємо довжину повітряного стовпа сопілки при закритих та відкритих аплікатурних отворах (для гітари - довжину активної частини струни в відкритому стані та при притисненні до одного з ладів).

4. Визначаємо частоту звукової хвилі при закритих аплікатурних отворах, коли довжина повітряного стовпа максимальна. Послідовно відкриваючи отвори від кінця сопілки до свисткового отвору визначаємо частоту звукових коливань. (Для гітари визначаємо частоту коливань струни у відкритому стані та на кожному ладі).

5. За результатами вимірювань будуємо графік залежності частоти звуку  $\nu$  від довжини повітряного стовпа  $L$  (для гітари – залежність частоти звуку від довжини струни).

6. Знаючи швидкість звуку в повітрі (при  $20\text{ }^\circ\text{C}$ )  $v = 343,1\text{ м/с}$ ) з формули хвилі  $v = \lambda \nu$  визначаємо довжину отриманої звукової хвилі.

7. За результатами вимірювань будуємо графік залежності довжини звукової хвилі  $\lambda$  від довжини повітряного стовпа  $L$  (для гітари – залежність довжини звукової хвилі від довжини струни).

8. Порівнюємо довжину звукової хвилі з довжиною стовпа повітря в сопілці.

9. За отриманими результатами та графіком робимо висновок про залежність частоти та довжини звукової хвилі від довжини коливної системи.

### Література.

1. Коршак Є.В. Фізика: [підручник для 11 класу (рівень стандарту)] / [Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.]. – К.: "Генеза", 2011. – 99 с.
2. Ткаченко О. К., Федьович М. В. Практикум із шкільного фізичного експерименту: Навчальний посібник для фізичних спеціальностей, - Ч I, II.- Житомир: Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2004. - 156 с.
3. Воловик П.М. Фізика: Для університетів. – К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 864 с.:іл.
4. В. В. Сіпій В.В. Формування політехнічних умінь в процесі навчання фізики учнів основної школи. Київ. Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук України.

### Ткаченко О.К., Свищ Б.В. Дослідження залежності частоти звуку від параметрів коливної системи.

**Анотація.** В статті розглядається один з можливих методів дослідження звукових коливань без використання спеціальних фізичних приладів. Лабораторна робота виконується при допомозі смартфона. Як джерело звукового сигналу використовуються сопілка або акустична гітара.

**Ключові слова:** звукові коливання, швидкість звуку, комп'ютерні технології.

**Tkachenko O.K., Svish B.V.** Investigation of the dependence of the frequency of sound on the parameters of the oscillatory system.

**Abstract.** The paper is considered one of the possible methods for the study of sound vibrations without special physical devices. Laboratory work is done with the help of a smartphones.

**Key words:** sound waves, pitch, musical instruments, computer technology.

**Ткаченко О.К.,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
**Свищ Б.В.,**  
викладач-методист, спеціаліст вищої категорії,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
М.Житомир, Україна  
tok@zu.edu.ua

## ЗАСТОСУВАННЯ СМАРТФОНА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ ТА ШВИДКОСТІ ЗВУКУ В ПОВІТРІ

Фізика, як наука природнича, пов'язана зі спостереженнями за фізичними процесами, які вчитель або учні відтворюють за допомогою спеціально сконструйованих фізичних приладів. Важко уявити повноцінний урок фізики без демонстрацій, лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму. Прилади є своєрідними підсилувачами відчуттів, які одержують учні, а демонстрації сприяють творчому засвоєнню фізичних знань, слугують інструментом переконливої мотивації навчально-виховного процесу.

На сьогоднішній день в більшості шкіл не вистачає обладнання для проведення повноцінного демонстраційного та лабораторного експерименту. Зарадити ситуації може використання комп'ютерних технологій. Наведемо приклад використання в навчальному процесі смартфонів, які зараз є в більшості учнів. Якщо встановити відповідне програмне забезпечення, то смартфон може бути використано для заміни таких фізичних приладів як секундомір, метроном, генератор звуку, осцилограф, частотомір тощо. Ї ці всі функції доступні школяру завжди, коли є з собою смартфон. Таким чином ми озброюємо школярів інструментом для фізичних досліджень не лише на уроках фізики, але й вдома, й у дорозі.

Пропонуємо методичні рекомендації щодо виконання лабораторної роботи «Визначення довжини звукової хвилі та швидкості звуку в повітрі».

**Програмне забезпечення та обладнання:** 2 смартфони, програми для смартфонів «Звуковий генератор» та «Осцилограф», вертикальний дерев'яний або металевий екран розміром приблизно 50x50 см, лінійка або вимірювальна стрічка.

### Теоретичні відомості

Для отримання звукової хвилі певної частоти використовуємо звуковий генератор, встановлений на демонстраційному столі. Навпроти на відстані 1 – 2м встановлюємо вертикальний екран, перпендикулярно до ходу звукової хвилі. Внаслідок інтерференції падаючої і відбитої звукової хвилі виникає стояча хвиля. Вузли та пучності стоячої хвилі виявляємо, переміщуючи мікрофон смартфона по лінії, що з'єднує середину динаміка звукового генератора та екрана. Максимальна амплітуда коливань відповідає пучності стоячої хвилі, мінімальна амплітуда - в вузлах.

Враховуючи, що відстань між сусідніми вузлами дорівнює половині довжини хвилі, маємо:  $l_n - l_1 = \frac{(n-1)\lambda}{2}$ ,

де  $l_1$  – початкова відстань між мікрофоном та екраном, при якій амплітуда коливань мінімальна. Її уточнюють, повільно переміщуючи мікрофон вперед–назад до одержання мінімальної амплітуди коливань.  $l_n$  – відстань між екраном і  $n$ -ним мінімумом. Вимірявши

$l_n$ , визначаємо довжину звукової хвилі:

$$\lambda = \frac{2 \cdot (l_n - l_1)}{n - 1}.$$



За відомою частотою  $\nu$  та довжиною хвилі  $\lambda$  визначаємо швидкість поширення звукової хвилі в повітрі:

$$v = \lambda \nu$$

### Порядок виконання роботи

1. Користуючись додатком Play Маркет шукаємо програму «Звуковий генератор». Вибираємо один з запропонованих безкоштовних варіантів (наприклад Sound Generator) і встановлюємо на перший смартфон.

2. Користуючись додатком Play Маркет шукаємо програму «Осцилограф». Вибираємо один з запропонованих безкоштовних варіантів (наприклад Oscilloscope) і встановлюємо на другий смартфон.

3. Перший смартфон (генератор звукових сигналів) фіксуємо в вертикальному положенні на краю стола, на протилежному краю встановлюємо вертикальний екран (функцію екрану може виконувати вертикальна стіна, якщо немає перешкод), між ними другий смартфон (осцилограф). Вибираючи частоту розгортки, рівень сигналу і рівень підсилення, досягаємо чіткої осцилограми звукових коливань.

4. Переміщуючи осцилограф між генератором сигналів і екраном, знаходимо положення першого мінімуму і лінійкою вимірюємо відстань до екрану  $l_1$ . Пересуваючи мікрофон далі, помічаємо другий і третій мінімум. Вимірюємо відстань до екрану при третьому мінімумі  $l_3$ .

5. На генераторі встановлюємо частоту  $1000 \text{ Гц}$  і повторюємо усі операції з визначення довжин  $l'_1$  та  $l'_3$  для цієї частоти.

Аналогічно виконуємо вимірювання довжин  $l''_1$  та  $l''_3$  для частоти  $1200 \text{ Гц}$ .

6. Обчислюємо довжини хвиль для першої, другої та третьої частоти:

$$\lambda_1 = l_3 - l_1; \quad \lambda_2 = l'_3 - l'_1; \quad \lambda_3 = l''_3 - l''_1$$

7. Знаходимо швидкість звуку:

$$v_1 = \lambda_1 \nu_1; \quad v_2 = \lambda_2 \nu_2; \quad v_3 = \lambda_3 \nu_3.$$

8. Визначаємо середнє значення швидкості звуку:

$$v_c = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}.$$

9. Порівнюємо отриманий результат з табличним значенням швидкості звуку при даній температурі.

### Література

1. Коршак Є.В. Фізика: [підручник для 11 класу (рівень стандарту)] / [Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.]. – К.: "Генеза", 2011. – 99 с.
2. Ткаченко О. К., Федьович М. В. Практикум із шкільного фізичного експерименту: Навчальний посібник для фізичних спеціальностей, - Ч I, II. - Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2004. - 156 с.
3. Воловик П.М. Фізика: Для університетів. – К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 864 с.: іл.
4. В. В. Сіпій В.В. Формування політехнічних умінь в процесі навчання фізики учнів основної школи. Київ. Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук України.

**Ткаченко О.К., Свищ Б.В. Застосування смартфона для визначення довжини звукової хвилі та швидкості звуку в повітрі.**

**Анотація.** В статті розглядається один з можливих методів визначення довжини звукової хвилі та швидкості звуку в повітрі без використання спеціальних фізичних приладів. Лабораторна робота виконується при допомозі смартфонів.

**Ключові слова:** швидкість звуку, комп'ютерні технології.

**Tkachenko O.K., Svish B.V. The use of a smartphone to determine the length of the sound wave and the speed of sound in the air.**

**Abstract.** The article considers one of the possible methods for determining the length of a sound wave and the speed of sound in the air without the use of special physical devices. Laboratory work is done with the help of smartphones.

**Key words:** physics, sound, computer technology.

**Шаповалова Н. В.**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент, НПУ імені М. П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
shaponv@gmail.com

**Панченко Л. Л.**

кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент, НПУ імені М. П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
larpan97@gmail.com

## **ПАРКЕТИ, МОЗАЇКИ І ЗАМОЩЕННЯ ПЛОЩИНИ У РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ ВИВЧЕННЯ МНОГОКУТНИКІВ У КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ**

Свідоме застосовування набутих теоретичних знань до розв'язування практичних задач було і залишається однією з актуальних проблем в процесі навчання учнів та студентів геометрії. Широкі можливості для інтелектуального розвитку, для формування і розвитку логічного мислення, просторових уявлень і уяви, алгоритмічної культури, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, будувати математичні моделі досліджуваних процесів і явищ, обґрунтовувати отримані висновки надає учням та студентам вивчення курсу геометрії [8, с. 127].

Під прикладною направленістю курсу геометрії ми розуміємо його змістовний та методологічний зв'язок з практикою, який передбачає формування у суб'єктів навчального процесу [6] середніх та вищих навчальних закладів умінь, необхідних для розв'язування практичних задач засобами геометрії.

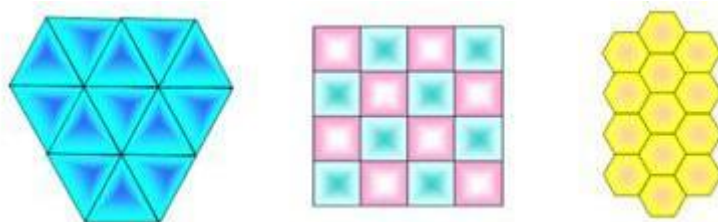
Прикладна направленість навчання геометрії формує у студентів та учнів розуміння геометрії, як методу пізнання та перетворення оточуючого світу, який є не лише областю застосувань геометрії, а й невичерпним джерелом нових геометричних ідей. Навчання застосуванню геометричних знань до розв'язування задач прикладного змісту, що виникають поза межами геометрії і розв'язуються геометричними методами, сприяє зміцненню мотивації навчання, системності, дієвості, гнучкості набутих знань, розвитку вмінь застосовувати отримані знання, стимулює пізнавальні інтереси учнів і студентів [10, с. 75].

Однак сутність, шляхи і засоби реалізації прикладної направленості навчання геометрії у вищій школі залишаються недостатньо розробленими у сучасній педагогічній і фаховій науці. Брак задач прикладного характеру, задач з практичним змістом і практичних задач дається взнаки як в ході навчання фахових дисциплін, так і ході виробничої, педагогічної, науково-педагогічної та науково-дослідної практик студентів та магістрантів. Втім, досвід останніх років свідчить про значну зацікавленість студентської аудиторії у тих наукових проблемах, що мають прикладне значення, особливо в оригінальних задачах міждисциплінарного змісту, що яскраво проявляється у виборі ними тематики науково-дослідних робіт.

Вивчення паркетів, мозаїк та замощень площини корисне як для учнів середніх навчальних закладів, так і для студентів вищих навчальних закладів, оскільки ця тема тісно пов'язана з геометричними перетвореннями, періодичними функціями і відображеннями, теорією груп, комбінаторикою та деякими іншими розділами сучасної математики, і має широкий спектр прикладних застосувань [1, с. 3]. Вона придатна для дослідницької роботи учнів та студентів. Особливо корисною вона може стати для тих, хто цікавиться дизайном, архітектурою, декоративним мистецтвом та іншими прикладними питаннями геометрії.

*Паркет* (або *мозаїка*) – це нескінченне сімейство многокутників, що покриває площину без просів і подвійних покриттів. Створення паркетів тісно пов'язане з вивченням і застосуванням властивостей многокутників, оскільки існують різні види паркетів, а саме: *правильні паркети* – це паркети, які складаються з правильних многокутників і навколо

кожної вершини многокутники розташовані одним і тим же способом (рис. 1). Існує лише три види правильних паркетів.

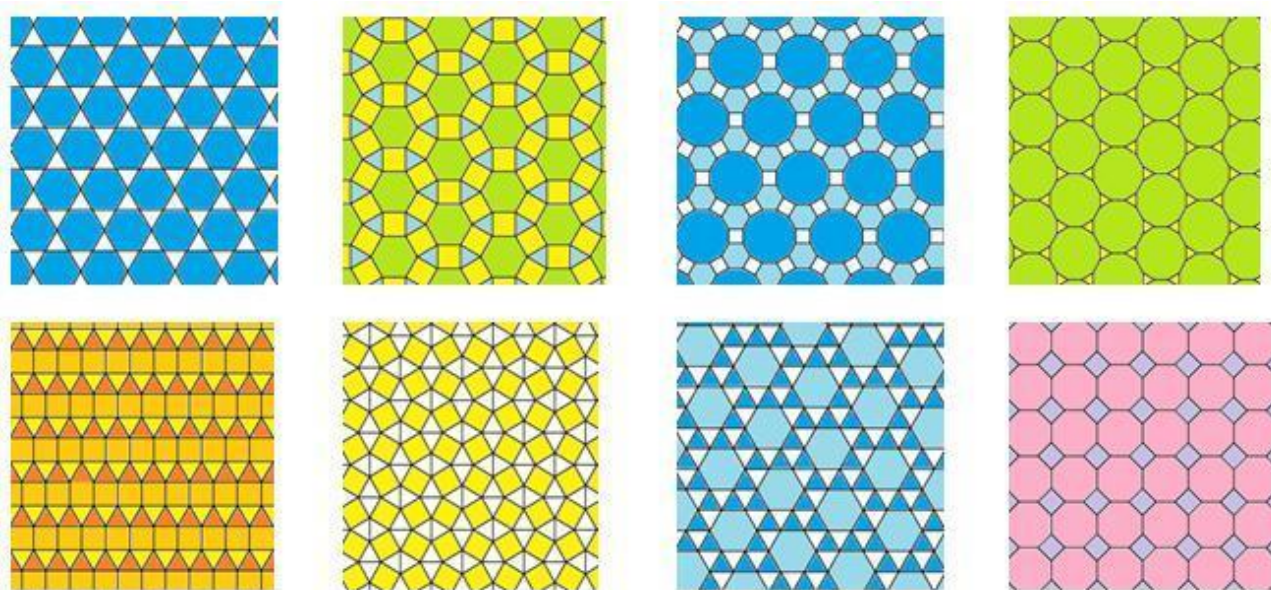


**Рис. 1.** Види правильних паркетів

*Напівправильні паркети* – це паркети, які складаються з правильних многокутників з різною кількістю сторін, однаково розташованих навколо кожної вершини. Існує лише вісім видів напівправильних паркетів (таблиця 1, рис. 2).

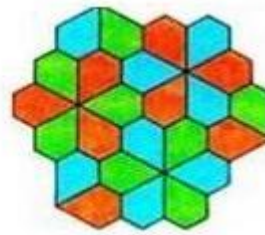
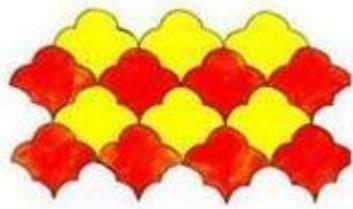
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots = 360^\circ$
$60^\circ$	$60^\circ$	$60^\circ$	$60^\circ$	$120^\circ$		Паркет з трикутників і шестикутників
$60^\circ$	$60^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$90^\circ$		Два паркети з трикутників і квадратів
$60^\circ$	$60^\circ$	$120^\circ$	$120^\circ$			Паркет з трикутників і шестикутників
$60^\circ$	$90^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$			Паркет з трикутників, квадратів і шестикутників
$60^\circ$	$150^\circ$	$150^\circ$				Паркет з трикутників і дванадцятикутників
$90^\circ$	$120^\circ$	$150^\circ$				Паркет з квадратів, шестикутників і дванадцятикутників
$90^\circ$	$135^\circ$	$135^\circ$				Паркет з квадратів і восьмикутників

**Таблиця 1.** Таблиця значень кутів напівправильних паркетів



**Рис. 2.** Види напівправильних паркетів

Паркети не обмежуються правильними многокутниками. Можна створювати паркети з криволінійних фігур, або з неправильних многокутників (рис. 3).

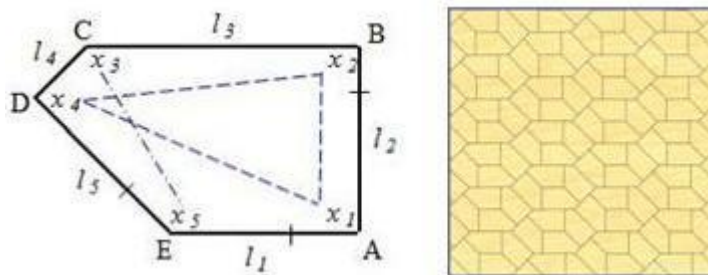


а) паркет з криволінійних фігур    б) паркет з неправильних багатокутників

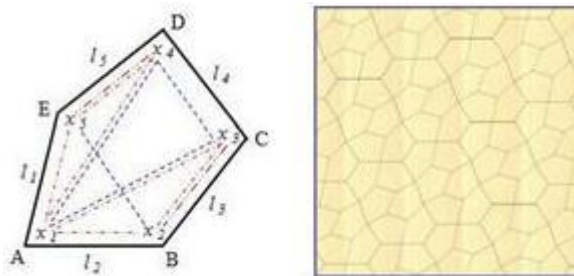
**Рис. 3**

Пошук і класифікація паркетних п'ятикутників – одна з актуальних задач в сучасній комбінаторній геометрії. Першу класифікацію п'ятикутників дав в 1918 році математик Карл Рейнхард в своїй дисертації «Про розбиття площини на багатокутники» [12], представленій у Франкфуртському університету. Він описав п'ять типів фігур п'ятикутників, ще дев'ять – винайшли вчені у період з 1968 по 1985 роки. Через 30 років, в 2015 році, американські вчені відкрили 15-й тип п'ятикутника [3].

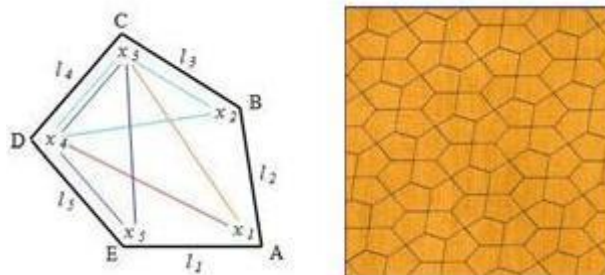
В результаті практичної роботи В. С. Долгушевим знайдені нові шістнадцятий (рис. 4), сімнадцятий (рис. 5) [4] і вісімнадцятий (рис. 6) [5] типи п'ятикутників, якими можна замостити площину без пропусків і накладань.



**Рис. 4**



**Рис. 5**



**Рис. 6**



Пошук і відкриття нових типів паркетних многокутників, за допомогою яких можна замостити площину без пропусків і накладань є надзвичайно актуальними як з теоретичної, так і з практичної точок зору.

Деякі означення паркету не обмежуються многокутниками; в цьому випадку паркетом називається покриття площини без пропусків і перекриттів заданими фігурами (в окремому випадку – многокутниками, правильними чи неправильними, опуклими або неопуклими).

Надзвичайно корисним є розгляд різних способів утворення паркетів із застосуванням геометричних перетворень та комп'ютерних програм, що відкриває можливості для особистої творчості і створення нових мозаїк.

При вивченні паркетів доцільно розглянути замощення площини, сітки, їх види, деформації, визначальні області сітки та їх застосування, фігурні смуги. *Замощення* – це покриття всієї площини фігурами, які не перекриваються між собою. *Зміщеною* називається кожна сітку, хоч одна з вершин якої є внутрішньою точкою її ребра. Якщо жодна вершина сітки не є внутрішньою точкою деякого її ребра, її називають *незміщеною* [1, с. 8].

*Фігурна смуга* – це частина площини, обмежена двома періодичними лініями, які паралельно розміщені і не перетинаються. Лінії, які обмежують фігурну смугу, – її межі. Якщо вони – нескінченні ламані, то таку фігурну смугу називатимемо також *ламанною смугою*. Звичайна і ламана смуги – окремі види фігурних смуг.

Дві фігурні смуги називаються *рівними*, якщо рухом одну з них можна відобразити на другу. Межі рівних фігурних смуг рівні, тому одну з них завжди можна прикласти до другої так, щоб ці межі сумістились. Отже, будь-якими рівними смугами можна замостити площину. І якщо якими-небудь рівними фігурами можна замостити деяку фігурну смугу, то ними можна замостити і всю площину. Знання цього простого факту істотно полегшує розв'язання багатьох задач [1, с. 10].

Для більш емоційного і яскравого сприйняття паркетів доцільно розглянути різноколірні паркети, сюжетні мозаїки, прослідкувати зв'язок між паркетами і орнаментами, які ми описували в своїх попередніх роботах [7, 8]

#### Література

1. Бевз Г.П. Геометрія паркетів / Г. П. Бевз. – К.: Вежа, 2007. – 88 с.
2. Бевз Г.П. Геометрія чотирикутника / Г. П. Бевз. – Х.: Видав. Гр. «Основа», 2003. – 80 с.
3. Борисов А. Математический паркет // Лента.ру. – 2015. – 20 августа. – Режим доступа: <http://lenta.ru/articles/2015/08/20/pentagon/>
4. Долгушев В. С. Новые паркетные замощения плоскости выпуклыми пятиугольниками / В. С. Долгушев // Амурский научный вестник. – 2016. – № 2. – С. 72-81. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26231741>
5. Долгушев В. С. Новые паркетные замощения плоскости выпуклыми пятиугольниками. Часть II // Амурский научный вестник. – 2016. – № 3. – С. 43-47. – Режим доступа: [http://www.amgpgu.ru/upload/iblock/4aa/dolgushev\\_v\\_s\\_novye\\_parketnye\\_zamoshcheniya\\_ploskosti\\_vypuklymi\\_pyat\\_ugolnikami\\_chast\\_ii.pdf](http://www.amgpgu.ru/upload/iblock/4aa/dolgushev_v_s_novye_parketnye_zamoshcheniya_ploskosti_vypuklymi_pyat_ugolnikami_chast_ii.pdf)
6. Фицула М. М. Педагогіка вищої школи : Навч. посіб. [2-е видання, доп.] – К.: «Академвидав», 2014. – 456 с.
7. Шаповалова Н. В. Дослідження орнаментів в науково-дослідній роботі студентів фізико-математичних спеціальностей ВНЗ / Н. В. Шаповалова, Л. Л. Панченко // Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки. – Випуск 17 (350). – Черкаси: Черкаський національний університет, 2015. – С. 117-126.
8. Шаповалова Н. В. Орнаменти на площині: їх види, властивості і застосування [Електронний ресурс] / Н. В. Шаповалова, Л. Л. Панченко // Математика в сучасному технічному університеті. – 2015. – Номер 1 (1). – С. 80-92. – Режим доступу: [http://mmtu.in.ua/issues/1/MMTU\\_Iss1\\_10.pdf](http://mmtu.in.ua/issues/1/MMTU_Iss1_10.pdf)
9. Шаповалова Н. В. Реалізація прикладної спрямованості навчання студентів фізико-математичних спеціальностей ВНЗ при вивченні геометрії / Н. В. Шаповалова, Л. Л. Панченко // Збірник тез Всеукраїнської науково-методичної конференції «Сучасні науково-методичні проблеми математик у вищій школі», м. Київ, 7-8 жовтня 2016 р. – Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2016. – С. 127.
10. Шаповалова Н. В. Роль вивчення дискретних та кристалографічних груп рухів площини для реалізації прикладної спрямованості навчання студентів фізико-математичних спеціальностей ВНЗ / Н. В. Шаповалова, Л. Л. Панченко // Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки. – Випуск 36 (369). – Черкаси: Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, 2015. – С. 74-81.
11. Шаповалова Н. В. Вивчення паркетів, мозаїк та замощень площини для реалізації прикладної спрямованості навчання геометрії / Н. В. Шаповалова, Л. Л. Панченко // Матеріали міжнародної науково-методичної

конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2017), м. Черкаси, 26-28 жовтня 2017 р. – Черкаси: Вид. від. ФОП Гордієнко Є.І., 2017. – С. 204-205. <http://difur.in.ua/wp-content/uploads/2017/11/pmo-2017.pdf#page=204>  
12. Reinhardt, Karl (1918), Dissertation Frankfurt a.M. (in German), Borna-Leipzig, Druck von Robert Noske, С. 77-82. Über die Zerlegung der Ebene in Polygone.

**Шапвалова Н. В., Панченко Л. Л. Паркети, мозаїки і заощення площини у реалізації прикладної направленості вивчення багатокутників у курсі геометрії.**

**Анотація.** Як свідчить досвід, засвоєння теоретичного матеріалу в ході навчання геометрії серйозно поліпшується в разі підкріплення його конкретними прикладними ілюстраціями, з якими студенти стикаються у повсякденному житті. Однією з найбільш корисних ілюстрацій до вивчення багатокутників слугують паркети, заощення та мозаїки. У доповіді представлено основні теоретичні відомості щодо заощення площини, геометричних видів паркетів та принципів їх побудови, що можуть стати у нагоді при вивченні багатокутників.

**Ключові слова:** паркет, мозаїка, заощення площини, сітка, прикладна спрямованість навчання, геометрія.

**Shapovalova N. V., Panchenko L. L. Parquets, mosaics and plane tessellations in fulfilling the applied orientation of studying polygons in the course geometry.**

**Summary.** Practice confirms that understanding theoretical material while studying geometry substantially improves when sustained by concrete applied illustrations from the everyday life. As one of the most useful illustrations for studying polygons serve parquets, mosaics and plane tessellation. This paper presents basic theoretical data about plane tessellation, geometrical types of parquets and principles of their construction that can facilitate learning polygons.

**Keywords:** parquet, mosaic, plane tessellation, netting, applied orientation of study, geometry.

**Шкільний О.В.,**  
доктор педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри вищої математики, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
Київ, Україна,  
shkolnyi@ukr.net

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕТИПОВИХ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ З МАТЕМАТИКИ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО

Наразі зовнішнє незалежне оцінювання якості знань з математики (далі ЗНО) виконує дві функції. З одного боку, за допомогою цього тесту перевіряють обов'язкові результати навчання, здійснюючи державну підсумкову атестацію (далі ДПА) випусників української старшої школи. З іншого боку, за допомогою тесту ЗНО з математики проводиться конкурсний відбір під час вступної кампанії до українських вищів.

На нашу думку, поєднання цих двох функцій не є природним і в подальшому варто відокремити формування ранжованого списку абітурієнтів для вступу до вищів від проведення ДПА. Однак, на даному етапі, коли це поєднання реалізується на практиці, перед розробниками тестів ЗНО постає ціла низка методичних проблем. Зокрема, важливо в тест ЗНО з математики включати як типові завдання, що стосуються всіх змістових ліній шкільної математики і призначені для перевірки обов'язкових результатів навчання, так і конкурсні завдання, сформульовані в незвичній формі, спрямовані на виявлення творчого і нестандартного мислення учасників тестування.

Традиційно тестові завдання, які використовують під час проведення стандартизованого оцінювання, за когнітивним рівнем поділяють на три категорії: 1) завдання на знання і розуміння; 2) завдання на застосування знань і умінь у типових та змінених ситуаціях; 3) завдання на застосування знань і умінь у нових ситуаціях. Саме про завдання останнього типу буде йти мова в доповіді.

Проблема підготовки учнів до ЗНО та ДПА з математики систематично розглядається в фахових науково-педагогічних виданнях. Активно працюють у цьому напрямку і постійно публікують результати своїх досліджень В.Г.Бевз, М.І.Бурда, Г.І.Білянin, О.Я.Білянinа, О.П.Вашуленко, Л.П.Дворецька, О.В.Єрґина, О.С.Істер, А.Г.Мерзляк, Є.П.Нелін, В.Б.Полонський, В.К.Репета, О.М.Роганin, О.П.Томащук, М.С.Якір та інші.

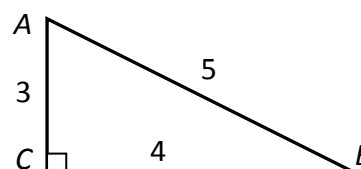
Наш авторський колектив (у складі автора доповіді разом із Ю.О.Захарійченком, Л.І.Захарійченко та О.В.Шкільною) протягом останніх дванадцяти років досить активно працює над методичним забезпеченням процесу підготовки до ЗНО з математики. Основи теорії та методики оцінювання навчальних досягнень учнів старшої школи в Україні описано в монографії [1], для підготовки учнів до ЗНО та ДПА з математики ми використовуємо методичний комплект із посібників [2] та [3]. Розв'язуванню типових тестових завдань різних форм присвячені, наприклад, роботи [4]-[5].

Головною метою доповіді є формування методики підготовки учнів до розв'язування нетипових тестових завдань з математики в процесі підготовки до ЗНО. Для цього ми розглянемо приклади конкретних нетипових тестових завдань різних форм, які стосуються основних змістових ліній шкільного курсу математики, подавши до кожного з них повне розв'язання і методичні коментарі.

Далі в доповіді ми розглянемо приклади конкретних нетипових тестових завдань різних форм (із альтернативами, з короткою відповіддю, на встановлення відповідностей, із повним поясненням). Для прикладу в даних тезах наведемо три таких завдання.

*Завдання 1.* Знайдіть значення виразу  $\sin(\arctg(0,75))$ .

Розв'язання. Розглянемо прямокутний трикутник  $ABC$ , в якому катети  $AC = 3$  і  $BC = 4$  (див. малюнок). За теоремою



Піфагора  $AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = 5$ .

Оскільки  $\operatorname{tg} \angle B = \frac{AC}{BC} = 0,75$ , то  $\angle B = \operatorname{arctg}(0,75)$ . Отже,

$$\sin(\operatorname{arctg}(0,75)) = \sin \angle B = \frac{AC}{AB} = \frac{3}{5} = 0,6.$$

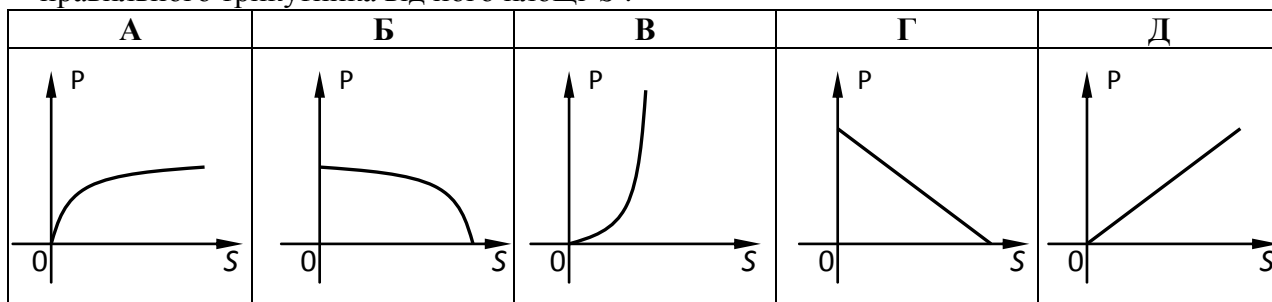
*Коментар.* Традиційно завдання, що містять аркфункції, викликають труднощі в більшості учнів. На нашу думку, не варто уникати таких завдань під час підготовки до ЗНО з математики. Навпаки, слід показувати, що окремі з них тільки видаються дуже складними, а насправді для їх розв'язування не потрібно виводити і запам'ятовувати громіздкі та незвичні формули, а варто лише добре розуміти означення арксинуса, арккосинуса, арктангенса та арккотангенса.

*Завдання 2.* Нехай  $g(x) = \frac{f(x)}{x}$ . Знайдіть  $g'(2)$ , якщо відомо, що  $f(x)$  є диференційовною на  $\mathbb{R}$ ,  $f(2) = -1$ ,  $f'(2) = 5$ .

*Розв'язання.* Оскільки  $g'(x) = \left(\frac{f(x)}{x}\right)' = \frac{f'(x) \cdot x - f(x)}{x^2}$ , то  $g'(2) = \frac{f'(2) \cdot 2 - f(2)}{2^2} = \frac{5 \cdot 2 - (-1)}{4} = 2,75$ .

*Коментар.* Важливим принципом при розв'язуванні тестових завдань когнітивного рівня «застосування знань і умінь в нових ситуаціях» є принцип, який можна виразити девізом: «Нічого не бійся!». Доволі часто такі завдання не є громіздкими і не вимагають від учня додаткових знань, вони потребують лише певної сміливості в застосуванні відомих правил.

*Завдання 3.* Укажіть графік, який може бути графіком залежності  $P = f(S)$  периметра  $P$  правильного трикутника від його площі  $S$ .



*Розв'язання.* Нехай сторона правильного трикутника дорівнює  $a$ . Тоді периметр  $P = 3a$ , а площа  $S = \frac{a^2 \sqrt{3}}{4}$ . Тоді  $a = \sqrt{\frac{4S}{\sqrt{3}}} = \frac{2\sqrt{S}}{\sqrt[4]{3}}$  і  $P = \frac{6}{\sqrt[4]{3}} \sqrt{S}$ . Серед запропонованих альтернатив графік функції цього виду зображений лише на малюнку А.

*Коментар.* Дане завдання є комбінованим, воно вимагає від учнів поєднання знань і умінь з різних тем шкільного курсу математики – «Планіметрія», «Числа і вирази» та «Функції та їх графіки». Головним, безумовно, є планіметричний матеріал, оскільки без знання формул площі та периметра це завдання розв'язати не можна. Але й без навичок перетворення числових виразів та знання графіків основних елементарних функцій правильну відповідь до завдання 4 отримати не можна. Подібними «мультидисциплінарними» завданнями не слід зловживати при підготовці до ЗНО, але й уникати їх також не потрібно.

Методика належної підготовки учнів до ЗНО з математики наразі є актуальною проблемою сучасної педагогічної науки. Досить важливо при цій підготовці не випустити з розгляду нетипові тестові завдання, які стосуються когнітивного рівня «застосування знань і умінь у нових ситуаціях», оскільки, внаслідок функції конкурсного відбору, подібні завдання постійно присутні в тесті ЗНО з математики. Учителям варто частіше проявляти математичну фантазію та сміливіше включати завдання згаданого когнітивного рівня в програму підготовки до тестування, оскільки саме ці завдання дозволяють виявити учнів з нестандартним мисленням, здатних до математичної творчості.



Ми сподіваємось, що наведені в доповіді приклади тестових завдань і коментарі до їх розв'язування стимулюватимуть творчий підхід учителів до процесу підготовки до ЗНО з математики, а отже, як наслідок, сприятимуть забезпеченню належної якості підготовки випускників української старшої школи до загальнодержавного стандартизованого оцінювання якості знань з математики.

#### Література

1. Школьний О.В. Основи теорії та методики оцінювання навчальних досягнень з математики учнів старшої школи в Україні: Монографія. / О.В.Школьний. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 424 с.
2. Повний курс математики в тестах. Енциклопедія тестових завдань: У 2 ч. Ч. 1: Різномірні завдання / Ю.О. Захарійченко, О.В. Школьний, Л.І. Захарійченко, О.В.Школьна. – 6 вид., випр. – Х.: Вид-во «Ранок», 2017.– 496 с.
3. Повний курс математики в тестах. Енциклопедія тестових завдань: У 2 ч. Ч. 2: Теоретичні відомості. Тематичні та підсумкові тести / Ю.О.Захарійченко, О.В.Школьний, Л.І. Захарійченко, О.В.Школьна. – Х.: Вид-во «Ранок», 2017.– 176 с.
4. Школьний О.В. Підготовка до ЗНО з математики. Тренувальні тести і методичні коментарі (частина 1). / О.В. Школьний, Ю.О. Захарійченко, Л.І. Захарійченко, О.В.Школьна // Математика в рідній школі. – 2017, № 11.– С. 2-9.
5. Школьний О.В. Підготовка до ЗНО з математики. Тренувальні тести і методичні коментарі (частина 2). / О.В. Школьний, Ю.О. Захарійченко, Л.І. Захарійченко, О.В.Школьна // Математика в рідній школі. – 2017, № 12.– С. 11-18.

#### **Школьний О.В. Особливості розв'язування нетипових тестових завдань з математики під час підготовки до ЗНО.**

**Анотація.** Тест зовнішнього незалежного оцінювання з математики нині виконує подвійну функцію: проведення державної підсумкової атестації випускників і формування ранжованого списку для конкурсного відбору абітурієнтів при вступі до вишів. Тому цей тест має містити як типові завдання для перевірки основних результатів навчання, так і завдання, сформульовані в незвичній формі, які призначені для виявлення творчого і нестандартного мислення учнів. У доповіді ми наводимо підбірку нетипових тестових завдань, які можуть бути використані вчителями математики під час підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання. До кожного з цих завдань наведено повне розв'язання і методичні коментарі, у яких ми робимо акцент на їх характерних особливостях. Ми вважаємо, що запропоновані в даній роботі методичні рекомендації сприятимуть забезпеченню якісної підготовки до ЗНО з математики учнів української старшої школи.

**Ключові слова.** ЗНО з математики, ДПА з математики, учні старшої школи, навчальні досягнення з математики, нетипові тестові завдання.

#### **Shkolnyi Olexandr. The peculiarities of solving of untypical math test items during the preparation to IEA.**

**Resume.** The external independent assessment in mathematics now performs a dual function. On the one hand, by this test the state final examination of Ukrainian graduates is carried out, and on the other hand, this test helps the formation of ranked list for the competitive selection of applicants for admission to universities. As a result, this test should contain both typical tasks for checking the main learning outcomes, as well as tasks arranged in an unusual form that are intended to identify creative and non-standard thinking of pupils. In this report we give a selection of non-typical test items, that can be used by mathematics teachers during the preparation to external independent assessment. Each of these items provides complete solution and methodological comments, in which we focus on their specific features. We believe that the methodological recommendations suggested in this paper will contribute to the provision of high-quality training for non-university students in mathematics of Ukrainian senior school pupils.

**Key words:** IEA in mathematics, SFE in mathematics, pupils of senior school, learning achievements in mathematics, untypical test items.

**Тематичний напрям**

**Сучасні комп'ютерні  
технології в освіті і науці**

**Секція III**

**Артемчук Олена Романівна,**  
студентка 4 курсу,  
Фізико-математичного факультету,  
НПУ імені М. П. Драгоманова  
**Науковий керівник – Шаповалова Н. В.**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
м. Київ, Україна,  
artemchukolena@gmail.com

## **ФОРМУВАННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ВМІНЬ ВИКОНУВАТИ ПОБУДОВИ ПЕРЕРІЗІВ МНОГОГРАННИКІВ ЗАСОБАМИ ДОДАТКУ XSECTION**

При вивченні стереометрії, для учнів старших класів велику складність може становити нерозвиненість просторового мислення та просторової уяви. Ця проблема може виникнути саме на початку вивчення стереометрії і полягає вона в тому, що учні можуть хибно сприймати прямі, що перетинаються, із мимобіжними лише за рахунок візуального перетину. Це можна корегувати за допомогою різних засобів наочності, як от прикладів з оточуючого середовища, просторових моделей многогранників, різних комп'ютерних чи мобільних засобів. Втім, приклади з реального життя досить однотипні та очевидні, а різноманітних просторових моделей може не виявитись в достатній кількості, тоді доцільно використати як альтернативу інформаційні засоби.

За допомогою комп'ютерних засобів, як от GRAN-3D, GeoGebra, можна будувати площини перерізів многогранників і прослідковувати як ці площини розміщені в просторі одна відносно одної та відносно площин, в яких містяться грані заданого многогранника. Також можна досліджувати взаємне розташування прямих у цих площинах, що й дозволяє виявляти хибні судження, які базуються лише на візуальному сприйнятті.

Для мобільних пристроїв є додаток дещо іншого типу – XSection. Він передбачає розв'язання користувачем комплексу задач на побудову перерізів многогранників. Але, крім цього, містить і навчальний блок для тих, хто лише починає засвоювати розв'язання задач такого типу. Його особливістю є те, що весь потрібний інструментарій, який необхідний для побудови перерізів, вже міститься в додатку. Також він зручний тим, що його можна використовувати практично будь-де за рахунок портативності смартфонів, що є досить актуальним в наші часи.

Мобільний додаток XSection містить три блоки завдань – основи, навчання та задачі. В блоці «Основи» містяться задачі, які допомагають засвоїти базові знання, які стосуються: просторових геометричних тіл, а саме кубів, призм та пірамід; діагоналей многогранників; різних видів перерізів. В блоці «Навчання» містяться задачі, за допомогою яких можна засвоїти основні методи побудови перерізів. Всі вони поділені на секції, а саме: паралельні проекції, центральне проектування, слід прямої, слід площини, метод слідів та внутрішнє проектування. В блоці «Задачі» містяться задачі у наступних секція: проекції, сліди, перерізи, різні задачі та складні задачі.

Перш ніж починати розв'язання задач, варто ознайомитись з принципом роботи гри та її можливостями. Окремих інструментів в додатку як таких немає, втім є можливість відрізок продовжити до прямої, можна побудувати пряму, паралельну до даної, яка проходить через обрану точку, використовуючи зазначені в додатку вказівки для виконання таких побудов. Також додаток дозволяє ставити точки лише на перетині прямих і розробники застерігають, що навіть ті прямі, які візуально можуть перетинатися, насправді можуть виявитись мимобіжними. Також доступна функція переміщення та масштабування зображення на екрані. Це зручно, коли поруч перетинаються кілька прямих і необхідно поставити точку перетину лише двох з них для подальшого розв'язання задачі.

Розглянемо більш детально зазначені раніше блоки задач, що містяться у додатку. У блоці «Основи» та «Навчання» в кожній секції міститься певна підбірка задач, причому кількість

задач у кожній секції наперед невідома і кожна наступна навчальна задача відкривається лише після правильного розв'язання попередньої. При цьому, в блоці «Навчання» містяться підказки з покроковими вказівками до задач. Наприклад, в задачі на рисунку 1 необхідно побудувати переріз за його слідом на площині нижньої основи призми і даною точкою. Підказка містить наступні кроки: продовжити ребра нижньої основи до перетину з прямою, з'єднати отримані точки перетину із заданою точкою перерізу, знайти точки перетину побудованих прямих з боковими ребрами призми, з'єднати отримані точки.

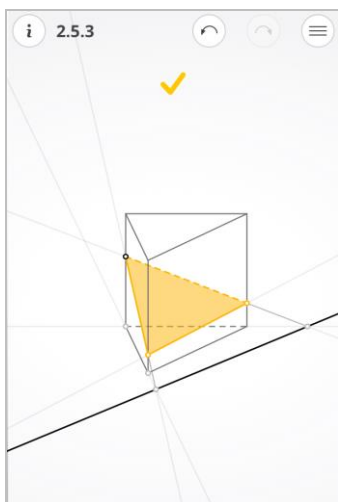


Рис. 1

У секціях блоку «Задачі» можна переглянути підбірки задач, що там пропонуються. Але, при цьому, для доступу до них обов'язково потрібно розв'язати попередні задачі із секції. Задачі у кожній з секцій подаються за складністю і підказок до них вже немає. У секціях «Проекції» та «Сліди» містяться задачі на засвоєння відповідних понять і лише опісля них йде секція «Перерізи». У ній міститься 12 задач, в кожній з яких необхідно побудувати переріз многогранника тим чи іншим методом.

Завдання, представлення у секціях «Задачі» та «Складні задачі», вже не містять чіткого алгоритму розв'язання і для знаходження відповіді вимагають застосовувати нестандартні чи більш складні міркування. Самі задачі, взагалі кажучи, стосуються не лише перерізів, але для їхнього розв'язання доречно використовувати факти і прийоми, які раніше застосовувались під час побудови перерізів многогранників. На рис. 2 наведена побудова до завдання, в якому необхідно побудувати такі дві точки, які ділять висоту правильної піраміди на три рівні частини.



Рис. 2

Додаток XSection може слугувати як доповнення до вивчення побудови перерізів і використовуватися паралельно як джерело задач на засвоєння базових понять, прийомів і основних методів розв'язання задач такого типу. Його можна використовувати як в класі, демонструючи на прикладі деяких задач побудови перерізів або виконуючи за допомогою задач перевірку рівня засвоєння матеріалу учнями, так і в позаурочний час у вигляді домашнього опрацювання деяких задач чи самостійного опрацювання задач цієї теми.

#### Література

1. Корольський В. В. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навчальний посібник / В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк. – Кривий ріг: Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. – 324 с.
2. Радченко Н. С. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій в теорії зображень // Студентські фізико-математичні етюди. – Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2012. – № 11, том 2. – С. 68-79. [http://www.fmf.npu.edu.ua/images/files/publications/phys-mat-etudes/v1/sfme2012\\_11\\_t2.pdf](http://www.fmf.npu.edu.ua/images/files/publications/phys-mat-etudes/v1/sfme2012_11_t2.pdf)
3. Шаповалова Н. В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в процесі викладання геометрії / Н. В. Шаповалова, Н. С. Данілова // Чотирнадцята міжнародна наукова конференція імені академіка М. Кравчука, 19–21 квітня 2012 р., Київ: Матеріали конф. Т. 4. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – С. 260-261. <http://matan.kpi.ua/uk/kravchukconf2012-section4-im.html>

**Артемчук О.Р. Формування та закріплення вмінь виконувати побудови перерізів многогранників засобами додатку XSection.**

**Анотація.** У роботі розглянуто можливості використання інтерактивних засобів при вивченні стереометрії, а саме додатку XSection. Було детально розібрано структуру додатку та принципи роботи в ньому. Крім того, у роботі представлені приклади задач, що пропонуються в додатку, а також запропонований спосіб використання його у навчальному процесі.

**Ключові слова:** інтерактивні засоби навчання, XSection, побудови перерізів многогранників.

**Artemchuk Olena. Formation and strengthening skills of construction cross-sections of polyhedron using application XSection.**

**Abstract.** In this paper were reviewed the possibilities of using interactive tools in studying stereometry, specifically the application XSection. The structure of the application and the principles of work in it were analyzed in details. In addition, in paper were represented the examples of the tasks, which presented in the application and was proposed method of using it in the educational process.

**Key words:** interactive learning tools, XSection, construction of polyhedron cross sections.

**Біленко В. І.,**  
кандидат фіз.-мат. наук, с.н.с.,  
професор кафедри вищої математики,  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна  
**Боженок К. В.,**  
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,  
доцент кафедри вищої математики,  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна,  
katboz2014@gmail.com

## **ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНУ ОСВІТУ**

Розглядаються питання модернізації змісту та методики навчання фізико-математичних дисциплін у вищій школі на прикладі дисципліни «Методи обчислень», яка тісно пов'язана з технічними, природничими та економічними дисциплінами, у відповідності до сучасних досягнень в галузі теорії апроксимацій функцій, обчислювальної та прикладної математики, інформаційно-математичного та комп'ютерного моделювання.

Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення інформаційної підтримки аналізу і прогнозування динамічних процесів в галузі фізики, економіки, медицини, екології та ін. вимагає подальшого формування інформаційно-математичної культури майбутніх вчителів математики та фізики [4, 8, 15].

Тому, у час інформатизації, виникає актуальна необхідність використовувати у навчальному процесі наукові досягнення у вказаних галузях фізики, математики та інформатики як науковців нашої країни [5, 6-7, 9, 12, 16] так і закордонних вчених [1-2].

Відомо, що «...Необхідно відпрацювати механізм систематичного оновлення змісту навчання відповідно до розвитку науки та набуття людством нових знань». Додатковим аргументом щодо необхідності оновлення змісту фізико-математичних дисциплін є поява нових теоретичних наукових результатів, обумовлена зростаючими вимогами сучасних задач математичного та комп'ютерного моделювання до трьох основних характеристик інформаційних технологій: інформаційної складності, точності та швидкодії.

В ряді прикладних задач (аерокосмонавтика, ядерна фізика, будівельна механіка, медицина та інші), що пов'язані з можливими ризиками для життя людей, ставляться підвищені вимоги до точності і надійності математичного та комп'ютерного моделювання динамічних процесів і систем. Це спонукає до конструювання високоточних методів обчислення з використанням методів обчислювального інтелекту [2-3, 10-11, 14, 17].

При побудові таких методів обчислення важливо організувати дискретизацію таким чином, щоб відбувалася автоматична адаптація цих методів до структурних властивостей відомих та шуканих параметрів і похибка апроксимації була мінімальною, а із підвищенням гладкості функції зменшувалась. При цьому затрати часу на обчислення також повинні бути мінімальними.

В ході розвитку робіт в галузі обчислювальної математики та штучного інтелекту (artificial intelligence) на початку 90-х років сформувався новий напрямок, що одержав назву обчислювальний інтелект (computational intelligence). Існує кілька означень обчислювального інтелекту (інтелектуальних обчислень).

Вперше термін був введений Бездеком Дж. в 1992-1994 рр. ([1]), який визначив його як систему інтелектуальних обчислень, якщо вона використовує тільки цифрові дані, має компоненти розпізнавання образів і проявляє:

- 1) обчислювальну адаптивність (алгоритми без насичення точності [6]);
- 2) обчислювальну відмово-стійкість;

3) рівень похибок, що апроксимує діяльність людини в умовах неповної інформації (див. [12]).

В останні роки була виконана велика кількість робіт в галузі обчислювального інтелекту. Створено спеціалізований журнал, присвячений проблемам обчислювального інтелекту «IEEE Transaction on computational intelligence».

Під обчислювальним інтелектом в роботі [12] розуміють сукупність методів, моделей, комп'ютерних технологій, програмних засобів, призначених до розв'язування неформальних творчих задач в різних сферах діяльності людини.

Таким чином, все це дає підстави стверджувати про необхідність впровадження нового змісту та методики навчання фізико-математичних дисциплін у ВНЗ з елементами обчислювального інтелекту з метою створення високоточних методів і алгоритмів аналізу та прогнозу динамічних процесів в різноманітних середовищах.

### Література

1. Bezdek J.C. What is computational intelligence? // Computational Intelligence Imitating Life, Zurada, J. M., R. J. M. II, and C. J. Robinson, Eds., IEEE Press, New York. – 1994. – 1-12.
2. Stoer J., Bulirsch R. Numerische Mathematic 2. – Berlin, Heidelberg, N. York: Springer-Verlag, 2005. – 388 p.
3. Афонин В.Л., Макушкин В.А. Интеллектуальные робото-технические системы. – М.: Изд-во "Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру", 2005. – 208 с.
4. Біленко В.І., Боженок К.В. Апроксимаційні технології в інформатичній освіті // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Теорія і практика використання інформаційних технологій в навчальному процесі», 30-31 травня, 2017, Київ, НПУ імені М.П. Драгоманова. – Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. – С. 141-143.
5. Біленко В.І., Боженок К.В., Дзядик С.Ю., Стеля О.Б. Наближення поліномами розв'язків алгебраїчно-нелінійних рівнянь математичної фізики // Збірник праць Інституту математики НАН України. - 2016. – 13(3). – С. 7-27.
6. Гаврилюк И. П., Макаров В.Л. Сильно позитивные операторы и численные алгоритмы без насыщения точности. – К.: Ин-т математики НАН Украины, 2004. – 500с.
7. Гладкий С.Л., Степанов Н.А., Ясницкий Л.Н. Интеллектуальное моделирование физических проблем. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 200 с.
8. Горбачук І.Т., Горбачук В.О., Мусієнко Ю.А. Деякі питання сучасного стану фізико-математичної освіти в Україні і перспективи // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки», присвяченої 95-річчю від дня народження доктора технічних наук, професора Душенка В.П. 25-26 травня 2017 року, Київ, Україна – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – С.120-122.
9. Дзядык В.К. Аппроксимационные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. – К.: Наукова думка, 1988. – 304 с.
10. Довгий Я.О. Чарівне явище надпровідність. – Львів: Євросвіт, 2000. – 440 с.
11. Жалдак М.І., Рамський Ю.С., Біленко В.І., Снігур Т.О. Методи обчислень: Навчально-методичний посібник з лабораторним практикумом. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. – 119 с.
12. Згуровский М. З., Зайченко Ю. П. Основы вычислительного интеллекта. – К.: Наукова думка, 2013. – 406 с.
13. История отечественной математики / Отв. ред. И.З. Штокало. Т. I. – Киев, 1966. Т. II. – Киев, 1967. Т. III. – Киев, 1968. Т. IV (в двух книгах). – Киев, 1970.
14. Котик М.Г. Динамика взлета и посадки самолетов. – М.: Машиностроение, 1984. — 256 с.
15. Рамський Ю.С. Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – 366 с.
16. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2002. – 320 с.
17. Физико-химия наноматериалов и супрамолекулярных структур. В 2 т. / Под ред. А.П. Шпака, П.П. Горбика. – Т.2. – Киев: Наукова думка, 2007. – 440 с.

**Біленко В. І., Боженок К. В. Про впровадження елементів обчислювального інтелекту в фізико-математичну освіту.**

**Анотація.** Розглядаються питання модернізації змісту та методики навчання фізико-математичних дисциплін у вищій школі з елементами обчислювального інтелекту.

**Ключові слова:** Обчислювальний інтелект, інформаційна складність, високоточні алгоритми, алгоритми без насичення точності.

**Bilenko V.I., Bozhonok K.V. On introduction of computational intelligence elements in physico-mathematical education.**

**Abstract.** Issues of modernization of content and methods of teaching physico-mathematical disciplines in higher education with elements of computational intelligence are considered.

**Key words:** Computational intelligence, information complexity, high-precision algorithms, algorithms without saturation of accuracy.



**Войтович І.С.**,  
доктор педагогічних наук, професор,  
**Малежик М.П.**,  
доктор фізико-математичних наук, професор,  
**Сергієнко В.П.**,  
доктор педагогічних наук, професор,  
**Зазимко Н.М.**,  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
**Малежик П.М.**,  
кандидат фізико-математичних наук, старший викладач,  
**Пономаренко В.В.**,  
аспірант,  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова,  
м. Київ, Україна

## **НАВЧАННЯ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК**

Розвиток сучасних комп'ютерних наук та інформаційних технологій (ІТ) відбувається завдяки відкриттям у сфері фундаментальних наук, в першу чергу – фізики. Про відзначення ролі досліджень, що стали основою для створення та розвитку ІТ свідчить те, що у ХХ ст. лише одну Нобелівську премію з фізики було присуджено «за дослідження напівпровідників і відкриття транзисторного ефекту» (Дж. Бардін, В. Браттейн, В. Шоклі, США, 1956 рік), тоді як на початку ХХІ ст. вже п'ять премій присуджено за дослідження, що мали пряме відношення до розвитку ІТ («За розробки в напівпровідниковій техніці», Ж. Алфьоров, РФ, Г. Кремер, Німеччина, 2000 рік; «За дослідження в області інтегральних схем», Дж. Кілбі, США, 2000 рік; «За революційні відкриття стосовно передачі світла оптоволоконними лініями для оптичного зв'язку», Ч. Као, Гонконг, Великобританія, США, 2009 рік; «За винахід напівпровідникової схеми для отримання зображень ПЗЗ-сенсора», В. Бойл, Канада, США, Дж. Сміт, США, 2009 рік; «За експерименти з двовимірним матеріалом графеном», А. Гейм, Нідерланди, К. Новоселов, РФ, 2010 рік).

Разом з тим, потрібно оптимально поєднувати глибину розгляду загальних фундаментальних питань з необхідною широтою охоплення всього кола питань сучасної фізики, включаючи досягнення науки і використання їх у комп'ютерній техніці. Цьому сприяють дисципліни «Мікроелектроніка», «Апаратне забезпечення інформаційних систем», «Комп'ютерна схемотехніка», і, звичайно, «Фізика». Однак лише збільшення обсягу знань, навичок та вмінь не гарантує формування професійних якостей. Спроби ж активного формування деяких професійних навичок і вмінь можуть змістити акценти в навчанні зі змісту матеріалу на їх форму і тренування, викликати зниження рівня і фундаментальної, і спеціальної фахової підготовки.

Не зважаючи на значну роль фізики в розвитку ІТ, при підготовці фахівців інформатичних спеціальностей вивченню фізичних дисциплін приділяється недостатньо уваги, а в навчальних планах окремих ВНЗ взагалі відсутні такі дисципліни як «Фізика», «Комп'ютерна схемотехніка», «Основи мікроелектроніки». У навчально-методичних виданнях з інформатики, в основному, не робиться наголос на фізичних принципах роботи складових обчислювальної техніки. При цьому, у процесі навчання неповно реалізуються такі основні дидактичні принципи, як науковість, зв'язок теорії з практикою та міжпредметні зв'язки між фундаментальними і прикладними питаннями фізики та інформатики. Отже, необхідно встановити тісний зв'язок між фізикою та принципами роботи апаратних складових ІТ у фаховій підготовці студентів інформатичних спеціальностей.

З метою встановлення актуальності проблеми дослідження нами проведено інтерактивне опитування вчителів інформатики [2]: «Чи потрібні знання фізики фахівцю ІТ-галузі?» Більшість відвідувачів форуму підтримали нашу гіпотезу про користь знань з фізики для

інформатиків. Так, зокрема, ми виявили необхідність використання фізичних знань при вивченні питань, що стосуються:

- архітектури персональних комп'ютерів (ПК) (транзистори, тригери, комутатори, шифратори, регістри процесора, інтегральні мікросхеми, технології виготовлення інтегральних мікросхем), конфігурації елементів ПК (фізичні величини: напруга, сила струму, опір, частота, ємність, індуктивність, потужність), фізичних принципів роботи елементів ПК, обслуговування носіїв даних (форматування, фрагментація, дефрагментація, запобігання втратам даних залежно від типу носія і способу запису-зчитування даних);

- фізичних принципів роботи периферійних пристроїв (принтерів, сканерів, веб-камер, зовнішніх модемів, тощо);

- налагодження та обслуговування окремого ПК та комп'ютерного класу (живлення ПК і периферійних пристроїв: параметри електромережі, джерела безперебійного живлення, фільтри-подовжувачі, налагодження роботи локальної мережі, способи і характеристики підключення до глобальних мереж, комунікаційні пристрої, протоколи передавання даних, види і характеристики ліній зв'язку, бездротовий зв'язок: супутниковий, мобільний, теле- і радіо-, bluetooth);

- викладання окремих тем з інформатики [1] («Програмні засоби навчання фізики», «Основні галузі застосування ПК»: розв'язування задач фізичного змісту, моделювання фізичних процесів; особливості чисельного моделювання фізичних задач та фізичних експериментів);

- мультимедійного обладнання (фізичні принципи роботи аудіо- і відеопристроїв, проєкційних апаратів (зокрема, 3D проєкцій, динамічних голограм), сенсорних дошок; моніторів: явище поляризації, рідкі кристали, транзистори, діоди; фізичні величини: частота, амплітуда, потужність звуку, рівень звуку, рівень освітлення, сила світла, параметри проєктування);

- правил техніки безпеки у комп'ютерному класі (ПК – пристрій, що вмикається в мережу 220 В, джерела безперебійного живлення – накопичувачі електроенергії, електризовані поверхні корпусу системного блока та металевих частин елементів ПК та периферійних пристроїв, заземлення)

- історії розвитку ЕОМ, комунікаційних мереж (розвиток технологій виробництва інтегральних мікросхем, комутатори, модуляція і демодуляція сигналів, фізичні величини – характеристики елементів ЕОМ, мереж, сигналів);

- обробки цифрових даних (пошук, збирання, зберігання, опрацювання, кодування, подання, передавання, використання, захист, цифровий підпис);

- програмування АЦП, мікроконтролерів, фізичних приладів і установок;

- створення навчально-контролюючих програм з фізики (тестологія, фактичний матеріал з фізики);

- створення баз даних та структур баз даних фізичних знань;

- супроводу проєктів з фізики.

Проаналізувавши зміст курсу фізики для студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки», «Середня освіта (Інформатика)» ми зробили деякі доповнення, що пов'язані з елементами фізичних основ функціонування апаратних складових обчислювальної техніки та опису їх конфігурації за допомогою фізичних величин.

Серед основних питань, за рахунок яких має бути розширений курс фізики для студентів інформатичних спеціальностей, нами виділені наступні питання:

- з розділу «Механіка»: рівномірний і рівноприскорений рух (CD і DVD дисків), обертальний рух (CD і DVD приводів, кулерів), частота і швидкість обертального руху (характеристики CD і DVD приводів, кулерів);

- з розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка»: внутрішня будова металів (шини, контакти, провідники), напівпровідників (елементи ІМС, створені на  $p-n$  переході), діелектриків (ізолятори, основа CD і DVD дисків, окремі частини корпусів пристроїв), сплавів металів (контакти, роз'єми, робочий шар CD і DVD дисків), теплообмін (нагрівання і

охолодження блоку живлення, процесора, елементів системної плати і відео карти, жорсткого диска), фазові переходи (процес запису на CD і DVD диски);

–з розділу «Електрика і магнетизм»: фізичні властивості металів (шини, контакти, провідники), напівпровідників (ІМС), діелектриків (ізоляція), сплавів металів (легкоплавкі сплави германія, телуру й сурми), пластмас (частини корпусу системного блоку та окремих компонентів ПК), діа-, пара- і феромагнетиків (НЖМД, НГМД), електричний струм у різних середовищах (металах і напівпровідниках), характеристики електричного струму, електромагнітне поле (засоби комутації);

–з розділу «Оптика»: явище інтерференції і дифракції (на оптичних дисках); явище повного внутрішнього відбивання (волоконна оптика); принцип роботи моніторів; модуляція світлового потоку в оптичному волокні; дисперсія в оптичному волокні; принцип роботи оптичного сенсора (оптичної миші), лазера, CD і DVD приводу, сканера;

–з розділу «Атомна і ядерна фізика»: квантування енергії на енергетичних рівнях (робота логічних елементів і запам'ятовуючих пристроїв); принцип роботи моніторів.

Результати проведеного дослідження свідчать про те, що рівень знань студентів інформатичних спеціальностей з фізики покращився, оскільки вони побачили практичне застосування фізичних знань у своїй майбутній професійній діяльності. Звичайно впровадження питань з фізичних основ функціонування апаратних складових обчислювальної техніки потребує додаткових затрат аудиторних годин. Розв'язання даної проблеми ми бачимо у компактнішому викладанні матеріалу, тобто, приділяти увагу найбільш вагомим і фундаментальним фізичним поняттям; розробці та поширенні додаткових методичних посібників, електронних підручників, з допомогою яких студент може самостійно ґрунтовно опрацювати необхідний матеріал.

Таким чином, необхідність вивчення фізичних дисциплін студентами інформатичних спеціальностей не викликає сумніву. В той же час, зменшення аудиторного навантаження призводить до скорочення обсягу навчального навантаження фізичних дисциплін. З метою удосконалення системи підготовки студентів інформатичних спеціальностей пропонуємо включити в навчальні плани дисципліну «Фізика» обсягом не менше 10 кредитів ECTS, яка для них може бути як фундаментальною, так і в окремих питаннях профільною.

#### Література

1. Останіна Л.А. Календарне планування. Інформатика. 5–11 класи. / Лідія Андріївна Останіна – Харків: Вид. група „Основа”, 2009.- 94 [2] с.

2. Чи потрібні знання фізики вчителю інформатики? // Форум інформатиків.- 8.8 Всебічна обізнаність сучасного інформатика.- Фізика для інформатиків.- Режим доступу: <http://informatic.org.ua/forum/18-1512>

**Войтович І.С., Малезик М.П., Сергієнко В.П., Зазимко Н.М., Малезик П.М., Пономаренко В.В. Навчання фізики майбутніх фахівців з комп'ютерних наук.**

**Анотація:** У статті розкрито підходи до навчання фізики студентів інформатичних спеціальностей. Обґрунтовано доцільність поєднання загальних фундаментальних питань сучасної фізики з використанням їх у комп'ютерній техніці. Показано необхідність встановлення зв'язку між фізикою та принципами роботи апаратних складових ІТ у фаховій підготовці студентів інформатичних спеціальностей.

**Ключові слова:** фізика, інформатика, фундаментальна дисципліна, професійно-спрямовано дисципліна, інтеграція.

**Voitovych I.S., Malezhyk M.P., Sergienko V.P., Zazymko N.M., Malezhyk P.M., Ponomarenko V.V. Training of physics of future professionals of computer science.**

**The summary:** The article deals with approaches to teaching physics of students of computer science specialties students. The expediency of combining the general fundamental questions of modern physics with the using of them in computer technology. The necessity of establishing a connection between physics and the principles of work of hardware components of IT in the professional training of students of computer science specialties is shown.

**Key words:** physics, computer science, the fundamental disciplines, professionally-focused discipline, integration.

**Гаврилюк М.М.,**  
спеціаліст 1 категорії кафедри методології та методики  
навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи,  
фізико-математичного факультету, НПУ імені М.П. Драгоманова,  
m.m.havryliuk@npu.edu.ua

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ LMS MOODLE ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СТУДЕНТІВ ВНЗ**

На сьогодні інтерес до електронного навчання [1] постійно зростає. Зміна підходів до традиційної організації навчального процесу привела до появи нових інноваційно-комунікаційних технологій навчання. В цьому контексті для вищих навчальних закладів все більшого значення набувають розробка і впровадження систем управління віртуальним навчальним середовищем (VLE), відомих також як централізовані системи управління навчанням (CLMS) в процесі навчання. Такі системи представляють собою платформу для розгортання електронного дистанційного навчання, також в ряді випадків можуть використовуватися і для адміністрування та покращення ефективності традиційного навчального процесу.

На мою думку, в процесі навчання у вищому навчальному закладі повинно створюватися нове навчальне середовище, де студенти самостійно могли б отримувати доступ до навчальних матеріалів, які вивчаються, у будь-який час та в будь-якому місці, використовуючи сучасні пристрої, не тільки ПК, ноутбуки а й смартфони та планшети. Створити таке навчальне середовище можна завдяки впровадженню технології електронного (дистанційного, мобільного) навчання. Завдяки саме цьому, навчальний процес стає привабливішим, демократичнішим, комфортнішим та сприяє розвитку професійної компетентності майбутніх фахівців з вищою освітою.

Під час такого навчального процесу важлива роль відведена самостійній роботі студента, яка передбачає максимальну активність студента, де відсутній безпосередній контакт з викладачем. Враховуючи це, викладачі повинні звертати особливу увагу проектуванню послідовності самостійної роботи студентів, на вчасну зміну різних форм і видів завдань. У зв'язку з цим, від викладачів вищого навчального закладу вимагається вміння володіти такими засобами навчання, які забезпечуватимуть ефективність самостійної роботи студента у нових умовах [1].

На сьогодні найбільш оптимальним засобом інформаційно-комунікаційних технологій для використання у процесі навчання у ВНЗ майбутніх вчителів – є модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище Moodle.

**MOODLE** (Modular Object Oriented Distance Learning Environment - модульне об'єктно-орієнтоване середовище дистанційного навчання) – це система програмних продуктів, за допомогою якої можна дистанційно, через Інтернет, оволодіти навчальним матеріалом та самостійно створювати навчальні курси і проводити навчання на відстані, дистрибутив якої розповсюджується безкоштовно за принципами ліцензії Open Source.

**Moodle** – найпоширеніша на сьогодні – система електронного навчання не тільки в Україні, а й за кордоном. Його інтерфейс перекладений 82 мовами та використовується в 50 тисячах організацій з 200 країн світу [2]. Завдяки системі управління навчанням Moodle можна повною мірою реалізувати електронну складову професійної підготовки педагогічних кадрів.

Це можна реалізувати завдяки тому, що у LMS Moodle: є механізм реєстрації та авторизації користувачів; потужні інструменти планування навчального процесу; дозволяє інтегрувати у собі різні види навчального контенту (текст, фото, відео, аудіо); має інструменти групової та спільної роботи слухачів курсів, а також вимірювання наявних знань, умінь, навичок; є збереження історії роботи студентів та підтримує функцію управління навчальним процесом [2].

Користувачі системи Moodle (викладачі, студенти) отримують доступ до ресурсів за допомогою веб-браузера із різних місць, використовуючи мережу Internet (навчальної аудиторії, робочого місця, дому, тощо).

Система Moodle відповідає всім основним **критеріям**, що висуваються до систем електронного навчання, зокрема таким, як:

- функціональність – наявність набору функцій різного рівня (форуми, чати, аналіз активності слухачів (студентів), управління курсами та навчальними групами тощо);
- надійність – зручність адміністрування та управління навчанням, простота оновлення контенту на базі існуючих шаблонів, захист користувачів від зовнішніх дій тощо;
- стабільність – високий рівень стійкості роботи системи стосовно різних режимів роботи та активності користувачів;
- вартість – сама система безкоштовна, витрати на її впровадження, розробку курсів і супровід – мінімальні;
- відсутність обмежень за кількістю ліцензій на слухачів (студентів);
- модульність – наявність в навчальних курсах набору блоків матеріалу, які можуть бути використані в інших курсах;
- наявність вбудованих засобів розробки та редагування навчального контенту, інтеграції різноманітних освітніх матеріалів різного призначення;
- підтримка міжнародного стандарту SCORM (Sharable Content Object Reference Model) – основи обміну електронними курсами, що забезпечує перенесення ресурсів до інших систем;
- наявність системи перевірки та оцінювання знань слухачів у режимі он-лайн (тести, завдання, контроль активності на форумах);
- зручність і простота використання та навігації – інтуїтивно зрозуміла технологія навчання (можливість легко знайти меню допомоги, простота переходу від одного розділу до іншого, спілкування з викладачем-тьютором тощо).

Система управління навчальним контентом Moodle надає **можливість** ВНЗ:

- реалізувати модульну організацію навчального процесу за вимогами Болонської декларації;
- реалізувати повнокомплектне науково-методичне забезпечення дисциплін;
- інтегруватися ВНЗ до європейського науково-освітнього простору;
- включити ВНЗ до світового реєстру власників електронних форм організації навчально-методичного процесу;
- створити Internet-середовище для електронних форм навчання;
- створити центр дистанційної освіти;
- забезпечити оперативний контроль навчального процесу [6].

**Можливості та переваги**, що надає застосування системи Moodle у навчальному процесі студенту:

- мати доступ до логічно структурованого та укомплектованого навчально-методичного матеріалу, що покращує умови для самостійного опанування змістом дисципліни;
- мати засоби для самотестування і виконання завдань та їх оцінювання незалежно від людського фактору (викладача);
- особиста участь та допомога викладачу з комп'ютерного забезпечення навчального процесу;
- брати реальну участь у науково-методичній роботі кафедр;
- розширений доступ до Internet-ресурсів;
- можливість дистанційно опановувати навчальний матеріал;
- достроково складати заліково-екзаменаційну сесію.

Система Moodle включає набір модулів, використання яких надає можливість співпрацювати на рівнях «студент-студент» і «студент- викладач», зокрема це такі модулі:

анкета, опитування, глосарій, урок, семінар, робочий зошит, чат, форум, тест, тест у Hot Potatoes, Wiki, завдання [5]. Також можна розширити функціонал системи завантаживши додаткові модулі [3].

Під час **самостійної роботи** студенту пропонуються наступні види завдань для опанування матеріалу з конкретної теми курсу:

- вивчити матеріали теми;
- скласти термінологічний словник (використовується модуль «Глосарій»);
- підготувати реферат з рекомендованих тем;
- виконати завдання, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни.

Модульний контроль та підсумковий контроль також здійснюється з використанням системи Moodle за допомогою модуля «Тест». Підтримується кілька типів питань у тестових завданнях (множинний вибір, на відповідність, так/ні, короткі відповіді, есе й ін.). Moodle надає користувачу багато функцій, що полегшують опрацювання результатів тестування.

У системі підтримуються розвинені засоби статистичного аналізу результатів тестування й, що дуже важливо, складності окремих тестових питань.

Модульний контроль містить питання пробного тестування за окремий змістовий модуль, підсумковий контроль – питання за всю навчальну дисципліну. Складання модульного та підсумкового тестування відбувається в комп'ютерних класах, на відміну від пробного, яке можна пройти з будь-якого комп'ютера підключеного до мережі Інтернет. Бали, які отримують студенти за виконанні завдання додаються. Максимальна сума балів за всі види робіт дорівнює 100. Набрані бали перераховується у чотирибальну оцінку («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» або «зараховано») і вносяться до екзаменаційної відомості та залікової книжки студента.

Незважаючи на те, що система Moodle створювалась для підтримки дистанційного навчання, досвід роботи з нею показує, що її можна успішно використовувати в процесі організації самостійної роботи студентів денної форми навчання.

#### Література

1. Березенська С.М. Проектування самостійної роботи студентів з технічних дисциплін засобами LMS Moodle / Електронні засоби та дистанційні технології для навчання протягом життя / IX міжнародної науково-методичної конференції, м. Суми, 14–15 листопада. – 2013. – С. 9-10.
2. Бугайчук К.Л. Напрями використання LMS Moodle в системі професійної підготовки та підвищення кваліфікації науково-педагогічного складу ВНЗ МВС України [Електронний ресурс].
3. Плагіни и модули Moodle: <https://allcms.jimdo.com/moodle/>
4. Смирнова-Трибульська Є.М. Дистанційне навчання з використанням системи MOODLE: Навчально-методичний посібник. – Херсон: Айлант, 2007. – 492 с.
5. Ю.В. Триус, І.В. Герасименко, В.М. Франчук. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE. Методичний посібник. – Черкаси, 2012. – 220 с.
6. Unified Modeling Language (UML) . – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://opentechnology.ru/products/moodle>.

#### **Гаврилюк М. М. Перспективи використання LMS Moodle для організації самостійного навчального процесу студентів ВНЗ.**

**Анотація.** Подана стисла характеристика LMS Moodle як системи електронного навчання. Коротко описані можливості, переваги та перспективи модульного об'єктно-орієнтованого динамічного навчального середовища Moodle для організації самостійного навчання студентів. Розглянуті основні критерії Moodle як системи електронного навчання.

**Ключові слова:** LMS Moodle, електронні навчальні курси, система дистанційного навчання, електронне навчальне середовище Moodle, самостійне навчання студентів, можливості системи Moodle.

#### **Gavryliuk M.M. Prospects for using LMS Moodle to organize an independent learning process for university students.**

**Abstract.** The brief description of LMS Moodle as an e-learning system is presented. Brief description of the opportunities, benefits and perspectives of the modular, object-oriented, dynamic learning environment Moodle for student self-learning. The main criteria of Moodle as e-learning systems are considered.

**Keywords:** LMS Moodle, e-learning courses, distance education system, electronic learning environment Moodle, independent student learning, Moodle system features.

**Горбачук В.О.,**  
асистент кафедри Методології та методики навчання  
фізико-математичних дисциплін вищої школи,  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
Київ, Україна,  
gorbachuk.vas@gmail.com

## **МОЖЛИВОСТІ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ R ТА PYTHON У НАВЧАННІ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ**

Засоби ІКТ невинно вдосконалюються, причому змінюються не лише окремі програмні продукти і системи, платформи їх реалізації, а також розвиваються принципи і методи їх використання і концептуальні засади впровадження [1]. У західній науці вже давно існує поняття Data Science (Наука про дані), що включає в себе такі галузі науки як математична статистика, машинне навчання, штучний інтелект, оптимізація алгоритмів і комп'ютерні науки. Цей напрямок є надзвичайно прогресивним і популярним у наш час. Він застосовується у багатьох сферах професійної і побутової діяльності і є дуже актуальним. Саме тому останнім часом мови програмування R та Python знаходять все більше і більше своїх прихильників для розв'язання різноманітних статистичних задач, як прикладних так і теоретичних. SAS системи, натомість, втрачають свої позиції. І саме тому, на нашу думку, необхідно включати певні елементи практичного застосування R та Python у навчальний процес з математичної статистики.

*Мова програмування R.* Росс Айхека і Роберт Джентлмен створили безкоштовну мову R в 1995 році як вільну реалізацію мови програмування S. Вони прагнули розробити мову, яка забезпечувала би більш якісний і зрозумілий підхід до аналізу даних, статистики та графічних моделей. На перших етапах R використовувався переважно в академічному і науково-дослідницькому середовищі, але порівняно недавно став проникати і в світ великих корпорацій. Тому R - одна з статистичних мов, що найбільш бурхливо розвиваються і яка використовуються в корпоративній практиці.

Одна з основних переваг R - величезне співтовариство розробників, що займаються підтримкою мови в поштових розсилках, службі користувальницької документації і в дуже активній групі на Stack Overflow (ресурс де розробники діляться розв'язками теоретичних і прикладних задач з програмування та суміжних областей). Також існує CRAN, гігантський репозиторій рекомендованих пакетів R, в розробці яких можуть брати участь усі бажаючі. Ці пакети становлять собою колекцію функцій і даних R, вони забезпечують миттєвий доступ до новітніх прийомів і функціоналу, позбавляючи програміста (користувача) від необхідності все винаходити самостійно.

Нарешті, якщо ви - досвідчений розробник, то вам, ймовірно, не важко буде швидко освоїти R. Однак, початківцю, можливо, доведеться туго, оскільки крива навчання R дуже крута. На щастя, в даний час існує безліч відмінних навчальних ресурсів по R.

*Мова програмування Python.* Python був створений Гвідо ван Россум в 1991 році. У цій мові робиться акцент на продуктивності і зручності читання коду. Серед програмістів та математиків, бажаючих поринути в аналіз даних і користуватися статистичними прийомами, чимало активних користувачів Python, які застосовують цю мову саме в статистичній сфері. Чим активніше ви заглиблюєтесь в технічну сферу, тим більше вам, ймовірно, буде подобатися Python. Ця гнучка мова відмінно підходить для всього новаторського. З огляду на його простоту і легкість для читання, крива навчання для цієї мови порівняно полого.

Як і в R, в Python є пакети. PyPi - це список пакетів Python, в ньому містяться бібліотеки, доповнювати які може будь-який користувач. Як і R, Python має велику спільноту розробників, але вона дещо неоднорідна, оскільки Python - універсальна мова (навідміну від R, що розроблена виключно для вирішення статистичних задач). Проте, саме наука про дані стрімко займає все більш значні позиції у всесвіті Python: очікування ростуть, одне за одним

з'являються нові додатки по роботі з даними.

*Коли і як використовувати R?* R зазвичай застосовується в тих випадках, коли для аналізу даних потрібні виділені обчислювальні потужності або окремі сервера. R відмінно підходить для дослідницької роботи, зручний практично при будь-якому варіанті аналізу даних, оскільки в мові R існує маса пакетів і готові тести, що забезпечують потрібний інструментарій для швидкого старту. R навіть може бути елементом рішення в області великих даних (Big Data).

Починаючи роботу з R, доцільно для початку встановити чудову IDE RStudio. Потім рекомендуємо ознайомитися з такими популярними пакетами:

- dplyr, plyr і data.table - спрощують маніпуляції з пакетами;
- stringr - для роботи з рядками;
- zoo - для роботи з регулярними та іррегулярними тимчасовими послідовностями;
- ggvis, lattice і ggplot2 - для візуалізації даних;
- caret - для машинного навчання.

*Коли і як використовувати Python?* Python знадобиться у випадках, коли завдання, пов'язані з аналізом даних, вплітаються в роботу веб-додатків, або якщо статистичний код потрібно інкорпорувати в робочу базу даних. Python, будучи повнофункціональною мовою програмування, відмінно підходить для реалізації алгоритмів з їх подальшим практичним використанням. Ще недавно пакети для аналізу даних на Python перебували в зародковому стані, що представляло певну проблему, але в останні роки ситуація значно покращилася. Обов'язково встановіть:

- NumPy / SciPy - наукові обчислення;
- pandas - маніпуляція з даними;
- matplotlib – графічна візуалізація даних;
- scikit-learn - для машинного навчання.

Ці пакети дозволять пристосувати Python для аналізу даних [2].

З наведених вище характеристик видно, що обидві мови програмування є сучасними, популярними та дієвими у розв'язанні задач як прикладної, так і математичної статистики.

Залучення цих мов програмування до навчання математичної статистики дасть змогу студентам отримати теоретичні знання та практичні навички використання сучасних математичних методів, бібліотек з відкритим кодом та теорій машинного навчання при розв'язанні конкретних задач, що виникають у професійній та побутовій діяльності.

Використання Python та R може бути спрямоване на формування таких компетенцій:

- соціально-особистісні компетенції: удосконалення навичок організації самостійної роботи; збільшення інтересу до використання наукового підходу у життєвій діяльності;
- загально-професійні компетенції: знання математичних методів побудови та аналізу моделей природничих, технічних, економічних та соціальних об'єктів і процесів, розробки математично обґрунтованих алгоритмів функціонування складних систем; здатність під час проведення досліджень формулювати задачу дослідження, розбивати процес виконання завдання на етапи, формулювати технічні вимоги, вимоги до вхідних і вихідних даних, виявляти та оцінювати фактори, що спрощують або ускладнюють розв'язання, оцінювати складність окремих етапів чи видів робіт тощо;
- спеціалізовано-професійні компетенції: вміння використовувати бібліотеки з відкритим кодом; знання математичних методів, що використовуються при машинному навчанні; здатність обирати адекватний математичний апарат при використанні машинного навчання; здатність розв'язувати задачі розпізнавання об'єктів, класифікації та кластеризації.

Сфера реалізації набутих компетенцій в майбутній професії: професійна та побутова діяльність, зокрема, в галузі статистики та обробки даних, при написанні програмного забезпечення з розпізнавання об'єктів тощо [3].

Отже, на нашу думку, використання однієї або обох цих мов програмування в навчанні математичної статистики є бажаним, адже стане в нагоді при формуванні у студентів ряду потрібних компетентностей, а це в свою чергу підвищить їх конкурентоздатність на ринку



праці та їх рівень експертизи. Також це дасть змогу студентам бути на “гребені” наукового розвитку цієї галузі та брати участь у великій кількості цікавих і сучасних проєктів з Data Science, які організуються такими відомими компаніями як Google, Microsoft, Amazon, Intel, Facebook та ін.

#### Література

1. Кобильник Т.П., Когут У.П. Системи комп’ютерної математики в навчанні студентів напряму підготовки “Інформатика”. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1019/765>
2. R и Python – достойные соперники? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/piter/blog/263457/>
3. Артюх А.В. Анотація дисципліни “Використання мови Python для обробки даних”

#### **Горбачук В.О. Возможности мов програмування R та Python у навчанні математичної статистики.**

**Анотація.** Здійснено оглядовий аналіз мов програмування R та Python. Досліджено їх можливості в роботі з даними, побудові статистичних моделей та їх використанні в процесі навчання математичної статистики.

**Ключові слова:** мова програмування, математична статистика, R, Python.

#### **Gorbachuk V.O. Possibilities of programming languages R and Python in teaching mathematical statistics.**

**Abstract.** An overview of the programming languages R and Python have been made. Their possibilities in work with data, construction of statistical models and their use in the process of teaching mathematical statistics are investigated.

**Key words:** programming language, mathematical statistics, R, Python.

**Франчук В. М.,**

кандидат педагогічних наук, доцент,  
декан, НПУ імені М.П. Драгоманова, факультет інформатики,  
м. Київ, Україна,  
vfranchuk@npu.edu.ua

**Франчук Н. П.,**

кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент, НПУ імені М.П. Драгоманова, факультет інформатики,  
м. Київ, Україна,  
n.p.franchuk@npu.edu.ua

## **СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ НАВЧАННЯ НА ФАКУЛЬТЕТІ ІНФОРМАТИКИ**

Сьогодні зростають вимоги до організації та якості навчально-виховного процесу, з'являються нові можливості для всебічного розвитку студента, швидкими темпами розвиваються нові, ефективніші комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, зокрема інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), запровадження яких у систему вищої освіти дає можливість створювати такі управлінські й навчальні структури, використання яких дає змогу забезпечити не тільки необмежений доступ до електронних освітніх ресурсів, а й новітні умови комунікації та співпраці викладачів та студентів. Слід зазначити, що до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання належать такі системи навчання, що орієнтовані на педагогічно виважене використання комп'ютера, як одного із засобів навчання разом з іншими, зокрема традиційними.

Відповідно до “Концептуальних засад реформування середньої освіти” систематичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі та управлінні закладами освіти і системою освіти має стати інструментом забезпечення успіху сучасної школи. Використання ІКТ суттєво розширює можливості майбутнього вчителя, удосконалює управлінські процеси, за рахунок чого значно розширюються можливості формування в учнів фундаментальних знань, зокрема сучасних технологічних компетентностей.

Викладачі кафедр факультету інформатики активно використовують комп'ютерно-орієнтовані системи навчання в навчальному процесі. Зокрема хмарні та туманні технології, системи дистанційного навчання, системи комп'ютеризованого тестування знань та інше. Також залучаються викладачі інших кафедр, які забезпечують навчальний процес на факультеті та надається допомога у використанні сучасних засобів навчання.

Серед основних досягнень факультету у навчально-методичній та науковій роботі з використанням комп'ютерно-орієнтованих систем навчання є впровадження та використання системи управління навчальними курсами MOODLE. Навчально-методичні матеріали всіх дисциплін розміщено у системі управління навчальними курсами MOODLE, що надає можливість студентам та викладачам отримувати доступ до навчальних матеріалів у будь-який зручний для них час.

На даний момент продовжується узгодження та удосконалення функціонування існуючих комп'ютерних систем, які впроваджені в університеті, а саме інформаційно-аналітичної системи “Управління навчальним процесом” та системи управління навчальними курсами MOODLE.

Разом з тим виникає потреба у розробленні відповідного положення (методичних вказівок, інструкцій) про використання системи управління навчальними курсами, а саме: вимоги до курсу, стандарти та сертифікація навчальних курсів відповідно до цих вимог. Тому пропонується створити при науково-методичній раді університету із залученням фахівців факультету інформатики робочу групу з розробки єдиних підходів до впровадження комп'ютерно-орієнтованих систем навчання на факультетах університету, результатом

роботи якої має бути запропоноване положення про сертифікацію електронного навчального курсу.

Ще одним із основних досягнень факультету інформатики є використання хмарних сервісів для підтримки навчального та виховного процесу. Викладачі активно та гармонійно поєднують традиційні форми навчання з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема хмарних сервісів та системи MOODLE. Це дало змогу отримати проект прикладного дослідження, який реалізується за рахунок видатків загального фонду державного бюджету: “Хмаро орієнтоване середовище навчання майбутніх вчителів”.

Продовжується реалізація проекту Microsoft Imagine Academy – міжнародної програми підготовки ІТ-фахівців у навчальних закладах. За 2017 рік викладачі факультету інформатики та інших факультетів отримали понад 20 сертифікатів міжнародного зразка. Слід підкреслити, що доцільно продовжувати співпрацю з корпорацією Microsoft у рамках “Програми Microsoft Imagine Academy” для надання доступу викладачам та студентам університету до ліцензійного програмного забезпечення та навчальних курсів.

Крім цього на факультеті ведеться робота над розробкою та впровадженням власних комп’ютерно-орієнтованих систем навчання, зокрема:

- Програмно-методичний комплекс GRAN, до якого входять комплект книг та програмних засобів Gran (Gran1, Gran-2D, Gran-3D), що є найбільш придатними для підтримки навчання курсу математики в середніх навчальних закладах та є рекомендованим Міністерством освіти та науки України. Слід зауважити, що програмно-методичний комплекс GRAN разом з деякими підручниками і посібниками для студентів педагогічних університетів, вчителів та учнів середніх навчальних закладів – всього понад 20 книг, розміщені на сайті кафедри теоретичних основ інформатики ([www.ktoi.npu.edu.ua](http://www.ktoi.npu.edu.ua)) і всі матеріали, розміщені на вказаному сайті, поширюються безкоштовно.

- Розроблено та впроваджено систему “Електронного розкладу”, яка була створена з використанням хмарних сервісів від Google студентським конструкторським бюро Факультету інформатики та впроваджена на низці факультетів Центром цифрових технологій навчання у рамках проекту “Електронний Університет”.

- Продовжується робота над системою рейтингового оцінювання діяльності викладачів, яка розроблялася та впроваджується викладачами кафедри комп’ютерної інженерії та освітніх вимірювань разом з центром моніторингу якості освіти у рамках проекту прикладного дослідження за рахунок видатків державного бюджету «Інформаційно-аналітична система самооцінювання освітньої діяльності педагогічних університетів», яка була завершена у 2016 році.

Професорсько-викладацький склад факультету інформатики активно веде науково-методичну роботу над виданням навчальних підручників та посібників, методичних рекомендацій з використанням комп’ютерно-орієнтованих систем навчання. За даними Google Академії, наукові праці викладачів факультету отримали понад 8000 цитувань.

Слід зазначити, що на факультеті є фахове видання “Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання”. У збірнику розглядаються питання застосування інформаційно-комунікаційних технологій навчання (ІКТН) у практичній діяльності середніх та вищих навчальних закладів; аналізуються окремі програмні засоби навчального призначення; обговорюються проблеми становлення комп’ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математики, фізики, інформатики та інших предметів у закладах освіти.

Всі номери збірника розміщені на сайті Факультету інформатики, у репозитаріях наукової бібліотеки університету та Національній бібліотеці України імені В. І. Вернадського.

Разом з тим ведеться робота над перенесенням електронної версії збірника до спеціальної системи управління електронними виданнями для того, щоб включити збірник до світових науково-метричних баз.

Крім вище зазначеного є Студентське електронне видання “Використання ІКТ в освіті” ([www.e-journals.npu.edu.ua](http://www.e-journals.npu.edu.ua)), де практикується політика відкритого доступу до

опублікованого змісту, підтримуються принципи вільного поширення наукових даних та глобального обміну відомостями.

На факультеті планується кілька перспективних напрямків роботи з використанням комп'ютерно-орієнтованих систем навчання, а саме:

- Пілотне впровадження дуальної системи навчання під час підготовки магістрів інформатичних педагогічних спеціальностей. Дуальний спосіб навчання є поєднанням теорії у вищому навчальному закладі та практики в закладах загальної середньої освіти або на підприємстві. Станом на сьогодні є підписані угоди про пілотне впровадження дуальної системи навчання з сімома закладами освіти, зокрема з Києво-Печерським Ліцеєм №171 "Лідер".

- Також одним із перспективних напрямків науково-методичних досліджень і розробок є робототехніка. Це прикладна наука, за допомогою якої займаються проектуванням, розробкою, будівництвом, експлуатацією та використанням роботів, а також комп'ютерних систем для їх контролю.

- Ще одним із перспективних напрямків досліджень є використання в навчальному процесі систем 3D друку. Спільними зусиллями викладачів та студентів факультету інформатики реалізовується проект "Технології тривимірного друкування та їх використання". Метою розробки даного проекту було показати застосування цієї новітньої технології у різних галузях діяльності людини.

Всі зазначені факти свідчать про те, що комп'ютерно-орієнтовані системи навчання на факультеті інформатики використовуються як складові комплексної фахової підготовки майбутніх вчителів інформатики та фахівців ІТ-напряму. Випускники факультету інформатики мають бути фахівцями з фундаментальною математичною та інформатичною підготовкою, які зможуть реалізувати отримані знання не тільки в освіті, а й бути конкурентними на ринку праці в будь-якій галузі людської діяльності.

#### Література

1. Франчук В. М. Галицький О. В. Використання хмарних сервісів у навчальному процесі// Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць /Редрада. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2016. – № 18 (25). – С. 39-42.

2. Франчук В. М. Система управління навчальними матеріалами MOODLE. Хмаро-орієнтовані сервіси зберігання даних// Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2015) : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 2-3 грудня 2015 р., м. Суми у 2-х томах. – Суми : ВВП «Мрія», 2015. – Т. I. – 73-74 с.

3. Франчук Н. П. Створення комп'ютерно-орієнтованого методичного забезпечення навчально-виховного процесу // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць /Редрада. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. – № 19 (26). – С. 181-187.

#### **Франчук В. М., Франчук Н. П. Стан та перспективи використання комп'ютерно-орієнтованих систем навчання на факультеті інформатики.**

**Анотація.** Сьогодні швидкими темпами розвиваються нові, ефективніші комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, зокрема інформаційно-комунікаційні технології, запровадження яких у систему вищої освіти дає можливість створювати такі управлінські й навчальні структури, використання яких дає змогу забезпечити не тільки необмежений доступ до електронних освітніх ресурсів, а й новітні умови комунікації та співпраці викладачів та студентів.

**Ключові слова:** комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, ІКТ, освітні ресурси.

#### **Franchuk V. M., Franchuk N. P. The state and perspectives of the use of computer-oriented training systems at the Faculty of Informatics.**

**Abstract.** Today, new, more efficient computer-oriented educational systems, including information and communication technologies, are being rapidly developed, the introduction of which into the system of higher education enables the creation of such administrative and educational structures, the use of which enables to provide not only unlimited access to electronic educational resources, but also the new conditions for communication and cooperation between teachers and students.

**Key words:** computer-oriented training systems, ICT, educational resources.

**Яровенко А.Г.**,  
кандидат технічних наук,  
доцент кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет  
імені Михайла Коцюбинського,  
Вінниця, Україна,  
yar\_vdpu@ukr.net  
**Тимошенко О.З.**,  
кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет  
імені Михайла Коцюбинського,  
Вінниця, Україна,

## КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

**Формулювання проблеми.** Експеримент є обов'язковою складовою будь-якого наукового дослідження, а результати математико-статистичного аналізу даних експерименту дозволяють виявити закономірності в досліджуваних процесах і явищах, обчислити статистичні параметри вибірок та оцінити параметри генеральної сукупності, встановити і дослідити причинно-наслідкові взаємозв'язки між даними (факторами, ознаками, властивостями процесів і явищ). Ці результати є підґрунтям (основою) для прийняття чи відхилення висунутих в дослідженні гіпотез, вироблення висновків й узагальнень, та за висловом відомого американського математика, одного з основоположників послідовного статистичного аналізу А. Вальдом (A. Wald) – «прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності».

Характерною рисою сучасних наукових досліджень є опрацювання результатів експериментів за допомогою потужних пакетів прикладних програм (ППП) як загального, так і спеціалізованого призначення, в яких реалізовано автоматизацію широкого кола процедур математико-статистичного аналізу даних.

До числа найвідоміших та найпоширеніших ППП математико-статистичного аналізу даних належать IBM SPSS (Statistical Package for Social Science) Statistics (IBM Corp., США), Statistica (StatSoft Inc., США), TIBCO Statistica (TIBCO Software Inc., США), MedCalc (MedCalc Software Comp., Бельгія), Stata (Stata Corp., США), SAS (SAS Institute, США), StatPlus та BioStat (AnalystSoft Inc., США). Слід також відзначити, що ППП Microsoft Excel 2016 з його надбудовою Data Analysis також є потужним засобом аналізу даних.

Незважаючи на велику кількість публікацій, присвячених питанням методології математико-статистичного аналізу даних та методики застосування його процедур, наявність професійних ППП математико-статистичного аналізу, проблема вибору ППП та методів математико-статистичного аналізу адекватних задачам дослідження та коректного їх застосування на сьогодні залишається актуальною.

**Метою дослідження** є огляд найпоширеніших ППП математико-статистичного аналізу даних та аналіз можливості їх застосування для опрацювання результатів експерименту.

Питанням математико-статистичного аналізу результатів наукових досліджень присвячена велика кількість наукових публікацій. Але існує порівняно невелика кількість робіт, в яких в повній мірі висвітлені (розглянуті) питання математико-статистичного опрацювання та подання результатів експерименту. Це, насамперед, праці відомих вітчизняних та зарубіжних вчених в галузі статистики та економетрики (А. Афіфі, В.П. Боровіков, С. Ейзен, О.А. Корольов, Л.І. Краснікова, О.Є. Лугінін, І.Г. Лук'яненко, А.І. Орлов, С.І. Наконечний, Т.О. Терещенко, Ю.А. Толбатов), медичної та біостатистики (П.М. Бабич, А. Банержи, М. Васільєв, С. Гланц, С.М. Лапач, Т. Ланг, В.П. Леонов, А. Петри, О.Є. Платонов, О.Ю. Реброва, К. Себін, М. Сесік, А.В. Чубенко, В.І. Юнкеров).

Особливої уваги заслуговують видання, в яких поряд з викладенням методів статистичного аналізу даних демонструється їх реалізація в середовищі певного ППП.

Концепція і технологія сучасного аналізу даних на комп'ютері з використанням ППП STATISTICA фірми StatSoft Inc. (США) викладені в книзі наукового директора компанії StatSoft Russia Боровікова В.П. [1]. Опис поглиблених методи аналізу в ППП STATISTICA ілюстрований прикладами з економіки, маркетингу, реклами, бізнесу, медицини, промисловості та інших областей.

Велику увагу приділено основним поняттям аналізу даних, розвідувальному аналізу, групуванню, аналізу та побудові таблиць – всім важливим етапам аналізу даних, на яких формуються і перевіряються гіпотези про структуру даних та зв'язки між ними. Книга доповнена компакт-диск, який містить останню версію підручника StatSoft з аналізу даних, а також підручник з промислової статистики, матеріали навчальних курсів, демо-версії ППП STATISTICA та SNN (нейронні мережі) та інші матеріали.

Книга Наследова А. є практичним керівництвом з аналізу даних за допомогою ППП IBM SPSS Statistics 20 – одного із самих потужних та універсальних засобів статистичного аналізу даних. У виданні детально описані основи роботи з пакетом SPSS, розглядаються більшість методів обробки та аналізу даних, а також способів табличного і графічного подання отриманих результатів. Основний зміст розділів складають покрокові інструкції з реалізації різних видів математико-статистичного аналізу в SPSS. Особлива увага приділяється отриманим результатам та їх інтерпретації. Крім того, книга містить детальну інформацію про програму IBM SPSS AMOS, в якій реалізовано популярну й ефективну методологію моделювання структурними рівняннями (SEM – structural equation modeling), яка є результатом розвинення та об'єднання сукупності методів кореляційного, регресійного, факторного та дисперсійного аналізу [3].

Петрі А. та Себін К. свою, відому всім фахівцям, книгу презентують як вступ в основоположні поняття медичної статистики і керівництво з найчастіше застосовуваних статистичних методів [4]. Для інтерпретації результатів аналізу даних наведені анотовані комп'ютерні роздруківки (лістинги) з відомих ППП SAS, SPSS і STATA. Для біологів та медиків ця книга буде корисною тим, що вона містить систематизований і простий виклад найбільш популярних статистичних методів, які застосовуються в біомедицині.

В книзі Ребрової О.Ю., в контексті концепції доказової медицини, розглядаються найбільш актуальні методи математико-статистичного аналізу медичних даних, способи коректної інтерпретації його результатів, сучасні міжнародні вимоги до подання результатів статистичного аналізу в статтях та дисертаціях [5]. Книга є керівництвом із застосування статистики в медичних – клінічних та епідеміологічних – дослідженнях. Опис процедур математико-статистичного аналізу медичних даних супроводжується демонстрацією їх реалізації в середовищі ППП STATISTICA фірми StatSoft Inc. (США) для персонального комп'ютера.

Викладені принципи застосування статистики універсальні і можуть бути застосовані при використанні будь-яких пакетів статистичних програм.

В книзі Тюріна Ю.Н. та Макарова А.А., яка є посібником з аналізу даних і статистики, викладені основні відомості, необхідні на практиці для аналізу даних, на прикладах розглядаються основні постановки задач, а потім ці ж задачі розв'язуються з використанням статистичних пакетів STADIA, STATGRAPHICS, SPSS [6].

Цей короткий огляд завершимо посібником із застосування статистичного аналізу в медицині, в якому автори на прикладах розглядають прийоми статистичної обробки даних за допомогою популярного програмного пакета Microsoft Excel [2]. В посібнику викладені деякі поняття теорії ймовірності, необхідні для усвідомлення логіки статистичного аналізу, а також конкретні методики математичної статистики в застосуванні до практики медико-біологічних, клінічних, гігієнічних та соціально-гігієнічних досліджень.

Далі в роботі розглядається реалізація основних процедур математико-статистичного аналізу даних в середовищі ППП IBM SPSS Statistics, Statistica, TIBCO Statistica, StatPlus, BioStat та Microsoft Excel.

#### Література

1. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
2. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика. СПб: Фолиант, 2003. 432 с.
3. Наследов А. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2013. 416 с.
4. Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. 144 с.
5. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: Медиасфера, 2002. 312 с.
6. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. М.: ИНФА-М, 1998. 528 с.

#### **Яровенко А.Г., Тимошенко О.З. Комп'ютерна обробка результатів експерименту.**

**Анотація.** В роботі наведено огляд найпоширеніших пакетів прикладних програм математико-статистичного аналізу даних та аналіз можливості їх застосування для опрацювання результатів експерименту. Розглянуто реалізацію основних процедур математико-статистичного аналізу даних в середовищі пакетів IBM SPSS Statistics, Statistica, TIBCO Statistica, StatPlus, BioStat та Microsoft Excel.

**Ключові слова:** дані, експеримент, математико-статистичний аналіз, пакет прикладних програм.

#### **Yarovenko A.G., Timoshenko O.Z. Computer processing of the results of the experiment.**

**Abstract.** The work provides an overview of the most common packages of applied programs of mathematical-statistical data analysis and probability of their application to process the results of the experiment. The paper considers the implementation of the basic procedures of mathematical-statistical analysis of the data in packets of IBM SPSS Statistics, Statistica, TIBCO Statistica, StatPlus, BioStat and Microsoft Excel.

**Key words:** data, experiment, mathematical-statistical analysis, packages of applied programs.

## Зміст

ГОРБАЧУК ІВАН ТИХОНОВИЧ	3
<i>Андрущенко В.П.</i> ВИСОКЕ ПОКЛИКАННЯ: ІВАН ГОРБАЧУК – ВЧЕНИЙ, ГРОМАДЯНИН, ОСОБИСТІТЬ ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ	5
<i>Дінжос Р.В. , Фіалко Н.М., Махровський В.М., Миранова Н.О.</i> ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ВУГЛЕЦЕВОГО НАПОВНЮВАЧА НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ.	9
<i>Зеленський О.В., Дармосюк В.М.</i> МАТРИЦІ ПОКАЗНИКІВ ТА МАТРИЦІ ВІДСТАНЕЙ.	16
<i>Падалка О.С.</i> ІННОВАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ ОСВІТИ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ	21
<i>Працьовитий М.В.</i> ФРАКТАЛЬНІ СИСТЕМИ КООРДИНАТ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	27
<i>Деканов С. Я.</i> ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СКМ МАТНЕМАТИСА	30
<i>Сусь Б. А., Сусь Б. Б., Матвеева Л.М.</i> ДОСЛІД МАЙКЕЛЬСОНА–МОРЛІ ЯК ПІДТВЕРДЖЕННЯ КОРПУСКУЛЯРНОЇ ПРИРОДИ СВІТЛА	34
<i>Сальник І.В.</i> ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ.	37
<i>Сушко О.С.,</i> З ІСТОРІЇ АКТУАРНИХ РОЗРАХУНКІВ	40
<i>Рево С.Л., Іваненко К.О., Мельниченко М.М., Нікітенко В.М , Нататда S.</i> МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОЛІВІНІЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИЗОЛЮ ТА ВУГЛЕЦЮ В УМОВАХ ПРОТИДІЇ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕННЮ	43
<i>Новоселецький М.Ю., Нечипорук Б.Д.</i> ВИКОРИСТАННЯ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОЇ ФІЗИЧНОЇ НАУКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	46



СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ Тематичний напрям ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ТЕПЛОФІЗИКИ ДИСПЕРСНИХ І ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ Секція I	49
<i>Авраменко Т.Г., Волкова Т.В., Іваненко К.О., Рево С.Л.</i> ВПЛИВ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК НА СТРУКТУРУ І МЕХАНІЧНУ ПОВЕДІНКУ ПОЛІЕТИЛЕНУ	50
<i>Алексєєв О.М., Лазаренко М.В., Дінжос Р.В., Лазаренко Т.К., Гнатюк К.І., Лазаренко М.М.</i> ВПЛИВ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ НА ТЕМПЕРАТУРИ ТА ТЕПЛОТИ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ В 1-ОКТАДЕЦЕНІ	53
<i>Воробець Л.М., Коцюбинський В.О.</i> ФАЗОВІ ПЕРЕХОДИ УЛЬТРАДИСПЕРСНИХ ФТОРИДІВ ЗАЛІЗА	55
<i>Дінжос Р.В., Фіалко Н.М., Махровський В.М., Миранова Н.О.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЕНТАЛЬПІЙНОЇ РЕЛАКСАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПЗИТІВ З АНІЗОМЕТРИЧНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ	57
<i>Єфименко В.В.</i> МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ МАГІСТРІВ У ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ	60
<i>Копитко А.І., Думенко В.П.</i> ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЛАЗЕРОІНДУКОВАНОЇ ТЕРМОТЕРАПІЇ	62
<i>Луценко В.Ю., Жазгов А.С., Оселедчик Ю.С., Ярова С.С.</i> ПІДВИЩЕННЯ ККД ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА В НЕСТАЦІОНАРНОМУ ТЕМПЕРАТУРНОМУ ПОЛІ	65
<i>Маруженко О. В., Мамуня Є. П., Прювост Себастьян, Буато Жизель</i> ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПЗИТІВ З СЕГРЕГОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ	67
<i>Місюра А.І., Мамуня Є. П.</i> ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ КОМПЗИТІВ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНОЇ СМОЛИ	69
<i>Олішевська Ю.В., Думенко В.П.</i> МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ОПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОТКАНИН ПІД ДІЄЮ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	72
<i>Павлова Н.Ю., Дегода В.Я.</i> ЗАЛЕЖНОСТІ РЕНТГЕНОПРОВІДНОСТІ ТА РЕНТГЕНОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ КРИСТАЛІВ ZnSe ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ ЗБУДЖЕННЯ	74

<b>Січкара Т.Г., Янчевський Л.К., Банак В.Д.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАСТИФІКАТОРУ НА СТРУКТУРУ ЕПОКСИДНОГО ПОЛІМЕРУ УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ	77
<b>Шут М.І., Рокицька Г.В., Розанович В.Ю., Рокицький М.О., Шут А.М.</b> АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ СПЕКТРІВ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПЕНТАПЛАСТУ	80
<b>Шевченко Р.В., Філоненко М.М.</b> МОДЕЛЮВАННЯ АТОМНОЇ СТРУКТУРИ АМОРФНОГО SiCN МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ	83
Тематичний напрям ІСТОРІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ВНЗ Секція II	86
<b>Гончаренко Я.В.</b> ДЕЯКІ ПИТАННЯ НАВЧАННЯ МЕТОДИКИ МАТЕМАТИКИ ВИЩОЇ ШКОЛИ	87
<b>Збаравська Л.Ю.</b> РОЛЬ ТА МІСЦЕ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ АГРОІНЖЕНЕРІВ	89
<b>Ковальчук М.Б.</b> АЛГОРИТМІЧНІ ВМІННЯ ЯК ОСНОВА МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ	92
<b>Козеренко С.І., Козеренко О.К.</b> ЗВ'ЯЗОК РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ З КУРСОМ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ НАУК	95
<b>Колесник Т.В.</b> СТАНОВЛЕННЯ ФАХОВОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ	97
<b>Корець М. С.</b> ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ	99
<b>Лецинський О.Л.</b> ПЕРЕДПРОГНОЗНИЙ АНАЛІЗ НЕЧІТКИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	101
<b>Лисенко І.М., Ісаєва Т.М.</b> ДВОЇСТІ СИСТЕМИ КОДУВАННЯ ДІЙСНИХ ЧИСЕЛ З НЕСКІНЧЕННИМ АЛФАВІТОМ І ОСНОВОЮ 2 ТА ЗВ'ЯЗКИ МІЖ НИМИ	103
<b>Манькусь І.В., Дінжос Р.В., Недбаєвська Л.С.</b> ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STEM-ОСВІТИ: ВІД ПРИЙОМУ ДО СИСТЕМИ	106
<b>Новіцька Т. В.</b> ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ПРОБЛЕМ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ, ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ЗМІН ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ	108

<b>Парчук М.І.</b> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ CASE-STUDY У НАВЧАННІ КОМБІНАТОРНИХ, ЙМОВІРНІСНИХ ТА СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ	110
<b>Працьовитий М.В., Требенко Д.Я., Требенко О.О.</b> КВАЛІМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВИХ РОБІТ З АЛГЕБРИ І ГЕОМЕТРІЇ	113
<b>Пудченко С.А., Дераженко А.В., Челнокова С.М. Мусієнко Ю.А.</b> ВИХОВАНЕЦЬ НАУКОВОЇ ШКОЛИ ПРОФЕСОРА В.П. ДУЩЕНКА, КАНДИДАТ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК, ПРОФЕСОР ГОРБАЧУК ІВАН ТИХОНОВИЧ	117
<b>Сиротюк В. Д.</b> ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПСИХОЛОГО- ПЕДАГОГІЧНИХ ЧИННИКІВ У ПРОЦЕСІ ЗАСВОЄННЯ УЧНЯМИ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ	121
<b>Строгонова Т.В.</b> МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ БІОФІЗИКИ У МЕДИЧНИХ ВНЗ	124
<b>Ткаченко С.П.</b> КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД В СИСТЕМІ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ	127
<b>Ткаченко О.К., Свищ Б.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТОТИ ЗВУКУ ВІД ПАРАМЕТРІВ КОЛИВНОЇ СИСТЕМИ	130
<b>Ткаченко О.К., Свищ Б.В.</b> ЗАСТОСУВАННЯ СМАРТФОНА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ ТА ШВИДКОСТІ ЗВУКУ В ПОВІТРІ	132
<b>Шаповалова Н. В., Панченко Л. Л.</b> ПАРКЕТИ, МОЗАЇКИ І ЗАМОЩЕННЯ ПЛОЩИНИ У РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ ВИВЧЕННЯ МНОГОКУТНИКІВ У КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ	134
<b>Шкільний О.В.</b> ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕТИПОВИХ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ З МАТЕМАТИКИ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО	139
Тематичний напрям СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ І НАУЦІ Секція ІІІ	142
<b>Артемчук О. Р., Шаповалова Н. В.</b> ФОРМУВАННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ВМІНЬ ВИКОНУВАТИ ПОБУДОВИ ПЕРЕРІЗІВ МНОГОГРАННИКІВ ЗАСОБАМИ ДОДАТКУ XSECTION	143

<b>Біленко В. І., Божонок К. В.</b> ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНУ ОСВІТУ	146
<b>Войтович І.С., Малежик М.П., Сергієнко В.П., Зазимко Н.М., Малежик П.М., Пономаренко В.В.</b> НАВЧАННЯ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК	149
<b>Гаврилюк М.М.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ LMS MOODLE ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СТУДЕНТІВ ВНЗ	152
<b>Горбачук В.О.</b> МОЖЛИВОСТІ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ R ТА PYTHON У НАВЧАННІ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ	155
<b>Франчук В. М., Франчук Н. П.</b> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ НАВЧАННЯ НА ФАКУЛЬТЕТІ ІНФОРМАТИКИ	158
<b>Яровенко А.Г., Тимошенко О.З.</b> КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ	161

**Матеріали доповідей**  
Всеукраїнської науково-практичної конференції  
**«Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін»**, присвяченої 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича

НПУ імені М.П.Драгоманова  
18 січня 2018 року  
м.Київ, Україна

Редакційний комітет

**Горбачук Іван Тихонович** – кандидат фізико-математичних наук, професор (голова редакційного комітету).

**Гончаренко Яніна Володимирівна** – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики.

**Горбачук Василь Олександрович** – асистент кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи.

**Луценко Вадим Юрійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи

**Пудченко Сергій Анатолійович** – аспірант кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи.

**Сушко Олександра Сергіївна** – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи

Редакційний комітет не завжди поділяє погляди авторів матеріалів конференції.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за добір, точність наведених фактів, цитат, статистичних даних, власних імен та інших відомостей.

Матеріали друкуються мовою оригіналу.

Технічне редагування, верстка – **Гаврилюк Михайло Михайлович**

**Мусієнко Юлія Анатоліївна**