ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ, МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇХ НАВЧАННЯ

присвячена 90-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, професора Горбачука Івана Тихоновича

Збірник матеріалів конференції

18-20 січня 2023 року
м. Київ, Україна

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Національний університет харчових технологій
Миколаївський національний університет імені В.О.Сухомлинського
Рівненський державний гуманітарний університет
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Всеукраїнська науково-практична конференція

Актуальні проблеми фізики, математики, інформатики та методики їх навчання

присвячена 90-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, професора Горбачука Івана Тихоновича

Збірник матеріалів конференції

18-20 січня 2023 року
м. Київ, Україна

УДК 51+53+001]:37.016:005.745
А 43

А 43 Актуальні проблеми фізики, математики, інформатики та методики їх навчання: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18-20 січня 2023 року. – К. : Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2023. – 214 с.

ISBN

ГОРБАЧУК ІВАН ТИХОНОВИЧ

Професор 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 «Профспілкова 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.); кавалер ордена «За заслуги» (ІІІ ступеня –2010 р. ІІ ступеня – 2015 р., І ступеня – 2021 р.), нагрудний знак МОНУ «Василь Сухомлинський».

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.), завідувач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи (2008-2021 р.), з вересня 2021 р. професор цієї ж кафедри.

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. Куче- рук, 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. по- сібн. / 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.

«ЛІРИЧНИЙ ФІЗИК»: 90 ЛІТ – ЯК МИТЬ

Життя і багаторічна діяльність Івана Тихоновича з Роду Горбачуків (батьки Тихон Трохимович і Анастасія Йосипівна Черкас), які розпочалися на мальовничій українській (тепер у складі Республіки Білорусь) землі, проходили у дитячі роки серед лісів і полів, де він разом з братами і сестрами пасли овець, корів, допомагали батькам по господарству, ходили до місцевої школи. Там і розпочалося становлення його волелюбивої і відповідальної особистості. Шлях Івана Тихоновича у подальшу освіту, науку, громадську діяльність, участь у державотворчих процесах, профспілковій роботі, багаторічна плідна науково-педагогічна діяльність тощо, заслуговують на окрему книжку. Зазначу, що деякі нариси про ювіляра, його родовід мені вдалося опублікувати за роки спільної діяльності у Драгоманівському університеті. Назву деякі з них: «Він вирішив суперечку між фізиками та ліриками: ліричний фізик» // Професор Іван Тихонович Горбачук: Біобібліографічний покажчик: до 75-річчя від дня народження та 55-річчя науково-педагогічної діяльності. К., 2008, с. 22-31; Газета «Освіта», (2008 р.); Іван Тихонович Горбачук: Біобібліографічний покажчик: до 85-річчя від дня народження. К., 2018, с. 9-23; «Люди йдуть до нього, а він йде до людей. Штрихи до портрета Івана Тихоновича Горбачука з нагоди його 80-річчя від дня народження і 60-річчя науково-педагогічної діяльності» // Іван Тихонович Горбачук: біобібліографічний покажчик: до 80-річчя від дня народження і 60-річчя науково-педагогічної діяльності. К., 2013, с. 34-48; Андрусишин Б. І. На шляху до свободи: вибрані праці: нариси з історії української державності та права: до 60-річчя від дня народження К., 2020, с. 597-609.

Ліричний фізик… Такі, винесені у заголовок слова, які нібито мали би бути суперечливими, показувати вічне протистоянні людей науки і людей мистецтва, дивовижним чином поєдналися у одній особі Івана Тихоновича Горбачука. Говорячи про значення точних наук, які у сучасному світі вийшли на перший план, він говорить як «лірик», а коли справа доходить до питань культури, духовності, мови, патріотизму – займає позицію як «фізик», твердо підтримуючи позицію необхідності виховання студентської молодості у любові до історії України, української мови, духовно-моральних цінностей. Він є прикладом викристалізовування своєї кровно-родової і етнічно-національної ідентичності навіть у часи, коли компартійно-радянське керівництво формувало «нову соціалістичну спільноту – радянський народ», як засіб консолідації багатоетнічної імперії…

Значна частина життя Івана Тихоновича пройшла у часи війн. Коли хлопцеві було 6 років, розпочалася Друга світова війна, яка закінчилася, коли йому виповнилося одинадцять. Іван Тихонович пройшов багато ментальних кордонів. Народився і жив у східноєвропейській Другій Речі Посполитій (1933-1939 рр.), Білоруській РСР «за перших совітів» (1939-1941 рр.); генеральному окрузі «Білорусь» періоду ІІІ рейху (1941-1944 рр.); згодом знову Білоруській РСР/СРСР. Російсько-українська війна розпочалася з вторгнення на Донбасі і анексії Криму у 2014 році, коли ветеран праці перетнув 81-річний рубіж. А свій ювілей 90 років Іван Тихонович зустрічає у період гарячої фази війни України проти російської федерації, під ревіння сирен і вибухи ворожих ракет і дронів, в умовах воєнного стану.

У складних суспільно-політичних і воєнних обставинах неможливо не відмітити людські якості у стосунках з колегами усіх рівнів: виваженість в оцінках, патріотизм, уміння підтримувати їх у складних ситуаціях і словом і ділом. При цьому він робить це інтелігентно, без хизування. Як висловлювалися римляни – ARS EST CELARE ARTEM – справжнє мистецтво полягає в тому, щоб зробити його непомітним.

У день Вашого світлого ювілею шановний Іване Тихоновичу, зичу Вам доброго здоров’я, довголіття, творчих здобутків на благо нашої Вітчизни! Бажаю наступний день народження зустріти у мирному Києві в колі щирих друзів і колег після нашої Перемоги!

Б.І. Андрусишин,

доктор історичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік Української академії історичних наук, Української академії політичних наук, Академії наук вищої школи України, заступник голови «Просвіти» Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, завідувач кафедри теорії та історії держави і права.

Секція
Сучасні проблеми математики

Барановський О.М.
кандидат фіз.-мат. наук,
Інститут математики НАН України
Працьовитий М.В.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ПРО ОДИН КЛАС НЕПЕРЕРВНИХ ФУНКЦІЙ ЗІ СКЛАДНИМИ ЛОКАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Постановка проблеми, мета і завдання дослідження

У доповіді розглядається нескінченно-параметрична сім'я неперервних функцій, кожна з яких має складні локальні властивості: вона є сингулярною (монотонною або немонотонною), ніде не монотонною, недиференційовною або майже скрізь недиференційовною. Для конструювання і дослідження цієї сім'ї функцій використовується так зване E-зображення дійсного числа, тобто його кодування засобами нескінченного алфавіту за допомогою рядів Енгеля — додатних рядів, членами яких є числа, обернені до накопичувальних добутків натуральних чисел.

Як відомо [1, 2], для будь-якого дійсного числа x з проміжку $(0, 1]$ існує єдина така послідовність (g_n) цілих невід'ємних чисел, що це число можна записати у вигляді ряду, загальний член якого є оберненим до добутку

$$(2 + g_1)\,(2 + g_1 + g_2)\,\ldots\,(2 + g_1 + g_2 + \ldots + g_n).$$

Цей ряд називається *рядом Енгеля*, а зображення дійсного числа x у такому вигляді — його *E-зображенням*, при цьому число $g_n = g_n(x)$ називається *n-м символом* (або *цифрою*) цього зображення.

Нехай (u_n) — нескінченна послідовність дійсних чисел, яка має такі властивості:

1) сума ряду із загальним членом u_n дорівнює 1;

2) абсолютна величина u_n менша за 1 для будь-якого цілого невід'ємного n;

3) залишок r_n вказаного ряду лежить в інтервалі $(0, 1)$.

Вивчається функція f, задана таким чином (див. подробиці в статті [3]). Нехай число x із проміжку $(0, 1]$ задане своїм E-зображенням із символами $g_n = g_n(x)$. Тоді значення функції $y = f(x)$ визначається рядом спеціального вигляду, загальний член якого є добутком членів згаданої вище послідовності (u_n) і залишків r_n.

Метою роботи є опис локальних і глобальних властивостей функції f, зокрема її структурних, екстремальних, диференціальних, інтегральних і фрактальних властивостей.

Аналіз попередніх досліджень

Серед функцій, неперервних на відрізку $[0, 1]$, більшість має складну локальну структуру. Це, зокрема, сингулярні функції (тобто функції, похідна яких дорівнює нулю майже скрізь у розумінні міри Лебега), ніде не монотонні функції (не мають жодного як завгодно малого проміжку монотонності), ніде не диференційовні функції (не мають похідної в жодній точці) тощо.

Для моделювання і дослідження таких математичних об'єктів часто використовують нескінченні ряди, нескінченні добутки, ланцюгові дроби тощо. Зокрема, такий підхід застосовувався до класичних прикладів таких функцій: це сингулярні функції Кантора [4], Салема [5, 6], Мінковського [7], Серпінського [8], ніде не диференційовні функції Вейєрштрасса [9], Такаґі [10], Серпінського [11], Буша–Вундерліха [12, 13] та ін.

Останнім часом для цього також використовуються системи функціональних рівнянь, системи ітерованих функцій, різноманітні системи кодування чисел (системи зображення чисел) і автомати зі скінченною пам'яттю (перетворювачі цифр одного зображення в цифри іншого).

Також для вивчення таких функцій ефективно можуть бути використані ідеї та інструменти теорії фракталів (фрактальної геометрії та фрактального аналізу) [9, 4], зокрема поняття самоподібної множини і поняття розмірності Гаусдорфа–Безиковича.

Раніше в роботах [14, 15] досліджувався у певному розумінні схожий об'єкт, заданий за допомогою зображення чисел зі скінченним алфавітом і самоподібною геометрією (а саме: s-кового зображення і Q-зображення). На відміну від s-кового зображення і Q-зображення E-зображення має нескінченний алфавіт і несамоподібну геометрію. Це породжує певні труднощі (іноді непереборні) при розв'язанні окремих метричних та ймовірнісних задач, які є значно простішими для самоподібних та N-самоподібних зображень.

Виклад основних результатів

Теорема 1. Функція f є неперервною в кожній точці інтервалу (0, 1), в точці $x = 0$ — справа, а в точці $x = 1$ — зліва.

Теорема 2. Якщо всі члени послідовності (u_n) є невід'ємними, то f є:

1) функцією розподілу ймовірностей на відрізку [0, 1], причому функцією розподілу випадкової величини, E-символи η_k якої є незалежними однаково розподіленими випадковими величинами, що мають розподіл $\mathbf{P}\{\eta_k = n\} = u_n$;

2) строго зростаючою, якщо $u_n > 0$ для будь-якого цілого невід'ємного n;

3) чисто абсолютно неперервною або чисто сингулярною функцією.

Теорема 3. Якщо послідовність (u_n) нулів не містить, але в ній є від'ємні члени, то функція f є ніде не монотонною на відрізку [0, 1], тобто не має жодного як завгодно малого проміжку монотонності.

Також у роботі описано екстремуми функції f, її множини рівнів, «симетрії» графіка (тобто автомодельні властивості функції) і запропоновано оцінку інтеграла Лебега (див. подробиці в статті [3]).

Висновки та перспективи подальших досліджень

Існують певні труднощі в розвитку як індивідуальної, так і загальної теорії функцій зі складною поведінкою. У першу чергу, вони пов'язані з відсутністю ефективних способів їхнього аналітичного задання, а також відповідного інструментарію для їхнього дослідження.

У роботі для конструювання і дослідження однієї нескінченно-параметричної сім'ї неперервних функцій зі складними локальними властивостями успішно використовується E-зображення дійсного числа (тобто його кодування засобами нескінченного алфавіту за допомогою рядів Енгеля — додатних рядів, членами яких є числа, обернені до накопичувальних добутків натуральних чисел).

Ідеї й результати цієї роботи можуть бути корисні для дослідження інших класів функцій зі складною поведінкою, пов'язаних з різноманітними нескінченносимвольними системами зображення дійсних чисел.

Список використаних джерел

1. Engel F. Entwicklung der Zahlen nach Stammbrüchen. *Verh. d. 52. Versamml. dtsch. Philologen u. Schulmänner Marburg 1913*. Leipzig : Teubner, 1914. P. 190–191.
2. Працьовитий М. В., Гетьман Б. І. Ряди Енгеля та їх застосування. *Наук. часоп. Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. Сер. 1. Фіз.-мат. науки*. 2006. № 7. С. 105–116.
3. Baranovskyi O., Pratsiovytyi M. One class of continuous functions with complicated local properties related to Engel series. *Funct. Approx. Comment. Math. Advance Publication*. 2022. P. 1–20.
4. Працьовитий М. В. Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 1998. 296 с.
5. Salem R. On some singular monotonic functions which are strictly increasing. *Trans. Amer. Math. Soc.* 1943. Vol. 53, no. 3. P. 427–439.
6. Takács L. An increasing continuous singular function. *Amer. Math. Monthly*. 1978. Vol. 85, no. 1. P. 35–37.
7. Minkowski H. Zur Geometrie der Zahlen. *Verh. d. 3. Int. Math.-Kongr. Heidelb. 1904*. Leipzig : Teubner, 1905. S. 164–173.
8. Sierpiński W. Un exemple élémentaire d'une fonction croissante qui a presque partout une dérivée nulle. *Giorn. Mat. Battaglini (3)*. 1916. Vol. 54. P. 314–334.
9. Турбин А. Ф., Працевитый Н. В. Фрактальные множества, функции, распределения. Киев : Наук. думка, 1992. 208 с.
10. Takagi T. A simple example of the continuous function without derivative. *Tōkyō Sūgaku-Butsurigakkwai Hōkoku*. 1901. Vol. 1. P. 176–177.
11. Працьовитий М. В., Василенко Н. А. Розподіли ймовірностей на графіках одного класу ніде не диференційовних функцій. *Тр. Ин-та прикл. математики и механики НАН Украины*. 2013. Т. 26. С. 159–171.
12. Bush K. A. Continuous functions without derivatives. *Amer. Math. Monthly*. 1952. Vol. 59, no. 4. P. 222–225.
13. Wunderlich W. Eine überall stetige und nirgends differenzierbare Funktion. *Elem. Math.* 1952. Bd. 7, H. 4. S. 73–79.
14. Працьовитий М. В., Калашніков А. В. Про один клас неперервних функцій зі складною локальною будовою, більшість з яких сингулярні або недиференційовні. *Тр. Ин-та прикл. математики и механики НАН Украины*. 2011. Т. 23. С. 180–191.
15. Працьовитий М. В., Калашніков А. В. Самоафінні сингулярні та ніде не монотонні функції, пов'язані з *Q*-зображенням дійсних чисел. Укр. мат. журн. 2013. Т. 65, № 3. С. 405–417.

Божонок К.В.
кандидат фіз-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ІТЕРАЦІЙНІ ПРОЦЕДУРИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ АБЕЛЯ НА ОСНОВІ А-МЕТОДУ В. К. ДЗЯДИКА

У роботі [1] було побудовано та теоретично обґрунтовано алгоритм апроксимації поліномами розв'язку задачі Коші для нелінійного диференціального рівняння Абеля 1-го роду [2] виду

$$a(x)y'(x) = b(x)y(x) + c(x)y^2(x) + d(x)y^3(x) + f(x), \quad \text{де} \quad x \in [-h;h], \tag{1}$$

$$y(x_0) = y_0, \tag{2}$$

де $a(x), b(x), c(x), f(x) -$ алгебраїчні многочлени степенів n_a, n_b, n_c, n_d, n_f відповідно.

Цей алгоритм ґрунтується на а-методі В.К. Дзядика [3, С. 121] і, згідно із загальною схемою (див. [4-5]), полягає в зведенні задачі (1)-(2) до еквівалентного рівняння типу Вольтери.

Наближений розв'язок, що шукається у вигляді алгебраїчного многочлену степеня n

$$y_n(x) = \sum_{k=0}^{n} c_k x^k, \tag{3}$$

із відповідного наближеного рівняння

$$a(x)y_n(x) = a(0)y_0 + \int_0^x [(a'(t) + b(t) + c(t)y_n(t) + d(t)y_n^2(t)) \cdot y_n(t) + f(t)]dt - \varepsilon_N(x) \tag{4}$$

Тут $\varepsilon_N(x)$ – нев'язка виду (5)

$$\varepsilon_N(x) = \sum_{i=1}^{N} \tau_{n+i} T_{n+i}\left(\frac{x}{h}\right), \tag{5}$$

$T_k(t) = \cos(k\arccos t)$ – многочлени Чебишова першого роду, $N = \max\left(n_a, n_b + 1, n_c + n + 1, n_d + 2n + 1, n_f + 1 - n\right)$, $\tau_{n+i} -$ невідомі додаткові параметри, c_k – невідомі коефіцієнти.

Далі, прирівнюючи коефіцієнти при степенях x в (4) і з урахуванням нелінійності розглянутого рівняння (1), для визначення невідомих c_k $(k = \overline{0,n})$ в (3) та допоміжних параметрів $\tau_{n+i} (i = \overline{1,N})$ в (5) отримуємо систему нелінійних рівнянь.

Для знаходження c_k $(k = \overline{0,n})$ і $\tau_{n+i} (i = \overline{1,N})$ в роботі запропоновано ітераційні схеми розв'язання рівняння (3), в основу яких покладено метод простої ітерації і схеми із роботи Орліца (див. [5]) для $\tau -$методу розв'язування на нелінійних диференціальних рівняннях типу Ріккаті.

Можна розглянути наступні схеми ітерацій:

1. $a(x)y_n^{\nu+1}(x) =$

$$= a(0)y_0 + \int_0^x [(a'(t) + b(t) + c(t)y_n^{\nu}(t) + d(t)(y_n^{\nu}(t))^2)y_n^{\nu}(t) + f(t)]dt - \varepsilon_N^{\nu}(x),$$

$$2.\ a(x)y_n^{\nu+1}(x) =$$
$$= a(0)y_0 + \int_0^x [(a'(t) + b(t) + c(t)y_n^{\nu}(t) + d(t)(y_n^{\nu}(t))^2)y_n^{\nu+1}(t) + f(t)]dt - \varepsilon_N^{\nu}(x).$$

Тут $y_n^{\nu}(x)$ і $\varepsilon_N^{\nu}(x) -$ многочлени (3) і нев'язка (5) на ν-му кроці ітерацій. При цьому ітераційний процес збігається в умовах теореми 1 з [1] щодо оцінок похибок запропонованого методу.

Реалізацію ітераційного процесу за побудованою схемою 1 було розглянуто на прикладі задачі Коші для рівняння

$$xy'(x) = x^3y^3 + (x-1)y, \qquad x \in \left[1; \frac{6}{5}\right],$$
$$y(1) = 0.$$

Точним розв'язком задачі буде

$$\frac{yx}{\sqrt{y^2x^2+1}} = \frac{1}{\sqrt{2e}} \cdot e^x.$$

Наближений розв'язок на $[1; 6/5]$ будемо шукати у вигляді полінома

$$y_1(x) = c_0 + c_1x.$$

Було проведено 15 ітераційних кроків, в результаті отримали таблицю 1*:*

Таблиця 1.

крок ітерації	**t_7**	**t_6**	**t_5**	**t_4**	**t_3**	**t_2**	**c_1**	**c_0**
0	0	0	0	0	0	0	-1	1
1	-2,23E-10	-1,88E-08	-5,83E-07	-7,99E-06	-0,0001	0,0015	-0,9280	1,9263
2	-1,78E-10	-1,55E-09	3,16E-07	1,98E-06	-0,0003	-0,0052	0,8089	0,1960
3	1,18E-10	2,02E-08	1,48E-06	6,00E-05	0,0015	0,0181	1,6337	-0,6504
4	9,73E-10	1,23E-07	6,58E-06	1,94E-04	0,0036	0,0332	2,0036	-1,0335
5	1,80E-09	2,12E-07	1,05E-05	2,85E-04	0,0047	0,0407	2,1659	-1,2022
6	2,27E-09	2,61E-07	1,26E-05	3,31E-04	0,0053	0,0441	2,2365	-1,2757
7	2,50E-09	2,85E-07	1,36E-05	3,52E-04	0,0055	0,0456	2,2672	-1,3076
8	2,60E-09	2,96E-07	1,40E-05	3,62E-04	0,0056	0,0462	2,2805	-1,3215
9	2,65E-09	3,00E-07	1,42E-05	3,66E-04	0,0057	0,0465	2,2863	-1,3275
10	2,67E-09	3,02E-07	1,43E-05	3,68E-04	0,0057	0,0467	2,2888	-1,3301
11	2,68E-09	3,03E-07	1,44E-05	3,69E-04	0,0057	0,0467	2,2899	-1,3313
12	2,68E-09	3,04E-07	1,44E-05	3,69E-04	0,0057	0,0467	2,2904	-1,3318
13	2,68E-09	3,04E-07	1,44E-05	3,69E-04	0,0057	0,0467	2,2906	-1,3320
14	2,68E-09	3,04E-07	1,44E-05	3,69E-04	0,0057	0,0467	2,2907	-1,3321
15	2,68E-09	3,04E-07	1,44E-05	3,69E-04	0,0057	0,0467	2,2907	-1,3321

Отже, маємо такі результати:

$$c_0 \approx -1.332;\ \ c_1 \approx 2.291;\ \ \tau_2 \approx 0.0467;\ \ \tau_3 \approx 0.0057;$$
$$\tau_4 \approx 0.00036;\ \ \tau_5 \approx 0.000014;\ \ \tau_6 \approx 3.0405 \cdot 10^{-7};\quad \tau_7 \approx 2.6838 \cdot 10^{-9}.$$

Ці результати повністю підтверджуються отриманими нами даними через СКМ Maple.

Отже, в роботі пропонуються ітераційні схеми розв’язання нелінійного диференціального рівнянь Абеля, проведено обчислювальний експеримент на модельному прикладі.

Список використаних джерел

1. Божонок К. В. Апроксимаційний метод розв’язування нелінійного диференціального рівняння Абеля / К .В. Божонок // Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції «Сучасні науково-методичні проблеми математики у вищій школі», 23-24 травня 2022 р, - К.: НУХТ, 2022. – С. 31-34.
2. Зайцев В.Ф. Справочник по нелинейным дифференциальным уравнениям: Приложения в механике, точные решения / В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. – М.: Физматлит, 1993. – 464 с.
3. Дзядык В.К. Аппроксимационные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений / В. К. Дзядык. – Киев : Наук. думка, 1988. – 304с.
4. Bilenko V.I. Piecewise polynomial algorithms for the analysis of processes in inhomogeneous media / Bilenko V.I., Bozhonok K.V., Dzyadyk S.Yu., and Stelya O.B. // Cybern. Syst. Analysis. – 2018. – Vol.54, N.4. – P. 636-642.
5. Біленко В.І. Кусково-поліноміальні наближення розв'язків імпульсних диференціальних рівнянь / В.І. Біленко, К.В. Божонок, С.Ю. Дзядик // Укр. мат. журнал. – 2019. – Т.71, № 2. – С. 168-178.
6. Ortiz E.L. On the convergence of the tau method for nonlinear differential equations of Riccati’s type / E.L. Ortiz, Ngoc Dinh A. Pham // Nonlinear Anal. Theory Methods Appl. – 1985. – 9, № 1. – P.53-60.

Василенко Н.А.
кандидат фіз.-мат. наук,
Інститут математики НАН України

ПРО ОДНУ НЕПЕРЕРВНУ НІДЕ НЕ ДИФЕРЕНЦІЙОВНУ ФУНКЦІЮ ТИПУ ТАКАГІ

У роботі [1] Т.Такагі побудував, відносно простий, приклад неперервної ніде не диференційовної функції, яка визначена рядом:

$$T(x)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\varphi_n(x)}{2^n}=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{2^n}\varphi_0(2^n x)$$

де $\varphi_0(x)$ - відстань від точки *x* до найближчої цілочисельної точки, тобто

$$\varphi_0(x)=\begin{cases} x \text{ при } 0\le x\le \frac{1}{2}, \\ 1-x \text{ при } \frac{1}{2}\le x\le 1; \end{cases} \quad \varphi_n(x)=\varphi_0(2^n x).$$

При цьому $\varphi_0(x+1)=\varphi_0(x)$ для будь-якого дійсного числа *x*.

На сьогоднішній день ця функція є досить відомою, вона має десятки еквівалентних означень (які дозволяють дослідити більше властивостей функції), знаходить застосування в теорії ймовірностей, теорії чисел, теорії динамічних систем, математичному аналізі. Продовжують з'являтися нові роботи, присвячені певним її узагальненням та модифікаціям.

К доповіді буде запропоновано означення функції, яка за конструкцією «схожа» на функцію Такагі, представлено її диференціальні та екстремальні властивості. Така функція будується з використанням двоосновної системи кодування дійсних чисел з різнознаковими основами.

Нехай $A_2 = \{0,1\}$ – алфавіт двійкової системи числення; $L_2 = A_2 \times A_2 \times \ldots \times A_2 \times \ldots$ − простір послідовностей елементів алфавіту. На відрізку $[0;\frac{1}{2}]$ визначимо функцію T^* рівністю: $T^*(x) = T^*\left(\Delta^{\tilde{2}}_{\alpha_1(x)\alpha_2(x)\ldots\alpha_n(x)\ldots}\right) = \sum_{n=1}^{\infty}\left(\omega_n(x)\frac{(-1)^{\sum_{j=1}^{n-1}\alpha_j(x)}}{2^{n-1}}\right)$, де зображення числа $x = \Delta^{\tilde{2}}_{\alpha_1(x)\alpha_2(x)\ldots\alpha_n(x)\ldots}$ – це G_2-зображення дійсних чисел [2] за умови, що $g_0 = \frac{1}{2}$, відповідає розкладу

$$x = \Delta^{\tilde{2}}_{\alpha_1(x)\alpha_2(x)\ldots\alpha_n(x)\ldots} = \frac{\alpha_1}{2} + (-1)^{\alpha_1}\frac{\alpha_2}{2} + \cdots + (-1)^{\alpha_1+\cdots+\alpha_{n-1}}\frac{\alpha_n}{2} + \cdots, \alpha_n \in A_2\ ;$$

$$\omega^n(x) = \omega^n\left(\Delta^{\tilde{2}}_{\alpha_1(x)\alpha_2(x)\ldots\alpha_n(x)\ldots}\right) = \Delta^{\tilde{2}}_{\alpha_{n+1}(x)\alpha_{n+2}(x)\ldots}$$

Теорема 1. Функція T^*є неперервною ніде не диференційовною на $\left[0;\frac{1}{2}\right]$ та задовольняє систему функціональних рівнянь $T^*\left(\frac{i}{2} + (-1)^i\frac{x}{2}\right) = x + (-1)^i T^*(x), i \in A_2$.

Список використаних джерел

1. Takagi T. A simple of the continuous function without derivative. *Proc. Phys.-Math. Soc. Japan.* 1903. Vol. 1, P. 176-177.
2. Працьовитий М.В., Лисенко І.М., Маслова Ю.П. Метрична та ймовірнісна теорія G_2-зображення дійсних чисел. *Збірник праць Ін-ту математики НАН України.* 2019. №3, Т.16. С. 114-131.

Гончаренко Я.В.

кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Дивляш Н.В.

аспірантка,

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ОЦІНКА НЕВІДОМИХ ПАРАМЕТРІВ СИНГУЛЯРНИХ РОЗПОДІЛІВ

Отримання статистичних оцінок невідомих параметрів розподілів ймовірностей на основі вибіркових спостережень – одна з найпоширеніших задач математичної статистики. Від статистичних оцінок як правило вимагаються, щоб вони задовольняли умови незміщеності, конзистентності та ефективності. Існує багато методів отримання оцінок та дослідження їх властивостей, але практично всі відомі методи розраховані на застосування в класах дискретних або абсолютно неперервних розподілів. В класі сингулярних розподілів дані задачі практично не розглядались.

В даній роботі узагальнено результати статті [1] і представлено метод обгрунтування ефективності статистичної оцінки отриманої модифікованим методом максимальної правдоподібності для одного класу сингулярних розподілів.

Розглянемо багатопараметричний клас розподілів, породжений випадковою величиною

$$\varsigma = \Delta^{s}_{\eta_1\eta_2\ldots\eta_k\ldots} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\eta_k}{s^k},$$

$s \geq 2$, з незалежними однаково розподіленими цифрами s-кового зображення η_i, що набувають значень 0, 1, …, s-1, з ймовірностями $p_0, p_1, \ldots, p_{s-1}$ відповідно, причому $0 \leq p_i \leq 1$, $\sum_{i=0}^{s-1} p_i = 1$.

Функцію розподілу такої випадкової величини можна записати у вигляді [1]:

$$F_{\varsigma} = b_{\eta_1} + \sum_{k=2}^{\propto} b_{\eta_k} \prod_{j=1}^{k-1} p_{\eta_j}, \qquad (1)$$

де $b_{\eta_k} = \sum_{i=0}^{\eta_k - 1} p_i$, $b_0 = 0$, η_k – *k*-та цифра в s-ковому розкладі *x*.

Позначивши через ρ_i – статистичну оцінку p_i, $i = \overline{0, s-2}$, отримаємо клас багатопараметричних розподілів $F(x, \rho_0, \rho_1, \ldots, \rho_{s-2})$.

У роботі [2] було розглянуто клас однопараметричних розподілів, породжених розподілом випадкової величини з незалежними однаково розподіленими двійковими цифрами: $\xi = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\eta_k}{2^k}$, де η_k – незалежні однаково розподілені випадкові величини, які набувають значень 0 та 1 з ймовірностями p_0 та $p_1 = 1 - p_0$, $p_0 \in [0;1]$, відповідно. При цьому в якості параметра було прийнято $P\{\eta_k = 1\} = p_1$. Для такого класу розподілів, було запропоновано модифікацію методу максимальної правдоподібності, отримано за допомогою нього оцінку невідомого параметра і доведено її незміщеність, консистентність та ефективність.

У даній роботі пропонується розв'язання аналогічної задачі для багатопараметричного розподілу, породженого випадковою величиною з незалежними однаково розподіленими цифрами свого s-кового зображення.

Позначимо $N_j(x, m)$ – кількість цифр *j*, що зустрічається в s-ковому розкладі x до *m*-го місця включно.

Доведено наступне твердження:

Теорема 1. Оцінка $\hat{\rho}_j = (mn)^{-1} \sum_{i=1}^{n} N_j(x_i, m)$, $j = \overline{0, s-2}$ є незміщеною та консистентною оцінкою параметра ρ_j.

Далі постало питання про ефективність такої оцінки. Цю властивість досить складно довести, використовучи одцінки дисперсії, що існують для дискртених та абсолютно неперервних розподілів. Тому для доведення ефективності спочатку було розглянуто статистику (функцію від вибірки):

$$T(X_n)=(T_0,T_1,...,T_{s-2}),\ \text{де}\ T_j=\sum_{i=1}^{n} N_j(x_i,m),\quad j=\overline{0,s-2}. \tag{2}$$

Показавши, що умовний розподіл $P\left\{\bigcap_{i=1}^{n}\left(\varsigma_i\in\Delta^{Q_s}_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_m}\right)\middle|T(\varsigma_i)=\overline{k_0}\right\}$, де ς_i – випадкова величина, щоо має розподіл типу (1), $\Delta^{Q_s}_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_m}$ – циліндричний відрізок рангу m, $\overline{k_0}=(k_0,k_1,...,k_{s-2})$, $k_j\in\{0,1,...,mn\}$, не залежить від параметра ρ, було доведено твердження:

Теорема 2. Статистика (2) є достатньою для оцінки параметра ρ.

Також потрібно було довести, що статистика (2) є повною. Для доведення повноти статистики (2) необхідно було показати, що система функцій $y(\bar{k})=y(k_0,k_1,...,k_{s-2})$ є лінійно незалежною, тобто система рівнянь виду:

$$\sum_{\bar{k}} y(\bar{k})C^{\bar{k}}_{mn}\rho_0^{k_0}\rho_1^{k_1}...\rho_{s-2}^{k_{s-2}}(1-\rho_0-\rho_1-...-\rho_{s-2})^{mn-k_0-k_1-...-k_{s-2}}=0\quad\forall\rho_j\in(0;1),$$

де $y(\bar{k})=y(k_0,k_1,...,k_{s-2})$, $k_i\in\{0,...,mn\}$, має єдиний (нульовий) розв'язок. Розглянувши $(mn+1)^{s-1}$ довільних фіксованих значень $\rho_t=(\rho_{0,t},\rho_{1,t},...,\rho_{s-2,t})$, $\rho_{i,t}\in(0;1)$, та підставивши ці значення в останню рівність, отримали систему відносно $y(\bar{k})$ однорідних рівнянь виду:

$$\sum_{\bar{k}}\sum_{\rho_e} y(\bar{k})C^{\bar{k}}_{mn}\rho_{0,t}^{k_0}\rho_{1,t}^{k_1}...\rho_{s-2,t}^{k_{s-2}}(1-\rho_{0,t}-\rho_{1,t}-...-\rho_{s-2,t})^{mn-k_0-k_1-...-k_{s-2}}=0,$$

де $t=\overline{0,(mn+1)^{s-1}-1}$, $\overline{k_0}=(k_0,k_1,...,k_{s-2})$, $k_j\in\{0,1,...,mn\}$, $\overline{\rho_t}=(\rho_{0,t},\rho_{1,t},...,\rho_{s-2,t})$, $\rho_{i,t}\in(0;1)$, $i=\overline{0,s-2}$.

Дослідивши визначник основної материці даної системи, було показано, що при $\rho_{i,t}\in(0;1)$ він відмінний від нуля.

Враховуючи це та відоме твердження про достатню повну статистику [3, С.178], була доведена основна теорема роботи.

Теорема 3. Оцінка $\hat{\rho}_j=(mn)^{-1}\sum_{i=1}^{n}N_j(x_i,m)$, $j=\overline{0,s-2}$, є ефективною оцінкою параметра ρ_j.

Список використаних джерел

1. Працьовитий М. В. Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. – Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 1998. – 296 с.
2. Гончаренко Я. В., Дивляш Н. В. Статистичні методи оцінки параметра для одного однопараметричного класу сингулярних розподілів салемівського типу Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – К.: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014, 16(1). – С. 81-94.
3. Боровков А.А. Математическая статистика. Дополнительные главы. – М.: Наука, 1984. – 144 с.

Карвацький Д.М.
кандидат фіз.-мат. наук, науковий співробітник,
Інститут математики Національної академії наук України

СУМИ МУЛЬТИГЕОМЕТРИЧНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ТА КАНТОРВАЛИ

Нагадаємо, що коли $M \in 2^N$, або іншими словами $M \subseteq N$, то число

$$x = x(M) = \sum_{n \in M} a_n = \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon_n a_n ,$$

де

$$\varepsilon_n = \begin{cases} 1, при\, n \in M, \\ 0, при\, n \notin M, \end{cases}$$

називається неповною сумою ряду $\sum a_n$. Множина усіх таких чисел x називається множиною неповних сум ряду $\sum a_n$ та позначається як $E(a_n)$. Дослідження множин неповних сум збіжних додатних рядів (абсолютно збіжних, розбіжних, знакозмінних, комплексних) мають глибоку історію та проводяться уже більше 100 років.

У 1914 році японський математик С. Какея встановив [1], що множина неповних сум довільного збіжного додатного ряду є:

- досконалою множиною;
- скінченним об'єднанням відрізків, якщо нерівність
$$a_n \le a_{n+1} + a_{n+2} + a_{n+3} + \ldots = r_n$$
виконується для всіх достатньо великих n;
- гомеоморфною до класичної множини кантора, якщо нерівність
$$a_n > a_{n+1} + a_{n+2} + a_{n+3} + \ldots = r_n$$
виконується для всіх достатньо великих n.

Какея висунув припущення, що множина неповних сум збіжного додатного ряду є, скоріше за все, скінченним об'єднанням відрізків або множиною канторівського типу. Як виявилося пізніше, припущення було не правильним. Зокрема, у 1988 році американські математики Дж. Гатрі та Дж. Німан довели [3], що множина неповних сум ряду

$$\frac{3}{4} + \frac{2}{4} + \frac{3}{4^2} + \frac{2}{4^2} + \ldots + \frac{3}{4^n} + \frac{2}{4^n} + \ldots \quad (1)$$

містить відрізок $[3/4, 1]$, проте не є скінченним об'єднанням відрізків. Така множина поєднувала у собі властивості ніде не щільної множини та нескінченного об'єднання відрізків. Подібні множини також зустрічалися при вивченні арифметичних сум двох множин канторівського типу [2]. Такі множини стали називатися ***канторвалами***.

Означення. (згідно до [2])

М-канторвалом називається досконала множина числової прямої R така, що кожний суміжний інтервал цієї множини накопичує по обидві сторони нескінченну кількість своїх нетривіальних компонентів зв'язності та суміжних інтервалів.

Також канторвал можна означити як

$$T \equiv C \bigcup \bigcup_{n=1}^{\infty} G_{2n-1} = [0,1] \setminus \bigcup_{n=1}^{\infty} G_{2n} ,$$

де C – класична множина кантора, G_k – об'єднання усіх центральних третин, які вилучаються з відрізка $[0,1]$ на *k*-ому кроці побудови множини *C*.

У роботах [3] та [4] встановлено, що множина неповних сум довільного збіжного додатного ряду є однією з трьох типів:

- скінченним об'єднанням відрізків;
- множиною канторівського типу (гомеоморфною до класичної множини Кантора);
- симетричним канторвалом (гомеоморфною до множини *T*).

На сьогоднішній день необхідні та достатні умови того, що множина неповних сум збіжного додатного ряду є канторвалом або множиною канторівського типу (з додатною мірою Лебега чи нульовою мірою Лебега та дробовою розмірністю Гаусдорфа-Безиковича) залишаються невідомими. Тому науковці розв'язують таку задачу для деяких класів рядів, члени яких володіють певними властивостями.

На даний момент активно ведуться дослідження тополого-метричних та фрактальних множин неповних сум збіжних додатних рядів виду

$$k_1 + k_2 + \ldots + k_m + k_1 q + \ldots + k_m q + k_1 q^2 + \ldots + k_m q^2 + \ldots + k_1 q^n + \ldots + k_m q^n + \ldots, \quad (2)$$

де $k_1, k_2, \ldots, k_m$ – фіксовані натуральні числа та $0 < q < 1/2$. Члени такого ряду утворюють мультигеометричну послідовність зі знаменником *q*. Зокрема, встановлено, що при деяких значеннях параметрів $k_1, k_2, \ldots, k_m, q$ множина неповних сум ряду (2) є канторвалом [5], [8] або є множиною нульової міри Лебега та дробової розмірності Гаусдорфа-Безиковича [6].

Окремим напрямом у таких дослідженнях є вивчення властивостей канторвалів, що є множинами неповних сум деяких рядів. Так, наприклад, для канторвалу *X*, що є множиною неповних сум ряду Гатрі-Німана (1), розв'язується ряд топологічних, метричних та ймовірнісних задач [7]. Подібні дослідження проводяться для різних модифікацій множини *X* та інших симетричних канторвалів.

Розглянемо збіжний додатний ряд

$$2k_1 + 2k_2 + \ldots + 2k_m + k_1(q_1 + q_2) + \ldots + k_m(q_1 + q_2) + \ldots + k_1(q_1^n + q_2^n) + \ldots + k_m(q_1^n + q_2^n) + \ldots, \quad (3)$$

для якого $0 < q_1 < q_2 < 1$ та $k_1 \geq k_2 \geq k_3 \geq \ldots \geq k_m$ – фіксовані натуральні числа. Кожен член такого ряду є сумою членів двох мультигеометричних послідовностей з однаковими параметрами $k_1, k_2, k_3 \ldots, k_m$ та знаменниками q_1 та q_2 відповідно.

Теорема 1.

Позначимо через $K = k_1 + k_2 + \ldots + k_m$. Зазначимо, що існують числа n_0 та $n*$ такі, що будь-які з чисел $n_0, n_0 + 1, n_0 + 2, \ldots, n_0 + n*$ можна представити у вигляді суми $k_1, k_2, \ldots, k_m$. Тоді для множини $E(a_n)$ справедливі наступні твердження:

- якщо $q_2 > q_1 \geq 1/(n*+1)$, то $E(a_n)$ містить відрізки;
- якщо $q_1 < q_2 < k_m/(K + k_m)$, то $E(a_n)$ не є скінченним об'єднанням відрізків;
- якщо ж $1/(n*+1) \leq q_1 < q_2 < k_m/(K + k_m)$, то $E(a_n)$ є симетричним канторвалом.

Теорема 2.

Позначимо через *A* наступну множину

$$A = \left\{ \sum_{i=1}^{m} \varepsilon_i k_i : (\varepsilon_i)_{i=1}^{m} \in \{0,1\}^m \right\}.$$

Тоді, якщо $q_1 < q_2 < card(A)$, де *card(A)* – кількість елементів множини *A*, то $E(a_n)$ є множиною канторівського типу.

Теорема 3.

Якщо для ряду (3) виконується умова

$$q_2 > q_1 > k_m / (K + k_m),$$

то $E(a_n)$ – скінченне об’єднання відрізків.

Невирішеними залишаються наступні питання:

- не для усіх значень початкових параметрів встановлений топологічний тип множини неповних сум ряду (3);
- обчислення міри Лебега для канторвалів, що породжені неповними сумами;
- знаходження необхідних та достатніх умов нульмірності за Лебегом множини неповних сум для ряду (3);
- підрахунок розмірності Гаусдорфа-Безиковича множини неповних сум ряду у випадку її нульмірності за Лебегом.

Список використаних джерел

1. Kakeya S. On the partialsums of an infinite series. *Tohoku Sci. Rep.* 1914. Vol. 3, № 4. P. 159–164.
2. Mendes P., Oliveira R. On the topological structure of the arithmetic sum of two cantor sets. *Nonlinearity.* 1984. Vol. 7, № 2. P. 329–343.
3. Guthrie J., Nymann J. The topological structure of the set of subsums of an infinite series. *Colloq. Math.* 1988. Vol. 55, № 2. P. 323–327.
4. Nymann J., Saenz R. On a paper of Guthrie and Nymann on subsums of infinite series. *Colloq. Math.* 2000. Vol. 83, № 1. P. 1-4.
5. Bartoszewicz A., Filipczak M., Szymonik E. Multigeometric sequences and Cantorvals. *Central European Journal of Mathematics*. 2014. Vol. 12, № 7. P. 1000-1007.
6. Banakh T., Bartoszewicz A., Filipczak M., Szymonik E., Topological and measure properties of some self-similar sets. *Topol. Methods Nonlinear Anal.* 2015. Vol. 46, № 2. P. 1013–1028.
7. Bielas W., Plewik S., Walczynska M. On the center of distances. *European Journal of Mathematics.* 2018. Vol. 4, № 1. P. 687-698.
8. Ferdinands J., Ferdinands T. A family of Cantorvals. *Open Mathematics.* 2019. Vol. 17, P. 1468-1475.

Кривошия Р.В.
викладач,
Кропивницький будівельний фаховий коледж

ПРО ОДНУ МНОЖИНУ ЧИСЕЛ ЗАДАНИХ В ТЕРМІНАХ ЧАСТОТИ НУЛЯ S-КОВОЇ СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ

Класичною системою представлення дійсних чисел з відрізку $[0;1]$ є загальновідома s-кова система числення ($s \in N, s \geq 2$). Відповідно до цього для довільного числа x відрізку $[0;1]$ існує послідовність чисел α_n така, що для кожного натурального n: $\alpha_n \in \{0;1;\dots;s-1\}$ та виконується рівність:

$$x = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\alpha_n}{s^n},$$

яка називається s-овим представленням числа x яке має відповідне зображення, що має вигляд:

$$x = \Delta_{\alpha_1\alpha_2\dots\alpha_n\dots}.$$

Останнє зображення є однозначним з точністю до зчисленної множини чисел виду $\frac{a}{s^b}(a, b \in N, a < s^b)$, що мають два різних представлення (та відповідно зображення) з періодом (0) та $(s-1)$ відповідно.

Нехай кількість цифр j серед чисел $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ дорівнює $N_n(x;j)$. Якщо існує границя

$$\lim_{n\to\infty} \frac{N_n(x;j)}{n}$$

то відповідну границю називають частотою цифри j в s-овому розкладі числа x та позначають $\nu_j(x)$. Під нерухомою точкою функції частоти цифри j в s-овій системі числення ми розуміємо число x таке, що $\nu_j(x) = x$.

Дослідженню тополого-метричних та фрактальних властивостей множини нерухомих точок в s-овій системі представлення при $s \geq 3$ присвячена дисертаційна робота [5]. Потрібно відзначити, що відповідні конструкції нерухомих точок є доволі нетривіальними, більш того побудувати нерухому точку в двійковій системі числення за алгоритмом представленим в [5] неможливо. Вперше побудова континуальної, всюди-щільної на $[0;1]$ множини розв'язків рівняння $\nu_0(x) = f(x)$ в двійковій системі числення для певного класу неперервних функцій $f(x)$ здійснена в роботі [6]. Потрібно зазначити, що автори відповідних робіт не піднімали питання дослідження алгебраїчної структури множини нерухомих точок, зокрема трансцендентності. Відкритим також залишалось питання, про існування інших частот цифр для відповідних нерухомих точок.

Робота присвячена проблемі дослідження тополого-метричних властивостей множини нерухомих точок функції частоти нуля в десятковій системі числення.

Мета дослідження: здійснити аналіз тополого-метричних властивостей множини нерухомих точок функції частоти нуля в s-ковій системі числення.

Теорема 1. *Не існує нерухомих раціональних точок функції частоти нуля в s-ковій системі числення.*

Цілком природно проаналізувати, як може відрізнятись величина $\nu_0(x)$ від числа x на множині раціональних чисел. Для цього для раціонального числа x розглянемо величину $\Delta(x) = |\nu_0(x) - x|$. Нехай γ_n – послідовність раціональних чисел відрізку $[0; 1]$ занумерованих за висотою.

Теорема 2. *Послідовність* $\Delta(\gamma_n)$ *є всюди щільною на відрізкі* $[0; 1]$.

Теорема 3. *Множина всіх нерухомих точок функції частоти нуля в* s*-ковій системі числення є континуальною, всюди щільною на* $[0; 1]$ *множиною нульової міри Лебега.*

Теорема4. *Існує континуальна множина нерухомих точок, для кожної з яких існують частоти всіх їх цифр.*

Перспективи дослідження: цілком природно розглянути відповідну проблематику в інших системах представлень дійсних чисел, зокрема Q-представленя, ряди Остроградського, ланцюгове представлення тощо.

Список використаних джерел

1. Besicovitch A.S. On the sum of digits of real numbers represented in the dyadic number system. *Math. Ann. Soc.* 1934. 110. P. 321-330.
2. Eggleston H.G. The fractional dimension of a set defined by decimal properties // *Quart. J. Math. Soc.* 1949. 20. P. 31-36.
3. Eggleston H.G. Sets of fractional dimensions which occur in some problems of number theory *Proc. London Math. Soc.* 1951. 54, P. 42-93.
4. Биллингслей П. Эргодическая теория и информация. М.: Мир, 1969. 238 с.
5. Тополого-метричні та фрактальні властивості множин розв'язків рівнянь, які містять фрактальні функції [Текст] : дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.01.06/Котова Ольга Володимирівна; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. К., 2010. 113 арк., Бібліогр.: арк. 103-113.
6. Макарчук О.П. Тополого-метричні властивості однієї множини дійс-них чисел визначеної в термінах частоти двійкової цифри // Науковий часопис НПУ. імені М.П.Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки – Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова. – 2012, №13(2). – С.139-149.
7. Постников А.Г. Арифметическое моделирование случайних процессов // Тр. Мат. ин-та В.А. Стеклова АН СССР. – 1960. – Т. 57. – 83 с.
8. Працьовитий М.В. Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. — Київ: Видво НПУ імені М.П. Драгоманова, 1998. – 296 с.
9. Торбін Г.М. Частотні характеристики нормальних чисел в різних системах зображення чисел // Фрактальний аналіз та суміжні питання. – Київ: ІМ НАН України – НПУ імені М.П.Драгоманова. – 1998, № 1. – С. 53-55.

Макарчук О.П.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка
Бондар А.Р.
учень 10-Б класу,
Центральноукраїнський науковий ліцей-інтернат
Кіровоградської обласної ради

ПРО ОДНУ ПРОБЛЕМУ МИХАЙЛА ЯДРЕНКА

Теорія побудов циркулем та лінійкою є класичним розділом шкільної геометрії та має глибоку історію. У відповідній теорії є задачі, які відіграли особливу роль в розвитку останньої. Такими задачами є зокрема задача про квадратуру круга, трисекцію кута, подвоєння куба, побудову правильних многокутників тощо. Аналіз проблем відповідного характеру дав поштовх до розвитку теорії груп та алгебраїчної теорії чисел.

Робота присвячена аналізу геометричної проблеми з теорії побудов циркулем та лінійкою відомого українського математика-ймовірнісника, популяризатора математики Михайла Йосиповича Ядренка.

Об'єкт дослідження: проблема Ядренка.

Предмет дослідження: алгоритми аналізу можливості побудови розв'язків циркулем та лінійкою для конфігурацій, що відповідають проблемі Ядренка.

Мета дослідження: довести неможливість розв'язання проблеми Ядренка циркулем та лінійкою в загальному вигляді.

У роботі [6] відомий український математик-ймовірнісник, популяризатор математики Михайло Йосипович Ядренко [3] сформулював наступну проблему.

Проблема Ядренка. *На площині відмічено точки A та B і коло ω. Чи можливо з допомогою циркуля та лінійки побудувати точку $Q \in \omega$ так, що периметр ΔAQB набуває найменшого значення.*

Зрозуміло, що

$$P_{AQB} \to min \Leftrightarrow AQ + BQ \to min.$$

Лема 1. *Проблема Ядренка завжди має розв'язок.*

Лема 2. *Якщо відрізок AB перетинає коло ω в точках C та D, шуканими розв'язками проблеми Ядренка є точки C та D відповідно.*

Лема 3. *Якщо відрізок AB не перетинає коло ω, то проблема Ядренка має єдиний розв'язок.*

Теорема 1. *Проблема Ядренка в загальному випадку не може бути розв'язана з допомогою циркуля та лінійки.*

У роботі [6] крім вище вказаної проблеми, розглядались її цілком природні поглиблення. Мова йде про випадки, коли в ролі точки A розглядається коло та випадок коли в ролі точок A та B розглядаються кола. Перспективним є напрямок дослідження відповідних поглиблень, однак як показує поверхневий аналіз вони пов'язані із значними аналітичними складними викладками.

Список використаних джерел

1. Аладьев В.З. Основы программирования в Maple. Таллинн, 2006. 301 с.
2. Ван дер Варден Б.Л. Алгебра. М.: Мир, 1976. 648 с.
3. Королюк В. С. Ядренко Михайло Йосипович. *У світі математики*, 11 (2005). №1. С.6.
4. Костарчук В.М., Хацет Б.І. Про можливе і неможливе в геометрії циркуля і лінійки. Київ: Радянська школа, 1962. 127 с.
5. Постников М.М. Основы теории Галуа. М.: Физматгиз, 1960. 124 с.
6. Ядренко М.Й. Три проблеми з теорії геометричних побудов. *У світі математики,* 3 (1997). №4. С.43.

Мороз М.П.

аспірант

Інститут математики НАН України

ЗОБРАЖЕННЯ ДІЙСНИХ ЧИСЕЛ РЯДАМИ ПЕРРОНА

Оскар Перрон у роботі [2] наводить приклад ряду, що є узагальненням рядів Енгеля [4], Люрота [3] та Сильвестера [1]:

$$\frac{1}{p_1}+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{r_1 r_2\cdot\ldots\cdot r_n}{(p_1-1)p_1(p_2-1)p_2\cdot\ldots\cdot(p_n-1)p_n p_{n+1}}\,, \tag{1}$$

де $(r_n)_{n=1}^{\infty}$ — довільна послідовність натуральних чисел, $p_n\in\mathbb{N}$, $p_1\geq 2$, $p_{n+1}\geq r_n+1$ для кожного $n\in\mathbb{N}$. У роботі [2] доведено, що ряд (1) є збіжним, його сума є числом з $(0;1]$ і що кожне число з $(0;1]$ можна представити як суму ряду (1). Проте для кожного $x\in(0;1]$ таких рядів існує континуальна кількість.

В доповіді нами запропоновано модифікацію ряду (1) та умови, що гарантують єдиність розкладу числа в модифікований ряд (1). Нами розглянуто зображення чисел, що породжене цими рядами (P–зображення); описано метричні та топологічні властивості циліндричних множин, що породжені цим зображенням.

Означення 1. Рядом Перрона будемо називати числовий ряд виду

$$\frac{r_0}{p_1}+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{r_0 r_1 r_2\cdot\ldots\cdot r_n}{(p_1-1)p_1(p_2-1)p_2\cdot\ldots\cdot(p_n-1)p_n p_{n+1}}\,,$$

де $(r_n)_{n=0}^{\infty}$ — довільна послідовність натуральних чисел, $p_n\in\mathbb{N}$, $p_n\geq r_{n-1}+1$ для всіх $n\in\mathbb{N}$.

Лема 1. Ряд Перрона є збіжним, причому його сума є числом з $(0;1]$.

Нехай функції $\varphi_n(x_1,\ldots,x_n)\colon\mathbb{N}\times\cdots\times\mathbb{N}\to\mathbb{N}$ для кожного $n\in\mathbb{N}$, $\varphi_0=const$. Через P будемо позначати фіксовану послідовність функцій $(\varphi_n)_{n=0}^{\infty}$.

Означення 2. Нехай число $x\in(0;1]$ є сумою ряду Перрона, причому $r_0=\varphi_0$ та $r_n=\varphi_n(p_1,\ldots,p_n)$ для кожного $n\in\mathbb{N}$. Тоді розклад числа x в ряд Перрона будемо називати його P–представленням, а скорочений запис $\Delta^P_{p_1p_2\ldots p_n\ldots}$ — його P–зображенням. Число p_i називатимемо i–тою цифрою P–зображення числа x.

Теорема 1. При довільній послідовності P функцій φ_i кожен $x \in (0;1]$ має єдине $P-$ представлення, тобто існує єдина послідовність натуральних чисел $(p_n)_{n=1}^{\infty}$ така, що

$$x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{r_0 r_1 \cdot \ldots \cdot r_n}{(p_1 - 1)p_1 \cdot \ldots \cdot (p_n - 1)p_n p_{n+1}} \equiv \Delta^P_{p_1 \ldots p_n \ldots},$$

де $r_0 = \varphi_0, r_n = \varphi_n(p_1, \ldots, p\_n)$ та $p_n \geq r_{n-1} + 1$ для кожного $n \in \mathbb{N}$.

Теорема 2 (Ознака порівняння чисел за їхніми *P*–зображеннями). Нехай $x = \Delta^P_{p_1 \ldots p_n \ldots}$ та $x' = \Delta^P_{p'_1 \ldots p'_n \ldots}$, а $k \in \mathbb{N}$ таке, що $p_i = p'_i$ при всіх $i < k$ та $p_k \neq p'_k$. Тоді для того, щоб $x > x'$, необхідно і достатньо, щоб $p_k < p'_k$.

Означення 3. Циліндром рангу k з основою $c_1 c_2 \ldots c_k$ P–зображення будемо називати непорожню множину $\Delta^P_{c_1 c_2 \ldots c_k}$ всіх чисел з $(0;1]$, у яких P–зображення має вигляд $\Delta^P_{c_1 c_2 \ldots c_k p_{k+1} p_{k+2} \ldots}$, тобто

$$\Delta^P_{c_1 c_2 \ldots c_k} = \{x \colon x \in (0;1], x = \Delta^P_{c_1 c_2 \ldots c_k p_{k+1} p_{k+2} \ldots}\}.$$

Властивості циліндрів

1. Циліндр $\Delta^P_{c_1 \ldots c_k}$ є проміжком виду $\left(\Delta^P_{c_1 \ldots c_k}; \Delta^P_{c_1 \ldots c_k}\right]$.
2. Кінці циліндра $\Delta^P_{c_1 \ldots c_k}$ обчислюються за формулами:
$$\inf \Delta^P_{c_1 \ldots c_k} = \sum_{n=0}^{k-1} \frac{r_0 \cdot \ldots \cdot r_n}{(c_1 - 1)c_1 \cdot \ldots \cdot (c_n - 1)c_n c_{n+1}},$$
$$\sup \Delta^P_{c_1 \ldots c_k} = \inf \Delta^P_{c_1 \ldots c_k} + \frac{r_0 \cdot \ldots \cdot r_{k-1}}{(c_1 - 1)c_1 \cdot \ldots \cdot (c_k - 1)c_k},$$
де $r_0 = \varphi_0$ та $r_n = \varphi_n(c_1, \ldots, c_n)$ для кожного $n \in \mathbb{N}$.
3. Довжина циліндра $\Delta^P_{c_1 \ldots c_k}$ обчислюється за формулою
$$\left|\Delta^P_{c_1 \ldots c_k}\right| = \frac{r_0 \cdot \ldots \cdot r_{k-1}}{(c_1 - 1)c_1 \cdot \ldots \cdot (c_k - 1)c_k},$$
де $r_0 = \varphi_0$ та $r_n = \varphi_n(c_1, \ldots, c_n)$ для кожного $n \in \mathbb{N}$.
4. **Основне метричне відношення.** Для всіх $i \geq r_k + 1$:
$$\frac{\left|\Delta^P_{c_1 \ldots c_k i}\right|}{\left|\Delta^P_{c_1 \ldots c_k}\right|} = \frac{r_k}{(i-1)i},$$
де $r_k = \varphi_k(c_1, \ldots, c_k)$.
5. Для кожного $k \geq r_{n-1} + 1$ виконується співвідношення
$$\inf \Delta^P_{c_1 \ldots c_{n-1} k} = \sup \Delta^P_{c_1 \ldots c_{n-1} [k+1]}.$$
6. Якщо $\Delta^P_{b_1 \ldots b_n}$ та $\Delta^P_{c_1 \ldots c_m}$ – різні циліндри, то можливі тільки два наступні випадки:
   - $\Delta^P_{b_1 \ldots b_n} \cap \Delta^P_{c_1 \ldots c_m} = \emptyset$, якщо існує натуральне $k \leq \min\{n, m\}$ таке, що $b_i = c_i$ для всіх $i < k$ та $b_k \neq c_k$;
   - $\Delta^P_{b_1 \ldots b_n} \subset \Delta^P_{c_1 \ldots c_m}$, якщо $n > m$ та $b_i = c_i$ для всіх $i \leq m$.
7. Для P–циліндрів мають місце співвідношення:
$$(0;1] = \bigcup_{i=r_0+1}^{\infty} \Delta^P_i, \qquad \Delta^P_{c_1 \ldots c_n} = \bigcup_{i=r_n+1}^{\infty} \Delta^P_{c_1 \ldots c_n i},$$

$$\sum_{i=r_0+1}^{\infty} \left|\Delta_i^P\right| = 1\,, \qquad \left|\Delta_{c_1\ldots c_n}^P\right| = \sum_{i=r_n+1}^{\infty} \left|\Delta_{c_1\ldots c_n i}^P\right|,$$

де $r_0 = \varphi_0$ та $r_n = \varphi_n(c_1, \ldots, c_n)$ для кожного $n \in \mathbb{N}$.

Одержані результати можуть бути застосовані до розвитку метричної теорії дійсних чисел, теорії функцій зі складною локальною структурою, фрактального аналізу тощо.

Список використаних джерел

1. Erdös P., Rényi A., Szüsz P. On Engel's and Sylvester's series. *Annales Univ. Sci. Budapest, Sectio Math*. 1958. № 1. P. 7–12.
2. Perron O. Irrationalzahlen. Berlin: de Gruyter, 1960, 204 pp.
3. Zhykharyeva Yu., Pratsiovytyi M. Expansions of numbers in positive Lüroth series and their applications to metric, probabilistic and fractal theories of numbers. *Algebra and Discrete Mathematics*. 2012. Vol. 14, № 1. C. 145–160.
4. Працьовитий М.В., Гетьман Б.І. Ряди Енгеля та їх застосування. *Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Сер. 1, Фіз.–мат. науки*. 2006. № 7. С. 105–116.

Нитник А.С.
магістрантка,
Гончаренко Я.В.
кандидат фі.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

МОДЕЛЮВАННЯ ДЕЯКИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗІ СКЛАДНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Дослідження функцій з складними локальними властивостями та їх використання в якості математичних моделей реальних процесів та явищ є актуальною математичною та прикладною задачею [2]. В прикладних застосуваннях, в задачах моделювання часових рядів використовується багато різних способів, які грунтуються на застосуванні статистичних підходів, різних методів згладжування або апроксимації. В роботі для вирішення поставленої проблеми використовується спосіб аналітичного задання функції зі складними локальними властивостями, що грунтується на використанні модифікації Q-зображень дійних чисел [1].

Дана робота є продовженням робіт [3] та [4], в яких було запропоновано аналітичне задання функції, що моделює деякий часовий ряд, та обгрунтовано коректність цього задання. Також було досліджено властивості побудованої функції.

Припустимо, що розглядається часовий ряд, який на першому кроці наближення може бути зображений десятиланковою ламаною (або п’ятьма «хвилями» [2]), а на всіх кроках, починаючи з другого кожна ланка ламаної буде замінюватися на ламану, яка складається з 5 ланок (рис.1). При цьому вершини нових ламаних ділять початковий відрізок в співвідношеннях однакових для всіх кроків побудови (хоча для зростаючих і спадних ланок вони можуть відрізнятись) [3].

В доповіді буде обгрунтовано коректність задання функції:

$$f\left(\Delta^{Q^x}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots}\right) = \Delta^{Q^y}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots},\ \ \alpha_1 \in \{0,\ldots,9\}, \alpha_j \in \{0,\ldots,4\}, j = \overline{2,\infty}, \qquad (1)$$

де аргумент задається наступним чином:

$$x = b_{\alpha_1} + \sum_{n=2}^{\infty}\left(b_{\alpha_n\alpha_{n-1}} q_{\alpha_1}\prod_{j=2}^{n-1} q_{\alpha_j\alpha_{j-1}}\right) = \Delta^{Q^x}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots},$$

$0 < q_i < 1,\ \sum_{i=0}^{9} q_i = 1,\quad \tilde{Q} = \begin{pmatrix} q_{0(2k)} & q_{1(2k)} & q_{2(2k)} & q_{3(2k)} & q_{4(2k)} \\ q_{0(2k-1)} & q_{1(2k-1)} & q_{2(2k-1)} & q_{3(2k-1)} & q_{4(2k-1)} \end{pmatrix}, k = \overline{0,\infty}, 0 < q_{ij} < 1,\ \sum_{i=0}^{4} q_{ij} = 1, j \in \{0, 1, \ldots, 4\}$,

$$b_{\alpha_1} = \begin{cases} 0, & \alpha_1 = 0, \\ \sum_{i=0}^{\alpha_1 - 1} q_i, & \alpha_1 \in \{1,\ldots,9\}\end{cases}, \quad b_{\alpha_j j} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \alpha_j = 0, \\ \sum_{i=0}^{\alpha_j - 1} q_{ij}, & \text{якщо } \alpha_j \in \{1,2,3,4\}.\end{cases}$$

Значення функції задається за допомогою наступної модифікації Q-зображення дійсних чисел:

$$y^* = d_{\alpha_1} + \sum_{n=2}^{\infty}\left(d_{\alpha_n\alpha_{n-1}} u_{\alpha_1}\prod_{j=2}^{n-1} u_{\alpha_j\alpha_{j-1}}\right) = \Delta^{Q^y}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots},$$

$0 < q_i \le u_i < 1, u_0 - u_1 + u_2 - u_3 + u_4 = 1, 1 - u_5 + u_6 - u_7 + u_8 - u_9 = 1,$
$\tilde{U} = \begin{pmatrix} u_{0(2k)} & u_{1(2k)} & u_{2(2k)} & u_{3(2k)} & u_{4(2k)} \\ u_{0(2k-1)} & u_{1(2k-1)} & u_{2(2k-1)} & u_{3(2k-1)} & u_{4(2k-1)} \end{pmatrix},\ k = \overline{0,\infty}, 0 < q_{ij} \le u_{ij} < 1,$

$\sum_{i=0}^{4}(-1)^i u_{ij} = 1, j \in \{0,1\}, d_{\alpha_1} = \begin{cases} 0, & \alpha_1 = 0, \\ \sum_{i=0}^{\alpha_1 - 1} u_i, & \alpha_1 \in \{1,\ldots,9\},\end{cases}$

$$d_{\alpha_j j} = \begin{cases} 0, \text{якщо } \alpha_j = 0, \\ (-1)^{\alpha_{j-1}} u_{0\alpha_{j-1}}, \text{якщо } \alpha_j = 1, \\ (-1)^{\alpha_{j-1}}\left(u_{0\alpha_{j-1}} - u_{1\alpha_{j-1}}\right), \text{якщо } \alpha_j = 2, \\ (-1)^{\alpha_{j-1}}\left(u_{0\alpha_{j-1}} - u_{1\alpha_{j-1}} + u_{2\alpha_{j-1}}\right), \text{якщо } \alpha_j = 3, \\ (-1)^{\alpha_{j-1}}\left(u_{0\alpha_{j-1}} - u_{1\alpha_{j-1}} + u_{2\alpha_{j-1}} - u_{3\alpha_{j-1}}\right), \text{якщо } \alpha_j = 4.\end{cases}$$

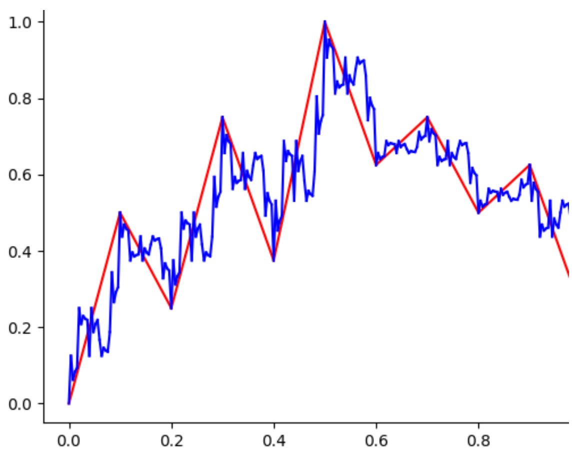


Рис. 1.

Для функції (1) доведено її неперервність, ніде не монотонність та недиференційоність.

Для моделювання часових рядів з описаними самоафінними властивостями розроблено алгоритм, реалізований мовою Python. Створена програма може бути використана для моделювання статистичних даних за допомого узагальнених хвильових діаграм, а також прогнозування наступних змін показників часового ряду.

Список використаних джерел

1. Працевитый Н.В., Турбин А.Ф. Фрактальные множества, функции, распределения. К.: Наукова думка, 1992.
2. Peters E. E. Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics. *John Wiley & Sons*, Inc, 1994. 316 p.
3. Нитник А.С. Моделювання часових рядів за допомогою модифікацій Q-зображення дійсних чисел. *Студентські фізико-математичні етюди.* Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2021. No 21. С. 42-47.
4. Нитник А.С. Дослідження властивостей функції, заданої за допомогою модифікації q-зображень дійсних чисел. *Студентські фізико-математичні етюди*. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2022. No 22. С. 33-42.

Нікорак О.О.
студентка,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Ратушняк С.П.
доктор філософії (111 Математика),
Інститут математики НАН України

D_2-ЗОБРАЖЕННЯ ЧИСЕЛ І ПРОЄКТОРИ ЦИФР

Нехай $A \equiv \{0;1\}$ – двосимвольний алфавіт, $L \equiv \bigcup_{i=1}^{\infty} A^i$ – простір скінченних та нескінченних послідовностей елементів алфавіту. Покладемо $\frac{1}{0} \equiv \infty$, $\frac{1}{\infty} \equiv 0$.

Теорема. [1] *Для довільного числа* $x \in (0;1]$ *існує (скінченна або нескінченна) послідовність* $(d_n) \subset L$ *така, що* $x = \cfrac{1}{d_1 + \cfrac{1}{d_2 + \dots}} \equiv [0; d_1, d_2, \ldots]^{D_2}$, *причому* $d_1 = 1$ *і* $d_{i+1} = 1$ *якщо* $d_i = 0$. Розклад у ланцюговий дріб називається D_2-*представлення*, а скорочений запис $[0; d_1 d_2 \ldots]^{D_2}$ – D_2-*зображенням* числа. Алгоритм розкладу числа у дріб Данжуа [1] доводить існування для довільного числа $x \in (0;1]$ послідовності (d_n). Кожне число має нескінченну кількість D_2-зображень, оскільки виконується рівність $[0; d_1, d_2, 0, d_3 \ldots]^{D_2} = [0; d_1, d_2, 000, d_3, \ldots]^{D_2}$. Якщо покласти умову $d_{i+1} = 1$ при $d_i = 0$, то отримаємо D_2-зображення з нульовою надлишковістю, тобто таке, що майже кожне число матиме єдине зображення за виключенням зліченої множини чисел виду: $[0;d_1,...,d_n,1,0,1]^{D_2}=[0;d_1,...,d_n,1,1]^{D_2}$. Множину останніх чисел називають множиною D_2 -*бінарних* чисел, решту – D_2-*унарних*.

На множині нескінченних зображень розглядається клас функцій, означених рівністю:

$$f(x=[0;d_1,d_2,d_3,...,d_n,d_{n+1},...]^{D_2})=[0;1,\varphi(d_1,d_2),\varphi(d_2,d_3),...,\varphi(d_n,d_{n+1}),...]^{D_2},$$

$$\varphi(A\times A)=A.$$

Означення функції f є некоректним, оскільки двом формально різним зображенням аргумента відповідають різні зображення значення функції. Домовившись використовувати лише одне із зображень, а саме $[0;d_1,...,d_n,1,1,(1,0)]^{D_2}$, досягнемо коректності означення функції. Всього існує 16 функцій φ, а тому стільки ж і функцій f.

Клас функцій породжених функціями φ вивчався для Q_2-зображення дійсних чисел у роботі [2], де було вивчено їх фрактальні, диференціальні та інтегральні властивості.

У доповіді пропонуються результати дослідження множин рівнів, множин значень функцій даного класу тощо.

Список використаних джерел

1. Працьовитий М.В. Двосимвольні системи кодування дійсних чисел та їх застосування. – Київ: Наукова думка, 2022. – 316 с.
2. Працьовитий М.В., Ратушняк С.П. Розподіл значень однієї фрактальної функції від випадкового аргумента// Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат. науки. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. – 16(2). – С. 150–160.

Працьовитий М.В.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Головій М.С.
студентка,
Симоненко Ю.О.
студентка,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

СИСТЕМИ ЗОБРАЖЕННЯ ДІЙСНИХ ЧИСЕЛ

Системи зображення дійсних чисел посіли почесне місце у фрактальному аналізі як потужний інструмент задання та дослідження об'єктів зі складною локальною структурою. До таких відносяться множини, розмірність Гаусдорфа-Безиковича яких не співпадає з їх топологічною розмірністю, тобто фрактали [11]; множини неповних сум числових рядів, топологічний тип яких є мало вивченим, наприклад, канторвали []; функції, диференеціальні властивості яких є неоднорідними: ніде не диференційовні [11], ніде не монотонні [11], сингулярні [11] (відмінні від константи функції, похідна яких дорівнює нулю майже скрізь у розумінні міри Лебега) та їх лінійні комбінації; сингулярні або абсолютно неперервні розподіли ймовірностей тощо.

Нехай A – алфавіт (набір символів), $L \equiv A \times A \times ...$ – простір послідовностей елементів алфавіту. *Кодуванням* чисел проміжка $< a;b >$ засобами алфавіту A називається сюр'єктивне відображення g множини L в $< a;b >$

$$L \ni (\alpha_n) \xrightarrow{g} x \in < a;b > .$$

При цьому послідовність (α_n) називається g *-зображенням* (g *-кодом*) числа x, що записується коротко $\Delta^g_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}$ [7].

Кодування чисел називається аналітичним, якщо воно ґрунтується на їх розкладах у математичні вирази (ряди, нескінченні добутки, ланцюгові дроби тощо), параметрами (коефіцієнтами, показниками степеня, індексами тощо) яких є цифри алфавіту. Функція f, означена рівністю $f(\Delta^{g_1}_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}) = \Delta^{g_2}_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}$, $(\alpha_n) \in L$, називається проєктором g_1-зображення в g_2-зображення. Два кодування дійсних чисел (g_1- і g_2-) одного і того ж проміжка називаються *топологічно еквівалентними*, якщо проєктор $f(\Delta^{g_1}_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}) = \Delta^{g_2}_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}$ є неперервною монотонною функцією.

Розрізняють зображення дійсних чисел за допомогою скінченного (s-кове, Q_s-, Q_s^*-, G_2-, нега-Q_s-зображення [6,8], ланцюгове A_2-зображення [2], марковське, медіантне зображення тощо) та нескінченного (зображення додатними та знакозмінними рядами Люрота [3], рядами Енгеля, 2^∞-, q_0^∞-зображення [10] тощо), сталого (s-кові системи зображення та їх узагальнення) та змінного (зображення рядами Кантора [9]) алфавітів; з нульовою (s-кові системи зображення та їх узагальнення), ненульовою [4] (s-кове зображення з надлишковим алфавітом) та екстранульовою надлишковістю (Q_∞) [10] тощо.

Якщо кожен g-циліндр (множина чисел, що має на перших m місцях фіксовані цифри) є числовим проміжком, то кодування називається *неперервним*. Кажуть, що g-зображення має *нульову надлишковість*, якщо кожне число має не більше, ніж два зображення, причому множина чисел, що мають два зображення, є не більш, ніж злічен-ною. Якщо існують числа, що мають більше двох зображень, зокрема нескінченну їх кількість, то кажуть, що система кодування має *ненульову надлишковість*. Кажуть, що зображення має *екстранульову надлишковість*, якщо кожне число має єдине зображення.

Доповідь присвячена огляду найпоширеніших систем зображення дійсних чисел, їх узагальнень та застосувань до задання об'єтів фрактального аналізу, порівняльному аналізу геометрій зображень, метричних та ймовірнісних теорій цих зображень.

Список використаних джерел

1. Гончаренко Я.В., Лисенко І.М. Геометрія нескінченно-символьного q_0^∞-зображення дійсних чисел та її застосування у метричній теорії чисел // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат.науки. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. — 2013, № 15.— С. 100–118.
2. Дмитренко С.О., Кюрчев Д.В., Працьовитий М.В. Ланцюгове $\grave{A}_2$ – зображення дійс-

них чисел // Український математичний журнал. – 2009, том 61, № 4. – С.452-463.
3. Жихарєва Ю. І., Працьовитий М. В. Зображення чисел знакододатними рядами Люрота: основи метричної теорії // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат. науки, 2008. — № 9. — С. 200-211.
4. Микитюк І.О., Працьовитий М.В. Двійкова система числення з двома надлишковими цифрами і її відповідна метрична теорія чисел // Наукові записки НПУ імені М. П. Драгоманова. Фізико-математичні науки. - №4, 2003. – с. 270-290.
5. Працевитый Н.В. Случайные величины с независимыми Q_2-символами // Асимпт. методы в исслед. стохастических моделей. — К.: ИМ АН УССР, 1987. — С. 92–102.
6. Працьовитий М. В., Гончаренко Я.В., Лисенко І.М. Нега-двійкове представлення дійсних чисел і його застосування // Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 1: Фізико-математичні науки : зб. наукових праць. – Київ: Видавництво НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. – Випуск 17. – С. 83-106.
7. Працьовитий М.В. Двосимвольні системи кодування дійсних чисел та їх застосування. – Київ: Наукова думка, 2022. – 316с.
8. Працьовитий М.В. Нега-канторівські зображення дійсних чисел як тривіальні перекодування канторівських (нега s-кові – перекодування s-кових) // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. – 2017. – Т.14, № 4. – Київ: Інститут математики НАН України, 2017. С.167 – 177.
9. Працьовитий М.В. Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. — Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 1998. — 296 с.
10. Працьовитий М.В., Ісаєва Т.М. Кодування дійсних чисел з нескінченним алфавітом і основою 2 // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – 2013. – № 15. – С. 5-23.
11. Турбин А.Ф., Працевитый Н.В. Фрактальные множества, функции, распределения. — Киев: Наук.думка, 1992. — 208с.

Працьовитий М.В.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Лисенко І.М.
канд. фіз.-мат. наук, доцент,
Маслова Ю.П.
канд. фіз.-мат. наук,
Требенко О.О.
канд. фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

G-ЗОБРАЖЕННЯ ЧИСЕЛ — УНІКАЛЬНЕ ЗА ПРОСТОТОЮ І ТОПОЛОГО-МЕТРИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДВОСИМВОЛЬНЕ КОДУВАННЯ ЧИСЕЛ

Нехай $A \equiv \{0,1\}$ — алфавіт (набір цифр) двосимвольної системи кодування (зображення) дійсних чисел; $L \equiv A \times A \times \ldots \times A \times \ldots$ — простір послідовностей елементів алфавіту (нулів та одиниць). Очевидними є такі твердження.

1) Якщо (α_k) — довільна послідовність простору $L, \sigma_k \equiv \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{k-1}$,то значення виразу $u_k \equiv (-1)^{\sigma_k} \frac{\alpha_k}{2^k}$ є нулем тоді й тільки тоді, коли $\alpha_k = 0$; додатним числом, коли σ_k— число парне; від'ємним числом, коли σ_k непарне.
2) Підпослідовність $u_1 = \frac{\alpha_1}{2}, u_{n+1} = (-1)^{\sigma_{n+1}} \frac{\alpha_{n+1}}{2^{n+1}}$ ненульових членів послідовності (u_n) є знакопочережною.

Лема 1. Для будь-якої послідовності $(\alpha_n) \in L$ ряд

$$\frac{\alpha_1}{2} + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{\alpha_k}{2^k}(-1)^{\sigma_k} = \frac{\alpha_1}{2} + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{\alpha_k}{2^{k-\sigma_k}(-2)^{\sigma_k}} = S, \sigma_k \equiv \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{k-1}, \qquad (1)$$

є абсолютно збіжним, його сума S є невід'ємною і не перевищує першого відмінного від нуля члена ряду (1), причому

$$S = S_m + 2^{-m}(-1)^{\sigma_{m+1}} R_m, \sigma_k = \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{k-1}; \qquad (2)$$

$$S_m = \frac{\alpha_1}{2} + \sum_{k=2}^{m} \alpha_k 2^{-k}(-1)^{\sigma_k}; R_m = \frac{\alpha_{m+1}}{2} + \sum_{i=2}^{\infty} \alpha_{m+i} 2^{-i}(-1)^{\sigma_{m+i}-\sigma_{m+1}}.$$

Теорема 1 [8]. Для будь-якого числа $x \in [0; 0{,}5]$ існує послідовність $(\alpha_k) \in L$ така, що

$$x = \frac{\alpha_1}{2} + \sum_{k=2}^{\infty} [\alpha_k 2^{-k}(-1)^{\sigma_k}] \equiv \Delta^G_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots}, \sigma_k = \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{k-1}. \qquad (3)$$

Означення 1. Розклад числа $x \in [0; 0{,}5]$ у ряд (3) називається G-розкладом, а його скорочений запис $\Delta^G_{\alpha_1\ldots\alpha_n\ldots}$ G-зображенням числа x. При цьому $\alpha_n = \alpha_n(x)$ називається n-ю цифрою цього зображення.

Наслідок 1. Для будь-якого $x \in [0; 1]$ існує послідовність $(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n, \ldots) \in L$ така, що

$$x = \frac{\alpha_0}{2} + \frac{\alpha_1}{2} + \sum_{k=2}^{\infty} [\alpha_k 2^{-k}(-1)^{\sigma_k}] \equiv \Delta_{\alpha_0\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots}, \sigma_k = \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{k-1}.$$

Лема 2. Кожне число $x \in [0; 0{,}5]$має не більше двох G-зображень і лише зліченна множина чисел має їх два: числа з зображеннями $\Delta^G_{c_1\ldots c_m 01(0)} = \Delta^G_{c_1\ldots c_m 11(0)}$.

Зауваження 1. Особливістю G-зображення чисел є те, що оператор лівостороннього зсуву $\omega(x = \Delta^G_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots}) = \Delta^G_{\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_n\ldots} = (-1)^{\alpha_1}(2x - \alpha_1)$ є неперервною коректно означеною кусковолінійною функцією.

Означення 2. Циліндром (G-циліндром) рангу m з основою $c_1c_2\ldots c_m$ називається множина $\Delta^G_{c_1c_2\ldots c_m}$чисел $x \in [0; 0{,}5]$, які мають G-зображення $\Delta^G_{c_1\ldots c_m\alpha_1\alpha_2\ldots}, (\alpha_n) \in L$. З означення G-циліндра випливають рівності:
1) $\Delta^G_{c_1\ldots c_m} = \Delta^G_{c_1\ldots c_m 0} \cup \Delta^G_{c_1\ldots c_m 1}$;
2) $[0; 0{,}5] = \bigcup_{c_1 \in A} \ldots \bigcup_{c_m \in A} \Delta^G_{c_1\ldots c_m}$.

Лема 3. Циліндр $\Delta^G_{c_1c_2\ldots c_m}$ є відрізком $[a; b]$, де

$$a = min\Delta^G_{c_1\ldots c_m} = \begin{cases} \Delta^G_{c_1\ldots c_m(0)}, якщо c_1 + \ldots + c_m \equiv N_1 парне, \\ \Delta^G_{c_1\ldots c_m 1(0)}, якщо N_1 непарне; \end{cases}$$

$$b = max\Delta^G_{c_1\ldots c_m} = \begin{cases} \Delta^G_{c_1\ldots c_m 1(0)}, якщо N_1 парне, \\ \Delta^G_{c_1\ldots c_m(0)}, якщо N_1 непарне. \end{cases}$$

Наслідок 2. Довжина G-циліндра $\Delta^G_{c_1\ldots c_m}$ рангу m обчислюється за формулою $|\Delta^G_{c_1\ldots c_m}| = \frac{1}{2^{m+1}}$.

Наслідок 3. Основне метричне відношення для G-зображення чисел має вигляд $\frac{|\Delta^G_{c_1...c_m i}|}{\Delta^G_{c_1...c_m}|} = \frac{1}{2}$, що споріднює дане зображення з класичним двійковим зображенням.

Наслідок 4. Для будь-якої послідовності $(\alpha_n) \in L$ виконується $\bigcap\limits_{n=1}^{\infty} \Delta^G_{\alpha_1...\alpha_n} = \Delta^G_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}$.

Наслідок 5. Якщо $c_1 + \ldots + c_m$— парне число, то $max\Delta^G_{c_1...c_m 0} = min\Delta^G_{c_1...c_m 1}$, якщо ж воно непарне, то $max\Delta^G_{c_1...c_m 1} = min\Delta^G_{c_1...c_m 0}$. Внутрішність циліндра $\Delta^G_{c_1...c_m}$ позначатимемо через$\nabla^G_{c_1...c_m}$. Тоді

$$\Delta^G_{c_1...c_m} = \Delta^G_{d_1...d_m} \Leftrightarrow c_i = d_i, i = \overline{1,m};$$

$$\nabla^G_{x_1...c_m} \cap \nabla^G_{d_1...d_m...d_n} = \begin{cases} \nabla^G_{d_1...d_m...d_n}, якщо d_i = c_i, i = \overline{1,m}, \\ \emptyset, якщо\ існує d_i \neq c_i, i \leq m. \end{cases}$$

Означення 3. Кажуть, що G-зображення чисел $x_1 = \Delta^G_{\alpha_1...\alpha_n...} i x_2 = \Delta^G_{\beta_1...\beta_n...}$мають однаковий хвіст, якщо існують натуральні k і m такі, що $\alpha_{k+j} = \beta_{m+j}$ для будь-якого $j \in N$ (символічно: $x_1 \sim x_2$). Якщо k і m — найменші числа, для яких виконується попередня умова, то число $z \equiv x \wedge y = \Delta^G_{\alpha_{k+1}\alpha_{k+2}...} = \Delta^G_{\beta_{m+1}\beta_{m+2}...}$ називається спільним хвостом чисел xiy.

Бінарне відношення "мати однаковий хвіст" є відношенням еквівалентності. Зауважимо, що всі G-бінарні числа належать одному класу еквівалентності, що є особливістю цієї двосимвольної системи кодування чисел. Кожен клас еквівалентності є зліченною всюди щільною в [0; 0,5] множиною.

Зауважимо, що G-зображення чисел $x, \omega^n(x) i \delta_{c_1...c_m}(x = \Delta^G_{\alpha_1...\alpha_n}) \equiv \Delta^G_{c_1...c_m\alpha_1...\alpha_n}$ належать одній хвостовій множині.

Теорема 2 (основний результат). Для довільної послідовності $(\alpha_n) \in L$ виконується рівність

$$\Delta^G_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...} = \Delta^2_{0 a_1 a_2 ... a_n ...}, \quad (4)$$

$$a_1 = \begin{cases} 0, якщо \alpha_1 = 0, \\ 1, якщо \alpha_1 = 1; \end{cases} a_{n+1} = \begin{cases} \alpha_{n+1}, якщо \alpha_1 + \ldots + \alpha_n парне, \\ 1 - \alpha_{n+1}, якщо \alpha_1 + \ldots + \alpha_n непарне. \end{cases} \quad (5)$$

Зауваження 3. Завдяки відомому [6] взаємозв'язку класичного двійкового зображення з нега-двійковим: $\Delta^2_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...} = \Delta^{-2}_{[1-\alpha_1]\alpha_2[1-\alpha_3]\alpha_4...[1-\alpha_{2k-1}]\alpha_{2k}...}$, де

$$[0;1] \ni x = \Delta^{-2}_{\tau_1\tau_2...\tau_n...} \equiv \frac{2}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\tau_n}{(-2)^n},$$

легко встановлюється зв'язок між нега-двійковим і G-зображенням.

Означення 4. Ппроєктором G-зображення чисел у класичне двійкове зображення називається функція p, означена рівністю

$$p(x = \Delta^G_{\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...}) = \Delta^2_{0\alpha_1\alpha_2...\alpha_n...} \quad (6)$$

Коректність означення проєктора p неможлива без домовленості використовувати лише одне із зображень G-бінарних чисел, а саме $\Delta^G_{c_1...c_{m-1}01(0)}$, оскільки для різних зображень G-бінарного числа формула (6) визначає різні значення.

Легко бачити, що:

1) $\min\limits_{x \in [0;\frac{1}{2}]} p(x) = p(0 = \Delta^G_{(0)}) = 0; sup_{x \in [0;\frac{1}{2}]} p(x) = p(\frac{1}{3} = \Delta^G_{(1)}) = \frac{1}{2};$

2) $p(\frac{1}{2}t) = \frac{1}{2}p(t) \Leftrightarrow p(\Delta^G_{0\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots}) = \frac{1}{2}p(\Delta^G_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots})$;

3) $p(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}t) = \frac{1}{4} + \frac{1}{2}p(t) \Leftrightarrow p(\Delta^G_{1\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots}) = \frac{1}{4} + \frac{1}{2}p(\Delta^G_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\ldots})$.

Теорема 3. Функція pнеперервна по множині Uвсіх G-унарних чисел. Стрибок ρфункції $\rho(x)$ у G-бінарній точці рангу m дорівнює $\frac{1}{2^m}$.

Наслідок 6. Проєктор p є функцією необмеженої варіації.

Теорема 4. Для проєктора p виконується рівність $\int_0^{\frac{1}{2}} p(x)dx = \frac{1}{8}$.

Лема 4. Множиною значень функції $p(x)$ є відрізок [0; 0,5].

Лема 5. Графік Γ_p функції $p(x), x \in [0; 0{,}5]$, має самоподібну структуру $\Gamma_p = \varphi_0(\Gamma_p) \cup \varphi_1(\Gamma_p)$, де φ_0 і φ_1— перетворення подібностей:

$$\varphi_0 : \begin{cases} x' = \frac{1}{2}x, \\ y' = \frac{1}{2}y, \end{cases} \quad \varphi_1 : \begin{cases} x' = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}x, \\ y' = \frac{1}{4} + \frac{1}{2}y. \end{cases}$$

Наслідок 7. Самоподібна розмірність графіка Γ_p функції p дорівнює 1.

Теорема 5 (основний результат). Проєктор p є майже скрізь неперервною функцією (за виключенням точок зліченної множини), яка є ніде не монотонною функцією необмеженої варіації.

Список використаних джерел

1. Працьовитий М.В. Двосимвольні системи кодування дійсних чисел і їх застосування. — Наукова думка, Київ (2022);
2. Працьовитий М. В., Лисенко І. М., Маслова Ю.П. Геометрія числових рядів: ряд як модель дійсного числа в новій двосимвольній системі кодування чисел // Зб. праць Ін-ту математики НАН України, 15, № 1, 132 – 146 (2018).
3. Лисенко І.М., Маслова Ю.П., Працьовитий М.В. Двоосновна система числення з різнознаковими основами і спеціальні функції, з нею пов’язані // Зб. праць Ін-ту математики НАН України, 16, № 2, 50 – 62 (2019).
4. Працьовитий М. В., Гончаренко Я. В., Лисенко І. М. Нега-двійкове зображення дійсних чисел і його застосування // Наук. часопис Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. Сер. 01: Фіз.-мат. науки, № 17, 83 – 106 (2015).
5. Працьовитий М.В. Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. — Вид-во Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова, Київ (1998).
6. Працьовитий М. В., Дрозденко В.О., Лисенко І.М., Маслова Ю.П. Інверсор цифр G-зображення дійсних чисел і його структурна фрактальність // Буковин. мат. журн., 10, № 1, 100 – 109 (2022).
7. Pratsiovytyi M.V., Lysenko I. M., Maslova Yu. P. Group of continuous transformations of real interval preserving tails of G2 -representation of numbers // Algebra Discrete Math., 29, № 1, 99 – 108 (2020).

Працьовитий М.В.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Ратушняк С.П.
доктор філософії (111 Математика),
Інститут математики НАН України

СКІНЧЕННЕ І НЕСКІНЧЕННЕ ЛАНЦЮГОВЕ A_2-ЗОБРАЖЕННЯ ДІЙСНИХ ЧИСЕЛ

Нехай $A \equiv \{0;1\}$ – алфавіт, $L \equiv A \times A \times \ldots$ – простір послідовностей нулів та одиниць, $A_2 \equiv \{\frac{1}{2};1\}$, $L_2 \equiv A_2 \times A_2 \times \ldots$ – простір послідовностей елементів алфавіту A_2.

Нагадаємо, шо нескінченним ланцюговим дробом називається вираз виду

$$\cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \ddots \cfrac{1}{a_n + \ddots}}} = [0; a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots], \quad \text{де } a_n \in R. \tag{1}$$

Ланцюговий дріб (1) при $(a_n) \in L_2$ називається ланцюговим A_2-дробом (A_2-дробом). Відомо [2], що для довільного числа $x \in [\frac{1}{2};1]$ існує послідовність $(a_n) \in L_2$, така що $x = [0; a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots]$, де символічний запис $[0; a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots]$ – називається нескінченним A_2-зображення числа x. Існують числа, що мають два A_2-зображення $[0; a_1, a_2, \ldots, a_n, \frac{1}{2}, (\frac{1}{2}, 1)] = [0; a_1, a_2, \ldots, a_n, 1, (1, \frac{1}{2})]$ (їх називають A_2-*бінарними*). Множина таких чисел є зліченною. Усі решта чисел відрізка $[\frac{1}{2};1]$ мають єдине нескінченне A_2-зображення (їх називають A_2-*унарними*).

Геометрію зображень нескінченними ланцюговими A_2-дробами розкривають властивості циліндрів (множин чисел, що у A_2-зображенні перші m цифр фіксовані) і підхідних дробів.

Підхідним дробом порядку n числа x, шо зображається (скінченним чи нескінченним) ланцюговим дробом (1) називається раціональне число $\frac{p_n}{q_n}$, шо є значенням скінченного ланцюгового дробу $[0; a_1, a_2, \ldots, a_n] = \frac{p_n}{q_n}$. Для підхідних дробів мають місце система рекурентних співвідношень (закон утворення підхідних дробів): $p_{n+1} = a_{n+1} p_n + p_{n-1}$, $q_{n+1} = a_{n+1} q_n + q_{n-1}$, де $p_0 = 0$, $p_1 = 1$, $q_0 = 1$, $q_1 = a_1$, $a_n \in A_2$.

A_2-зображення легко перекодовується засобами двосимвольного алфавіту A, а саме:

$$x = [0; a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots] \equiv \Delta^{A}_{\alpha_1 \alpha_2 \ldots \alpha_n \ldots}, \text{ де } \alpha_k = 2a_k - 1, \ k \in N.$$

Останнє називається A-зображенням числа x.

Зображення чисел нескінченним ланцюговими A_2-дробами або йому відповідне A-зображення має широке застосування в конструктивній теорії локально-складних функцій, ергодичній [1], метричні [2,3], ймовірнісній [4] теорії чисел тощо. Зокрема в термінах A-зображення у роботі [1] вводиться клас функцій, породжених абсолютно збіжною послідовністю додатних чисел, шляхом поглиблення метричної теорії ланцюгового A_2-зображення доводить сингулярність функцій цього класу .

Нехай $[0; a_1, a_2, ..., a_n]$ – скінчений A_2-дріб, F – множина значень скінченного A_2-дробу. Очевидно, що найбільше значення скінченного ланцюгового A_2-дробу є число 2, а найменше – $\frac{1}{3}$. Відомо [3], що множина значень $F \subset [\frac{1}{3};2]$ є зліченною, щільною множиною у відрізку $[\frac{1}{2};1]$, а $F \setminus [\frac{1}{2};1]$ є зліченною множиною ізольованих точок, граничними точками якої є $\frac{1}{2}$ і 1.

Якщо x – значення скінченного ланцюгового A_2-дробу, яке менше $\frac{1}{2}$, то x є елементом відповідно зростаючої і спадної послідовностей $\omega_n = [0; (1, \frac{1}{2})^{n-1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$, $v_n = [0; (1, \frac{1}{2})^n]$, $n \in N$.

Якщо x – значення скінченного ланцюгового A_2-дробу, яке більше 1, то x є елементом відповідно спадної і зростаючої послідовностей $u_n = [0; \frac{1}{2}, (1, \frac{1}{2})^n]$, $s_n = [0; \frac{1}{2}, (1, \frac{1}{2})^{n-1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$, $n \in N$.

Таким чином, кожне число множини $F \setminus [\frac{1}{2};1]$ має єдине A_2-зображення.

У доповіді пропонуються результати дослідження систем зображення чисел ланцюговими A_2-дробами, їх ергодичній та метричній теоріях.

Список використаних джерел

1. Pratsiovytyi M.V., Goncharenko Y.V., Lysenko I.M., Ratushniak S. P. Continued A_2-fractions and singular functions. Matematychni Studii, 2022, 58(1), doi: 10.30970/ms.58.1.3-12.
2. Дмитренко С.О., Кюрчев Д.В., Працьовитий М.В. Ланцюгове A_2-зображення дійсних чисел // Український математичний журнал. – 2009, том 61, № 4. – С.452-463.
3. Працьовитий М. В. Двосимвольні системи кодування дійсних чисел та їх застосування. – Київ: Наукова думка, 2022. – 316с.
4. Працьовитий М.В. Сингулярність розподілів випадкових величин, заданих розподілами елементів свого ланцюгового зображення // Укр. мат. журн. — 1996. — 48, № 8. — С.1086-1095.

Продан І.І.
студентка,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Ратушняк С.П.
доктор філософії (111 Математика),
Інститут математики НАН України

ОДНЕ УЗАГАЛЬНЕННЯ q_0^∞-ЗОБРАЖЕННЯ ДІЙСНИХ ЧИСЕЛ

Нехай N (множина натуральних чисел) – алфавіт, $L \equiv N \times N \times \ldots$ – простір послідовностей елементів алфавіту, $\| q_{ij} \|$ – нескінченна стохастична «матриця», де $i \in \{0;1\}$, $j \in N$, така що $q_{0j} + q_{1j} = 1,\ j \in N$, $\prod_{j}^{\infty} \max\{q_{0j}, q_{1j}\}$.

Теорема. *Для довільного числа* $x \in (0;1]$ *існує єдина послідовність натуральних чисел* (a_n) *така, що*

$$x = \prod_{j=1}^{a_1} q_{0j} + \frac{q_{1a_1}}{q_{0a_1}} \prod_{j=1}^{a_1+a_2} q_{0j} + \ldots + \frac{q_{1a_1} \ldots q_{1a_n}}{q_{0a_1} \ldots q_{0a_n}} \prod_{j=1}^{\sum_{i=1}^{n+1} a_i} q_{0j} + \ldots \equiv \Delta^{Q_*^\infty}_{a_1 a_2 \ldots a_n \ldots}. \tag{1}$$

Розклад числа в ряд (1) називатимемо Q_*^∞*-представленням* числа x, а скорочений запис $\Delta^{Q_*^\infty}_{a_1 a_2 \ldots a_n \ldots}$ – його Q_*^∞*-зображенням*. Якщо елементи «матриці» $q_{0j} = q_0$ для $\forall j \in N$, то Q_*^∞-зображення є q_0^∞-зображенням чисел [1], що є нескінченно-символьним перекодуванням Q_2-зображення [2]. Якщо елементи «матриці» $q_{0j} = \dfrac{1}{2}$ для $\forall j \in N$, то Q_*^∞-зображення є 2^∞-зображенням дійсних чисел [3]. Тому Q_*^∞-зображення є узагальненням вказаних зображень.

Зауваження. *Між* Q_2^**-зображенням чисел проміжка* $(0;1]$*, що визначається стохастичною «матрицею»* $\| q_{ij} \|$ *і* Q_*^∞ *-зображенням, породженим «матрицею»* $\| q_{ij} \|$*, можна встановити відповідність* $\Delta^{Q_2}_{\underbrace{0\ldots0}_{a_1-1}1\ldots\underbrace{0\ldots0}_{a\ \ -1}1\ldots} = \Delta^{Q_*^\infty}_{a_1 \ldots a_n \ldots}$.

У доповіді пропонується обґрунтування існування Q_*^∞-розкладу чисел піввідрізка $(0;1]$, геометрія Q_*^∞-зображення чисел, а також застосування Q_*^∞-зображення чисел да задання фрактальних функцій і множин, зокрема множин канторівського типу.

Список використаних джерел

1. Гончаренко Я.В., Лисенко І.М. Геометрія нескінченно-символьного q_0^∞-зображення дійсних чисел та її застосування у метричній теорії чисел // Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат.науки. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. — 2013, № 15.— С. 100–118.
2. Працевитый Н.В. Случайные величины с независимыми Q_2-символами // Асимпт. методы в исслед. стохастических моделей. — К.: ИМ АН УССР, 1987. — С. 92–102.

3. Працьовитий М.В., Ісаєва Т.М. Кодування дійсних чисел з нескінченним алфавітом і основою 2 // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – 2013. – № 15. – С. 5-23.

Семко М.М.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Державний податковий університет
Требенко Д.Я.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ПРО БУДОВУ НЕПРИМАРНИХ УЩН[I)-ГРУП

Однією з найстаріших та актуальних задач теорії груп є вивчення впливу різних систем підгруп на будову всієї групи. Основною задачею теорії скінченних та нескінченних груп можна вважати “повний опис” всіх існуючих в природі груп або хоча б досить широких класів груп. Історія розвитку теорії груп, яка налічує вже понад сто років, показує, що такий опис можна отримати тільки при наявності досить суттєвих обмежень. Досить часто ці обмеження стосуються різних систем підгруп та їх властивостей. Наявність обмежень є необхідною для того, щоб отримати більш-менш прозорий опис. Будова групи значною мірою залежить від наявності деяких природних систем підгруп, їх розмірів, розташування в групі, взаємодії підгруп цієї системи між собою та з іншими підгрупами.

Починаючи з класичних робіт Р. Дедекінда [1] та Р. Бера [2], у яких описані дедекіндові групи (групи, всі підгрупи яких нормальні), почалося вивчення довільних груп G, у яких деяка система підгруп Σ групи G задовольняє умову нормальності. Цей напрямок є одним із важливих в теорії груп. Його головною метою є опис узагальнень дедекіндових груп. Одне із таких узагальнень здійснюється шляхом звуження системи підгруп Σ, що є нормальними в усій групі. Назване узагальнення дедекіндових груп можна знайти в роботах багатьох авторів.

У 1968 році А. Манн [3] почав вивчати групи, у яких нормальні не всі підгрупи системи Σ, а ті групи G, що мають нормальну підгрупу N, розміщену між будь-якими двома підгрупами A і B із Σ, де A – власна не максимальна підгрупа із B. У нього Σ – система всіх підгруп групи G. Групи, введені А. Манном, С. М. Черніков у 1975 році назвав групами з умовою щільності нормальності для всіх підгруп. Він же ввів поняття умов різної щільності для будь-якої теоретико-групової властивості V (доповнюваності, субнормальності, майже нормальності і т. д.) системи підгруп Σ [4, розділ 7]. Будемо говорити, що група G є групою з умовою різної щільності нормальності для Σ-підгруп, якщо для будь-якої такої пари підгруп $A < B$, що A не максимальна в B, існує нормальна в G підгрупа N і виконується одна із умов $A \leq N \leq B$, $A < N < B$, $A < N \leq B$, $A \leq N < B$. Якщо Σ – система всіх підгруп групи G, то одержуємо означення груп з умовами різної щільності нормальності для всіх підгруп (коротко *УЩН[ ]*-груп, *УЩН( )*-груп, *УЩН( ]*-груп, *УЩН[ )*-груп). Локально ступінчасті такого роду описані у роботах [5 – 10].

Якщо Σ – система всіх нескінченних підгруп групи G, то одержуємо означення груп з умовами різної щільності нормальності для нескінченних підгруп.

У даній роботі вивчаються *УЩН[I)*-групи. Група G називається *УЩН[I)*-групою, якщо вона нескінченна неабелева і G має щільну систему нескінченних нормальних підгруп такого виду: для будь-якої такої пари нескінченних підгруп $A < B$, що A не максимальна в B, існує нормальна в G підгрупа N і $A \leq N < B$. Наведено будову локально ступінчастих непримарних *УЩН[I)*-груп.

Лема 1. *Локально скінченна недедекіндова УЩН[I)-група G є або скінченним розширенням квазіциклічної групи, або центральним розширенням прямого добутку двох квазіциклічних підгруп за допомогою скінченної дедекіндової групи.*

Лема 2. *Періодична локально ступінчаста УЩН[I)-група локально скінченна.*

Лема 3. *Нехай G – локально ступінчаста УЩН[I)-група. Якщо група G не є скінченним розширенням квазіциклічної групи, то її комутант G' є елементарною абелевою групою порядку не вище* p^2.

Теорема 1. *Нескінченні недедекіндові локально ступінчасті УЩН[ )-групи вичерпуються групами типів:*

1) $G = C \times Q \times \langle z\rangle$, *C – квазіциклічна 2-група, Q – група кватерніонів порядку 8,* $|z| \in \{1, r\}$, *r – просте число;*

2) $G = ((C \times \langle u\rangle) \leftthreetimes \langle v\rangle) \times \langle z\rangle$, *C – квазіциклічна p-група,* $[u,v] = c \in C$, $|c|=p$, $|u| \in \{p, p^2\}$, $|v| \in \{p, p^2\}$, $[C, \langle v\rangle]= 1$, $|z| \in \{1, r\}$, *r – просте число, при* $|z|=r$ $|u|=|v|=p$;

3) $G = CF$, *C – квазіциклічна p-група,* $[C, F]= 1, C \cap F = \langle c\rangle$, $F= (((\langle c\rangle \times \langle u\rangle) \leftthreetimes \langle v\rangle) \times \langle a\rangle) \leftthreetimes \langle b\rangle$, $|u|=|v|=|c|=|a|=|b|=p$, $[u,v] = c = [a,b]$, $[u,b] = [v,b] = 1$.

Теорема 2. *Нехай G – недедекіндова локально ступінчаста УЩН[I)-група, яка є центральним розширенням прямого добутку двох квазіциклічних підгруп* R_1 *і* R_2 *за допомогою скінченної дедекіндової групи. Якщо* $R_1 \times R_2$ *– непримарна група, то групи G вичерпуються групами типів* $G = R_0 \times G_1$, R_0 *– квазіциклічна q-група,* $q \notin \pi(G_1)$, G_1 *– група одного із типів 1 – 3 теореми 1.*

Теорема 3. *Нехай G – недедекіндова локально ступінчаста УЩН[I)-група, яка є центральним розширенням прямого добутку двох квазіциклічних підгруп* R_1 *і* R_2 *за допомогою скінченної дедекіндової групи. Якщо* $R_1 \times R_2$ *– примарна p-група, то групи G вичерпуються групами типів:*

1) $G = P \times \langle d\rangle$, *група P є прямим добутком* $K \times P_1$ *квазіциклічної 2-групи K і 2-групи* $P_1 = C \times Q$, *C – квазіциклічна 2-група, Q – група кватерніонів порядку 8,* $|d| = q$, *q – просте число, яке не дорівнює 2;*

2) $G = P \times \langle d\rangle$, *група P є прямим добутком* $K \times P_1$ *квазіциклічної p-групи K і p-групи* $P_1 = ((C \times \langle u\rangle) \leftthreetimes \langle v\rangle) \times \langle z\rangle$, *C – квазіциклічна p-група,* $[u,v] = c \in C$, $|c|=p$, $[C, \langle v\rangle]= 1$, $|u|=|v|=p$, $|d| = q$, *q – просте число, яке не дорівнює p;*

3) $G = P \times \langle d\rangle$, *група P є прямим добутком* $K \times P_1$ *квазіциклічної p-групи K і p-групи* $P_1 = CF$, *C – квазіциклічна p-група,* $[C, F]= 1$, $C \cap F = \langle c\rangle$, $F= (((\langle c\rangle \times \langle u\rangle) \leftthreetimes \langle v\rangle) \times \langle a\rangle) \leftthreetimes \langle b\rangle$, $|u|=|v|=|c|=|a|=|b|=p$, $[u,v] = c = [a,b]$, $[u,b] = [v,b] = 1$, $|d| = q$, *q – просте число, яке не дорівнює p.*

Список використаних джерел

1. Dedekind R. Uber Gruppen, deren sammtliche Teiler Normalteiler sind. *Math. Ann*. 1897. 48. P. 548–561.
2. Baer R. Situation der Untergruppen und Struktur der Gruppe *S.-B. Heidelberg Akad*. 1933. 2. P. 12–17.
3. Mann A. Groups with dense normal subgroups. *Israel J. Math*. 1968. 6, № 1. P. 13–25.
4. Черников С. Н. Группы с заданными свойствами системы подгрупп. М.: Наука, 1980. 384 с.
5. Семко М. М. Будова локально ступінчастих ненільпотентних УЩН[ ]-груп. *Укр. мат. журн*. 1997. Т. 49, № 6. С.789–798.
6. Семко М. М. Будова одного класу груп з умовами щільності нормальності для підгруп. *Укр. мат. журн*. 1997. Т. 49, № 8. С. 1148–1151.
7. Семко М. М. Про будову УЩН[ ]-груп з елементарним комутантом рангу два. *Укр. мат. журн.* 1997. – Т. 49, № 10. – С. 1396–1403.
8. Семко М. М. Про будову УЩН[ ]-груп // *Укр. мат. журн*. 1998. Т. 50, № 9. С.1250–1261.
9. Семко М. М. Будова локально ступінчастих УЩН( ]-груп. *Укр. мат. журн*. 1998. Т. 50, № 11. – С. 1532–1536.
10. Семко М. М. Будова локально ступінчастих УЩН[ )-груп. *Укр. мат. журн*. 1999. Т. 51, № 3. – С. 383–388.

Сердюк М.В.
аспірант,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПСЕВДО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ЗІ СЛАБКИМ ВИРОДЖЕННЯМ ДЛЯ РАДІАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ P-АДИЧНОГО АРГУМЕНТУ

1. *Вступ*

Теорія p-адичної математичної фізики, у якій розглядаються відображення з поля p-адичних чисел $\mathrm{Q_p}$ в поле комплексних чисел C, є добре розвиненою. p-адичні моделі мають важливі застосування в теорії струн, гравітації та космології [1], [4], [5].

У статті А.Н. Кочубея [2] було знайдено правий обернений до оператора дробового диференціювання Владімірова $D^\alpha, \alpha > 0$. Виявляється, що це дозволяє звести p-адичну задачу Коші для радіальних функцій до інтегрального рівняння, властивості якого нагадують властивості класичних рівнянь Вольтерра.

У роботі [3] було досліджено нелінійну задачу Коші

$$(D^\alpha u)(|t|_p) = f(|t|_p, u(|t|_p)),\ 0 \neq t \in \mathrm{Q_p},\ u(0) = u_0. \tag{1}$$

Тут

$$(D^\alpha \varphi)(t) = \frac{1-p^\alpha}{1-p^{-\alpha-1}} \int_{Q_p} |y|_p^{-\alpha-1} \left[\varphi(t-y) - \varphi(y)\right] dy. \tag{2}$$

оператор дробового диференціювання Владімірова на неархімедовому локальному полі $\mathrm{Q_p}$.

За відповідних умов [3], нелінійне інтегральне рівняння, що відповідає (1), є a) локально розв'язним, b) його розв'язок продовжується на всі $t \in \mathrm{Q_p}$, та c) розв'язки задовольняють задачу Коші. Однак, питання про властивості сингулярних аналогів таких рівнянь залишається відкритим.

Тому ми розглядаємо клас рівнянь з виродженням

$$|t|_p^{\gamma}\,(D^{\alpha}u)(|t|_p) = f(|t|_p, u(|t|_p)),\ 0 \neq t \in \mathrm{Q_p}, \tag{3}$$

де $\gamma > 0$, та розширюємо методи з [2,3] на випадок слабкого виродження для $\gamma < \min(1, \alpha)$.

2. Існування м'яких розв'язків

Нехай $\alpha > 0,\ \gamma > 0$. Ми розглядаємо задачу

$$|t|_p^{\gamma}\,(D^{\alpha}u)(|t|_p) = f(|t|_p, u(|t|_p)),\ \ 0 \neq t \in \mathrm{Q_p},\ \ u(0) = u_0. \tag{4}$$

Ми припускаємо, що функція $f : p^{\mathrm{Z}} \times \mathrm{R} \to \mathrm{R}$ задовольняє умови

$$|f(|t|_p, x)| \leq M, \tag{5}$$

$$|f(|t|_p, x) - f(|t|_p, y)| \leq F\,|x - y|, \tag{6}$$

для всіх $t \in \mathrm{Q_p}$, $x, y \in \mathrm{R}$ і деяких сталих M, F, незалежних від t, x, y.

Із задачею (4) ми пов'язуємо інтегральне рівняння

$$u(|t|_p) = u_0 + I^{\alpha}\Big[|\cdot|_p^{-\gamma}\ f(|\cdot|_p, u(|\cdot|_p))\Big](|t|_p), \tag{7}$$

де p-адичний дробовий інтеграл визначається для довільної основної функції $\varphi \in D(\mathrm{Q_p})$ наступним чином

$$(I^{\alpha}\varphi)(t) = \frac{1 - p^{-\alpha}}{1 - p^{\alpha - 1}} \int\limits_{|y|_p \leq |t|_p} (|t - y|_p^{\alpha - 1} - |y|_p^{\alpha - 1})\varphi(y)dy,\ \ \alpha \neq 1,$$

$$(I^{1}\varphi)(t) = \frac{1 - p}{p \log p} \int\limits_{|y|_p \leq |t|_p} (\log|t - y|_p - \log|y|_p)\varphi(y)dy.$$

Означення. Будемо називати розв'язок u рівняння (7), якщо він існує, *м'яким розв'язком* задачі Коші (4).

Позначимо $\tilde{f}(|t|_p, u(|t|_p)) = |t|_p^{-\gamma}\ f(|t|_p, u(|t|_p)),\quad 0 \neq t \in \mathrm{Q_p}$. Тоді функція $\tilde{f}$ задовольняє:

$$|\tilde{f}(|t|_p, x)| \leq M\,|t|_p^{-\gamma},\ \text{для всіх}\ t \in \mathrm{Q_p},\ \ x \in \mathrm{R}, \tag{8}$$

$$|\tilde{f}(|t|_p, x) - \tilde{f}(|t|_p, y)| \leq F\,|x - y|\,|t|_p^{-\gamma},\ \text{для всіх}\ t \in \mathrm{Q_p},\ \ x, y \in \mathrm{R}, \tag{9}$$

та задача (4) еквівалентна

$$(D^{\alpha}u)(|t|_p) = \tilde{f}(|t|_p, u(|t|_p)),\ \ 0 \neq t \in \mathrm{Q_p},\ \ u(0) = u_0. \tag{10}$$

Теорема 1. Нехай $\gamma < \min(1, \alpha)$ та виконуються умови (5), (6). Тоді задача (4) має єдиний локальний м'який розв'язок, тобто інтегральне рівняння (7) має розв'язок $u(|t|_p)$, визначений для всіх $|t|_p \leq p^{N}$, де $N \in \mathrm{Z}$ достатньо від'ємне, і довільний інший розв'язок $\bar{u}(|t|_p)$, якщо він існує, збігається з u для $|t|_p \leq p^{K}$, де $K \leq N$.

Ми шукаємо розв'язок рівняння (7) методом послідовних наближень:

$$u_k(|t|_p) = u_0 + I^\alpha \tilde{f}(|\cdot|_p, u_{k-1}(|\cdot|_p))(|t|_p), \tag{11}$$

і доводимо, що послідовність $\{u_k\}$ збігається рівномірно на кулі $|t|_p \le p^N$ для достатньо малого N до границі u, яка є розв'язком рівняння (7).

3. Продовження розв'язків

Для того, щоб продовжити локальний розв'язок, отриманий в Теоремі 1, на весь простір $\mathrm{Q_p}$, ми можемо застосувати Лему 2 [2], яка гарантує існування оберненого до D^α оператора I^α, до функції $\tilde{f}$, та підставити явний вираз для $I^\alpha \tilde{f}$ у рівняння (7). Отже, щоб знайти розв'язок для $|t|_p = p^{N+1}$ у випадку $\alpha \ne 1$, ми маємо розв'язати рівняння

$$u(p^{N+1}) = u_0 + v_0^{(N)} + p^{\alpha N} \tilde{f}(p^{N+1}, u(p^{N+1})), \tag{12}$$

де

$$v_0^{(N)} = \frac{1-p^{-\alpha}}{1-p^{\alpha-1}} \int\limits_{|y|_p \le p^N} \left(p^{(N+1)(\alpha-1)} - |y|_p^{\alpha-1}\right) \tilde{f}(|y|_p, u(|y|_p))dy \tag{13}$$

відома стала. Аналогічно, у випадку $\alpha = 1$,

$$u(p^{N+1}) = u_0 + v_0^{(N)} + p^N \tilde{f}(p^{N+1}, u(p^{N+1})), \tag{14}$$

$$v_0^{(N)} = \frac{1-p}{p\log p} \int\limits_{|y|_p \le p^N} \left(\log p^{N+1} - \log|y|_p\right) \tilde{f}(|y|_p, u(|y|_p))dy. \tag{15}$$

Таким чином, ми доводимо наступну теорему про продовження розв'язку.

Теорема 2. Нехай $\gamma < \min(1, \alpha)$, функція f задовольняє умови (5) та (6) в наступному вигляді:

$$|f(p^l, x) - f(p^l, y)| \le F_l\,|x-y|, \quad x, y \in \mathrm{R}, \ l \in \mathrm{Z}, \tag{16}$$

де $0 < F_l < p^{-\alpha l}$ для $l \in \mathrm{Z}$. Тоді локальний розв'язок рівняння (7) може бути продовжений до глобального розв'язку, визначеного для всіх $t \in \mathrm{Q_p}$.

4. Перехід від інегрального рівняння до диференціального

Аби тепер повернутися до диференціальної форми початкового рівняння, ми припускаємо, що функція f задовольняє умови (5) та (16). Нехай $u(|t|_p)$ - розв'язок, отриманий послідовними наближеннями для $|t|_p \le p^N$ та продовжений як в (12). Тоді для всіх $l \ge N$:

$$u(p^{l+1}) = u_0 + v_0^{(l)} + p^{\alpha l} \tilde{f}(p^{l+1}, u(p^{l+1})), \tag{17}$$

де $v_0^{(l)}$ визначена в (13), (15).

Теорема 3. За умов (16), (18), та

$$|f(p^l, x)| \le Ap^{-\beta l}, \ l \ge 1, \ \forall x \in \mathrm{R}, \tag{18}$$

де $\beta + \gamma > \alpha$, розв'язок рівняння (7), отриманий ітераційно з наступним продовженням, задовольняє рівняння (4).

Доведення цієї теореми спирається на наступне твердження.

Твердження 1. Нехай функція f задовольняє умови (16) та (18). Тоді функція $u(|t|_p)$, $|t|_p \leq p^{l+1}$, яка є розв'язком рівняння (7), задовольняє умови існування $D^\alpha u$ (Лема 1, [2]), та функція $\tilde{f}$ задовольняє умови Леми 3 [2], за яких існує $(D^\alpha I^\alpha \tilde{f})(|t|_p)$ для всіх $|t|_p \neq 0$.

5. Висновки

Було знайдено умови локальної та глобальної розв'язності для важливого класу псевдо-диференціальних рівнянь зі слабким виродженням із оператором D^α, $\alpha > 0$.

Наступним етапом нашого дослідження буде дослідження рівнянь з сильним виродженням.

Список використаних джерел

1. Albeverio S., Khrennikov A. Yu., Shelkovich V. M. Theory of p-Adic Distributions. *Cambridge University Press*, 2010. 352 p.
2. Kochubei A. N. Radial Solutions of non-Archimedean Pseudo-differential Equations. *Pacif. J. Math*. 2014. Vol. 269. P. 355-369.
3. Kochubei A. N. Nonlinear pseudo-differential equations for radial real functions on a non-Archimedean field. *J. Math. Anal. Appl*. 2020. Vol. 483. P. 1-11.
4. Vladimirov V. S., Volovich I. V., Zelenov E. I. p-Adic Analysis and Mathematical Physics. *World Scientific,* Singapore, 1994. 352 p.
5. Kozyrev S. V. Methods and applications of ultrametric and p-adic analysis: From wavelet theory to biophysics. *Proc. Steklov Inst. Math.,* 2011. Vol. 274 (1 Suppl.). P. 1-84.

Скакун Д.Ю.
аспірант,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ПОГЛИБЛЕННЯ НЕРІВНОСТІ БЕРРІ - ЕССЕЄНА ДЛЯ СТАНДАРТНОГО НОРМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ

Одним з класичних результатів теорії ймовірностей є центральна гранична теорема, яка стверджує, що для послідовності однаково розподілених незалежних в сукупності випадкових величин ξ_n, які є стандартизованими тобто $M(\xi_n) = 0, D(\xi_n) = 1, \forall\, n \in N$для довільного відрізка $[a; b]$ виконується граничне співвідношення:

$$\lim_{n\to\infty} P\left(\frac{\xi_1 + \cdots + \xi_n}{\sqrt{n}} \in [a; b]\right) = G(b) - G(a),$$

де

$$G(x) = \int_0^x \frac{e^{-\frac{x^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}} dx$$

Відомо, що величина $P\left(\frac{\xi_1+\cdots+\xi_n}{\sqrt{n}} < x\right)$ достатньо швидко збігається до $F_\eta(x)$, однак цікаво оцінити відповідну швидкість. Відповідну оцінку надає нерівність Беррі – Ессеєна:

$$\left|P\left(\frac{\xi_1+\cdots+\xi_n-nM(\xi_1)}{\sigma_\xi\sqrt{n}} < x\right) - F_\eta(x)\right| \le \frac{C\cdot M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3)}{\sqrt{n}\cdot{\sigma_\xi}^3},$$

у загальному випадку в ролі сталої можливо взяти $C = 0{,}4784$. На даний момент відповідну сталу продовжують уточнювати [5]. Безумовно актуальним питанням являється проблема уточнення сталої C для конкретних класів випадкових величин.

Мета дослідження: поглибити нерівність Беррі - Ессеєна для нормального розподілу.

Відповідно нерівність Беррі – Ессеєна має вигляд:

$$\left|P(\xi_1+\cdots+\xi_n < t) - F_\eta\left(\frac{t-nM_{\xi_1}}{\sigma_{\xi_1}\sqrt{n}}\right)\right| \le \frac{C(\xi)\cdot M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3)}{\sqrt{n}\cdot\sigma_{\xi_1}^3},$$

Формалізуємо процес ідентифікації сталої $C(\xi)$. Введемо функцію:

$$g_n(t) = \frac{\sqrt{n}\cdot\sigma_{\xi_1}^3}{M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3)}\cdot\left|P(\xi_1+\cdots+\xi_n < t) - F_\eta\left(\frac{t-nM_{\xi_1}}{\sigma_{\xi_1}\sqrt{n}}\right)\right|$$

Тоді маємо:

$$C(\xi) = \sup_n\left(\sup_R g_n(t)\right).$$

Таким чином, якщо позначити

$$B_n = \sup_R\left(\frac{\sqrt{n}\cdot\sigma_{\xi_1}^3}{M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3)}\cdot\left|P\left(\frac{\xi_1+\cdots+\xi_n-nM_{\xi_1}}{\sigma_{\xi_1}\sqrt{n}} < x\right) - F_\eta(x)\right|\right),$$

далі сталу визначаємо як відповідний сопремум:

$$C(\xi) = \sup_n(B_n).$$

Для нормального розподілу маємо

$$M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3) = \int_{-\infty}^{+\infty}\frac{e^{-\frac{x^2}{2}}\cdot|x^3|}{\sqrt{2\pi}}dx \approx 1{,}5958$$

$$\frac{\sigma_{\xi_1}^3}{M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3)} =\approx 0{,}6266.$$

У загальному випадку маємо:

$$g_n(t) = 0{,}6266\sqrt{n}\cdot\left|P(\xi_1+\cdots+\xi_n < t) - F_\eta\left(\frac{t}{\sqrt{n}}\right)\right|,$$

При $n = 2$, маємо наступну функцію

$$g_2(t) = 0{,}6266\sqrt{2}\cdot\left|P(\xi_1+\xi_2 < t) - F_\eta\left(\frac{t}{\sqrt{2}}\right)\right|$$

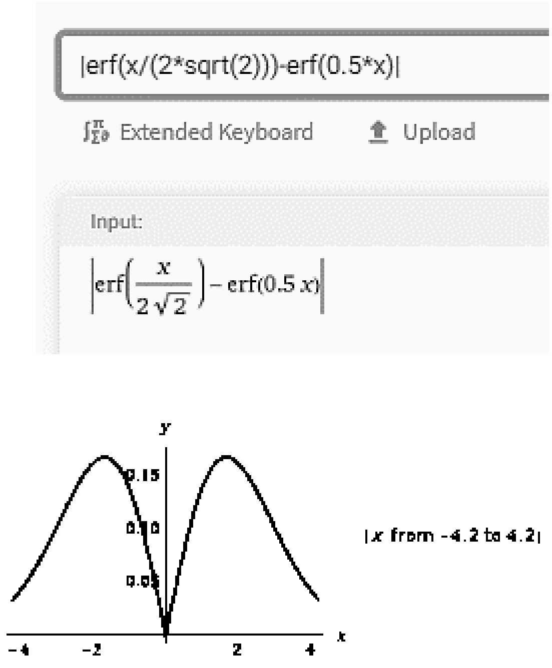


Рис 1. Графік $g_2(x)$.

Таблиця 1.

Значення $\sup_R g_n(t)$ для стандартного нормального розподілу

n	$sup_R\, g_n(t)$.
20	0,243
30	0,282
40	0,287
50	0,289

Таким чином, для стандартного нормального розподілу можливо вказати наступне поглиблення нерівності Беррі – Ессеєна:

$$\left|P\left(\frac{\xi_1+\cdots+\xi_n}{\sqrt{n}}<x\right)-F_\eta(x)\right| \le \frac{0,29\cdot M(|\xi_1-M(\xi_1)|^3)}{\sqrt{n}\cdot\sigma_{\xi_1}^3}.$$

Подальші перспективи: безумовно цілком природним є питання поглиблення нерівності Беррі – Ессеєна в різних класах випадкових величин, зокрема сингулярних.

Список використаних джерел

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1988. 448 с.
2. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятностей и математическая статистика. К.: Вища шк., 1988. 439 с.
3. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.:Наука, 1974. 120 с.
4. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М.: Мир, 1984. Т. 1. 527 с., Т. 2. – 751 с.
5. Korolev, V. Yu.; Shevtsova, I. G. On the upper bound for the absolute constant in the Berry-Esseen inequality. *Theory of Probability and its Applications*. Vol.54, Iss.4 (2010).

Skuratovskii R.V.
Phd (Phys. & Math),
National Aviation University, Kyiv, Ukraine,
National Taurida University. V. I. Vernadsky, Kyiv, Ukraine,

PERMUTATIONAL WREATH PRODUCT OF SYMMETRIC GROUPS AND ITS NORMAL SUBGROUPS

In this research we continue our previous investigation of wreath product normal structure [1].

The lattice of normal subgroups and their properties for finite iterated wreath products $S_{n_1} \wr S_{n_2} \wr \ldots \wr S_{n_m}$, $n_i \in \mathbf{N}$ are found. Special classes of normal subgroups and their orders and generators are found. Further, the monolith (i.e. the unique minimal normal subgroup) of these wreath products has been investigated.

The trivial subgroup we denote by E, the permutational wreath product of S_{n_2} with S_{n_2} is denoted by $S_{n_1} \wr S_{n_2}$.

Let $k(\pi)$ be the number of cycles in decomposition of permutation π of degree n.

The number $n-k(\pi)$ is denoted by $dec(\pi)$, and is called a decrement [5] of permutation π.

As well known [5] the minimal number of transpositions in factorization of a permutation π on transpositions is happen to be equal to $dec(\pi)$. We set $dec(e)=0$. Therefore the decrement of n-cycle is $n-1$.

If $\pi_1, \pi_2 \in S_n$, then the following formula holds:

$$dec(\pi_1 \cdot \pi_2) = dec(\pi_1) + dec(\pi_2) - 2m, m \in \mathbf{N}, \tag{1}$$

where m is number of joint simplifying transpositions in π_1 and π_2. Note, that a decrement of permutation's product $\pi_1\pi_2$ can be lesser then decrement of each permutation π_1, π_2.

We introduce the following generalization of diagonal subgroup of the wreath product base.

Definition 1. The set of elements from wreath product $S_n \wr S_n$, $n \ldots 5$ or $n=3$ of the tableaux form: $[e]_1$, $[a_1, a_2, \ldots, a_n]_2$, satisfying the following condition

$$\sum_{i=1}^{n} dec([a_i]_j) = 2k, k \in \mathbf{N}, \tag{2}$$

we will call set of type $\tilde{A}^{(2)}$ and denote this set by $E \wr \tilde{A}_n$.

For brevity of notation this subgroup be also denoted by $\tilde{A}_m^{(2)}$. Let subdirect product be defined by ⊠. It follows directly from the definition that the set of these elements supplemented by the operation of multiplication in the subdirect product, coincides with the group $E \ltimes (S_n \boxtimes S_n \boxtimes \ . \ . \ . \ \boxtimes S_n)$, where subdirect product is defined by ⊠, and satisfies to condition (2), and subdirect multiplier S_n appears *n* times.

Proposition 1. The set of elements $E \wr \tilde{A}_n$ forms the normal subgroup i.e. $E \wr \tilde{A}_n \lhd S_n \wr S_n$.

The intersection of all non-trivial normal subgroups $Mon(G)$ of G **is called the *monolith*** of a group G. If $Mon(G) \neq <1>$, then the group G is called monolithic, and, in this case, $Mon(G)$ is the least non-trivial normal subgroup of G.

The **monolith** of $S_n \wr S_m$ is $E \wr A_m$.

Proposition 2. Elements of first type form the subgroup $e \wr A_n$. This subgroup is the **monolith of** $S_n \wr S_m$.

Note that if we remove E by A_n or by S_n in $E \wr \tilde{A}_n \lhd S_n \wr S_n$ then we obtain the new normal subgroup again.

Now we can recursively construct easiest and elegant subgroup $E \wr \tilde{A}_n^{(2)} \lhd S_n \wr S_n \wr S_n$.

Definition 2. The subgroup $E \wr \tilde{A}_n^{(2)}$ be denoted by $\tilde{A}_n^{(3)}$. This subgroup $E \wr \tilde{A}_n^{(2)} \lhd S_n \wr S_n \wr S_n$. The order of $E \wr \tilde{A}_n^{(2)}$ is $(n!)^{n^2} : 2^n$.

Let the set of elements from $S_n \wr S_n \wr S_n$, $n \geq 3$ of the form: $[e]_1$, $[e, e, \ldots, e]_2$, $[a_1, a_2, \ldots, a_{n^2}]_3$ satisfying the following condition

$$\sum_{i=1}^{n^2} \mathrm{dec}([a_i]_3) = 2k, \quad k \in \mathbf{N}.$$

be denoted by $\tilde{A}_{n^2}^{(3)}$.

Remark 1. We note that $\tilde{A}_n^{(3)} < \tilde{A}_{n^2}^{(3)}$. The order of $\tilde{A}_{n^2}^{(3)}$ is $(n!)^{n^2} : 2$.

Proposition 3. The set of elements of type $\tilde{A}_{n^2}^{(3)}$ forms a subgroup in $S_n \wr S_n \wr S_n$, $n \geq 3$.

This subgroup is $\tilde{A}_{n^2}^{(3)} \lhd S_n \wr S_n \wr S_n$, $n \geq 3$.

Definition 3. A subgroup in $S_n \wr S_n$ is called $\tilde{T}_n$ if it consists of:

1) elements of the form $E \wr A_n$,
2) elements with the tableau [2] presentation $[e]_1$, $[\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_n]_2$, that $\pi \in S_n \setminus A_n$.

One easy can validates a correctness of this definition, i.e. that the set of such elements form a subgroup and its normality. This subgroup has structure $\tilde{T}_n \simeq (\underbrace{S_n \times S_n \times S_n \times \ldots \times S_n}_{n}) \rtimes C_2 \simeq S_n \boxplus S_n \boxplus S_n \boxplus S_n \ \ . \ . \ . \ \boxplus S_n$, where the operation of a subdirect product $\boxplus$ is determined by Definition 3, and subdirect multiplier S_n appears *n* times.

Definition 4. A subgroup in $S_n \wr S_n \wr S_n$, $n \geq 3$ is called $\tilde{T}_{n^2}$ if it consists of:

1) elements of the form $E \wr E \wr A_n$,

2) elements with the tableau [2] presentation $[e]_1$, $[e, e, \ldots, e]_2$, $[\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_n]_3$, wherein $\pi_i \in S_n \setminus A_n$.

Proposition 4. The subgroup $A_n \wr A_n \wr A_n$ of $S_n \wr S_n \wr S_n$, $n \geq 3$ has normalizer $N_{S_n \wr S_n \wr S_n}(A_n \wr A_n \wr A_n) \simeq S_n \wr A_n \wr A_n$.

Lemma 1. All normal subgroups N_i of $S_n \wr S_m$ are presented in one of the following form:

1) $E \wr N_i$, where $N_i \lhd \prod_{i=1}^{n} S_m^{(i)}$ i.e. N_i is a normal subgroup in the base of $S_n \wr S_m$ and invariant relatively to conjugation in wreath product.

2) $A_j \wr N_i$, where N_i is form 1) and $A_i \lhd S_n$ subgroups which possesses the quotient subgroup of the form A_i such that A_i can be extended by N_i to $S_n \wr S_m$.

Theorem 1. Proper normal subgroups in $S_n \wr S_m$ (active is on the left), where $n, m > 3,\ \ n, m \neq 4$ are of the following types:

1) subgroups that act only on the second level (stabilizing the first level [6] are $E \wr A_n$, $E \wr \tilde{A}_m$, $\tilde{T}_m$, $E \wr S_m$.

2) subgroups that act on both levels are $\tilde{A}_n \wr \tilde{A}_m, S_n \wr \tilde{A}_m, A_n \wr \mathrm{S}_m$, wherein the subgroup $S_n \wr \tilde{A}_m \simeq (S_m \boxtimes S_m \boxtimes S_m \boxtimes \ \ldots\ \boxtimes S_m) \ltimes S_n$, endowed with the subdirect product satisfying to condition (2), and denoted by ⊠. Note that in the last formula subdirect product ⊠ multiplier S_m has multiplicity *n*.

Moreover $S_n \wr \tilde{A}_m$ has two isomorphic copies, embedded into $S_n \wr S_m$ in different ways.

Thus, the total number of proper normal subgroups in $S_n \wr S_m$, where $n, m > 3,\ \ n, m \neq 4$ is 8.

The subgroups $A_n \wr \tilde{A}_m = W'$ and $A_n \wr S_m$ are the new normal proper subgroups of $S_n \wr S_m$ relative to the normal subgroups of $S_n \wr A_m$.

Let K_4 be Klein subgroup.

The group $W_4 = S_4 \wr S_4$ has the same 10 normal subgroups as $S_n \wr S_m$, for $n, m > 3,\ \ n, m \neq 4$, and **3 additional** subgroups: $E \wr K_4$, $K_4 \wr \tilde{A}_4$, $K_4 \wr S_4$ in case $n = 4$.

Theorem 2. There are exactly 5 proper normal subgroups in the wreath product $W = A_n \wr S_n$. The list of these subgroups is:

1. $E \wr A_n$, this is the subgroup of the stabilizer of the first level $St_W(1)$ [6,8],

2. subgroup $\tilde{T}_n$, that is the subgroup of $St_W(1)$,

3. $St_{W'}(1)$, this is a subgroup of the the first type in terms of Theorem 1 having the structure $E \wr \tilde{A}_n$,

4. W', this is a subgroup of the second type and W' has the structure $A_n \wr \tilde{A}_n$,

5. $St_W(1)$, this is a proper normal subgroup of W. In this case as well as in case $W = S_n \wr S_n$ the normal subgroup $St_W(1)$ has structure the same as $E \wr S_n$.

Note that $A_n \wr A_n \lhd A_n \wr \tilde{A}_n$.

The subgroup of $S_n \wr S_n \wr S_n$ having structure $E \wr \tilde{T}_n$ is denoted by $\tilde{T}_n^{(3)}$. This subgroup has structure $\tilde{T}_n^{(3)} \simeq S_n \boxplus S_n \boxplus S_n \ ... \boxplus S_n \times S_n \boxplus S_n \boxplus S_n \ ... \boxplus S_n \times ... \times S_n \boxplus S_n \boxplus S_n \ ... \boxplus S_n$, where a tuple $S_n \boxplus S_n \boxplus S_n \ ... \boxplus S_n$ repeats n times, holds.

Automorphism g is called ***finite*** if it exists $n \geq 1$ such that $g|_v = e$ [6] for all $v \in X^*$, $|v| \geq n$. The set of all finite automorphisms generates the group $Aut_f X^*$.

Definition 5. Tableau u has ***depth*** m if all $[u]_i = \varepsilon$ provided $i = 1, 2, ..., m-1$; and $[u]_m \neq \varepsilon$.

Let H be a proper normal subgroup with depth k.

Corollary 1. Subgroup H contains all finite elements with even product of permutations on level.

Let the set of normal subgroups of $S_n \wr S_n$ be denoted by $N(S_n \wr S_n)$, wherein a subgroup with number i from $N(S_n \wr S_n)$ be denoted by $N_i(S_n \wr S_n)$.

To obtain the embedding theorem of $N_i(S_n \wr S_n)$ in $S_n \wr S_n \wr S_n$ we rely on Theorem 1. and Lemma 1.

Theorem3. The full list of normal subgroups of $S_n \wr S_n \wr S_n$ consists of 50 normal subgroups. These subgroups are the following:

1. Type T_{023} contains: $E \wr \tilde{A}_n \wr H, \tilde{T}_n \wr H$, where $H \in \{\tilde{A}_n, \tilde{A}_{n^2}, S_n\}$. There are 6 subgroups.

2. **The second type of subgroups is subclass in** T_{023} with new base of wreath product subgroup $\tilde{A}_{n^2}$: $E \wr S_n \wr \tilde{A}_{n^2}, E \wr N_i(S_n \wr S_n)$. Therefore this class has 12 new subgroups. Thus, the total number of normal subgroups in **Type** T_{023} is 18.

3. **Type** T_{003}: $A^{(3)}_{00(n^2)} = E \wr E \wr \tilde{A}_{n^2}$, $\tilde{T}_{n^2}^{(3)}$, $\tilde{T}_n^{(3)}$. Hence, here are 3 new subgroups.

4. **Type** T_{123}: $N_i(S_n \wr S_n) \wr S_n$, $N_i(S_n \wr S_n) \wr \tilde{A}_n$ and $N_i(S_n \wr S_n) \wr \tilde{A}_{n^2}$. Thus, there are 29 new normal subgroups in T_{123}.

Definition 6. The set of elements from $\wr_{i=1}^{\infty} S_{n_i}$, $n..3$ with depth j satisfying for each $l..j$ the following condition

$$\sum_{i=1}^{n} dec([a_i]_l) = 2k, k \in \mathbf{N},$$

is called H_j.

Statement 1. The following subgroup embedding is valid:

$$H_1 \supset H_2 \supset H_3 \supset ....$$

Statement 2. Each subgroup H_j is a normal subgroup in $\wr_{i=1}^{\infty} S_{n_i}$.

Statement 3. Let H be a normal subgroup of $W = \wr_{i=1}^{\infty} S_{n_i}$. Let us assume that $H_1 < H$. Then $\wr_{i=1}^{\infty} S_{n_i} / H$ is isomorphic to some subgroup of the group $\prod_1^{\infty} Z_2$.

Baire space is often presented by a tree of **finite sequences of natural numbers**.

Let $W_1 = S_X$ be a symmetric group of permutations on X, then we can determine group recursively $W_{n+1} = (W_n, X^n) \wr S_X$ as wreath product of W_n acting of X^n with permutation group acting on X. The base of wreath product consists of functions $Fun(X^n, S_X)$. But taking into account that S_X acts on X we can consider functions $Fun(X^n, X) =: B_n$. This subgroup B is a kernel of natural epimorphism:

$$\rho_n : W_{n+1} \to W_n.$$

Or in general case $\rho_{k,n} : W_k \to W_n$, where $W_k = \wr_{i=1}^{k} S_{n_i}$. In such a way we can construct inverse system of groups:

$$I = \langle \rho_n, W_{n+1} \rangle$$

Let $W_k = \wr_{i=1}^{k} S_{n_i}$. The projective limit $PW_\infty(X)$ of the inverse system $I = \langle \rho_{k,n}, W_{k+1} \rangle$ is found.

Theorem 4. An isometry group of Baire space is isomorphic to $PW_\infty(X)$.

REFERENCES

1. Skuratovskii R.V. Invariant structures of wreath product of symmetric groups. Naukovuy Chasopus of Science hour writing of the National Pedagogical University named after M.P. Dragomanova. (in ukrainian) Series 01. Physics and Mathematics. — 2009. Issue 10. — P. 163 – 178.
2. Kaloujnine L. A. Sur les p-group de Sylow du groupe sym´etrique du degr´e p^m C. R. Acad. Sci. Paris. — 1945. — 221. — P. 222–224.
3. V. I. Sushchansky. Normal structure of the isometric group of metric spaces of p-adic integers / V. I. Sushchansky. Algebraic structures and their application. Kiev, *Visn of KNU,* vol. 8. (1988). P. 113–121.
4. Aviv Rotbart. Generator sets for the alternating group. Seminaire Lotharingien de Combinatoire 65 (2011), Article B65b.
5. Sachkov, V.N. Combinatorial methods in discrete Mathematics. Encyclopedia of mathematics and its applications 55. Cambridge Press. 2008. P. 305.
6. R. V. Skuratovskii. On commutator subgroups of Sylow 2-subgroups of the alternating group, and the commutator width in wreath products Ruslan V. Skuratovskii. *European Journal of Mathematics.* Vol. 7: 1. (2021), P. 353-373.
7. Drozd, Y.A., Skuratovskii R.V. Generators and relations for wreath products of groups. *Ukr. Math. J.* 2008, 60, pp. 1168–1171.
8. R. Grigorchuk, V. Nekrashevich, V. Sushchanskii, Automata, Dynamical Systems, and Groups, *Trudy mat. inst. imeny Steklova*. №231. 2000 134–214.
9. Ruslan V. Skuratovskii Normal subgroups of iterated wreath products of symmetric groups and alternating with symmetric groups [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.03752.

Собчук В.В.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Зеленська І.О.
аспірант,
Київський національний університет імені Т.Г. Шевченка

ПОНЯТТЯ "ТОЧКИ ЗВОРОТУ" В СУЧАСНІЙ ТЕОРІЇ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Теорія сингулярно збурених диференціальних рівнянь являє собою дуже потужний математичний апарат для прикладної сфери сучасної науки. Розроблено досить ефективні методи дослідження сингулярно збурених диференціальних рівнянь із стабільним спектром [Като, Коул, Ломов, Маслов, Митропольський, Самойленко, Шкіль]. Основним джерелом СЗДР з нестабільним спектром виродженого оператора є рівняння Ліувілля вигляду

$$y''(x,\lambda)+\left[\lambda^2 r(x)+p(x)\right]y(x,\lambda)=h(x), \tag{1}$$

яке досліджується при великих значеннях параметра λ.

У 1837 р. Ліувілль та Грін [1] показали, що у випадку, коли $r(x)>0$, загальний розв'язок однорідного рівняння (1) у нульовому наближенні має вигляд

$$y^{+}(x,\lambda)\cong\left[r(x)\right]^{-1/4}\cdot\left[C_1\cos\{\lambda\varphi_1(x)\}+C_2\sin\{\lambda\varphi_2(x)\}\right], \tag{2}$$

а коли $r(x)<0$, то маємо нульове наближення:

$$y^{-}(x,\lambda)\cong\left[-r(x)\right]^{-1/4}\cdot\left[C_3\exp\{\lambda\varphi_1(x)\}+C_4\exp\{-\lambda\varphi_2(x)\}\right], \tag{3}$$

де $\varphi_1(x)=\int\sqrt{r(x)}dx,\qquad \varphi_2(x)=\int\sqrt{-r(x)}dx.$ (4)

Наближення (2) і (3) називають наближеннями Ліувілля-Гріна.

Проте ці розв'язки стають непридатними, коли незалежна змінна x наближається до нулів функції $r(x)$. Нулі цієї функції називають точками звороту рівняння (1).

Основними методами для побудови асимптотики розвязку такого типу задач є методи Лангера[13], Вазова[11], Цваана[12], Ломова[9]. Вагомий внесок зробили Накано, Лін, Нішімото[14-16].

Як відомо, чіткого і загального означення поняття "точка звороту" так і не набуло. На даний момент прийнято означати його в межах конкретної задачі. Але серед всього класу задач такого типу можна виділити підкласи, в яких поняття "точка звороту" набуває загальних рис. З огляду на це, а також на потреби теорії і практики цієї галузі диференціальних рівнянь, вбачаємо за необхідне класифікувати дане поняття за наступними характерними рисами:

I. Весь клас "точок звороту" можна поділити за так званою "кореневою" характеристикою на 2 підкласи:

а) **стабільна** "точка звороту": якщо при дослідженні коренів характеристичного рівняння виявляється, що вони уявні. В цьому випадку розв'язком заданого рівняння будуть так звані функції Ейрі-Дородніцина, а графіки цих функцій, які прийнято позначати $U_1(t)$ і $U_2(t)$ на заданому проміжку обмежені.[1]

б) **нестабільна** “точка звороту”: корені характеристичного рівняння дійсні. Розв’язком задачі, що містить таку “точку звороту” будуть функціїї Ейрі-Лангера, особливістю яких, є той факт, що одна з них $Ai(t)$ або $Bi(t)$ необмежено зростає коли $\varepsilon \to 0$.[7]

З іншого боку, тобто в залежності від розташування “точки звороту” на заданому відрізку по відношенню до граничних значень, всю множину понять можна класифікувати за так званою “позиційною” характеристикою:

а) якщо маємо рівняння, що містить точку звороту на відрізку $[0;l]$, то таку точку звороту будемо називати “**стабільною**” [8];

б) якщо маємо рівняння, що містить точку звороту на відрізку $[-l;0]$, то таку точку звороту будемо називати “**нестабільною**” [6];

в) якщо маємо рівняння, що містить точку звороту на відрізку $[-l;l]$, то таку точку звороту будемо називати “**внутрішньою точкою звороту**” [5].

II. За виглядом виродженого рівняння, “точки звороту” можемо розрізняти за так званою “виродженою” характеристикою:

а) якщо вироджене рівняння алгебраїчне, то таку точку звороту будемо називати **алгебраїчною**.

б) у випадку диференціального виродженого рівняння будемо мати **диференціальну** точку звороту [2,3]. В задачах типу Орра-Зоммерфельда

$$\varepsilon^3 y'''(x,\varepsilon) + x\tilde{a}(x)y'(x,\varepsilon) + b(x)y(x,\varepsilon) = h(x) \tag{5}$$

$$\varepsilon^2 y^{(IV)}(x,\varepsilon) + a(x)y''(x,\varepsilon) + b(x)y'(x,\varepsilon) + c(x)y(x,\varepsilon) = h(x) \tag{6}$$

в свою чергу диференціальна точка звороту може бути **диференціальною точкою звороту I роду** для рівняння (5)

$$-x\tilde{a}(x)\omega'(x) + b(x)\omega(x) = 0,$$

і **диференціальною точкою звороту II роду** для рівняння (6)

$$x\,\tilde{a}(x)\omega''(x) + b(x)\omega'(x) + c(x)\omega(x) = 0.$$

Список використаних джерел

1. Бобочко В.М., Перестюк М.О. Асимптотичне інтегрування рівняння Ліувілля з точками звороту. Київ: Наукова думка. 2002, 310 с.
2. Бобочко В.Н. Дифференциальная точка поворота в теории сингулярных возмущений. I. *Изв. Вузов. Математика*. 2002. №3. С. 3-14.
3. Бобочко В.Н. Асимптотическое интегрирование системы дифференциальных уравнений с точкой поворота. II. *Изв. Вузов. Математика*. 2002. № 5. С. 3–13.
4. Бобочко В.Н. Нестабильная дифференциальная точка поворота в теории сингулярных возмущений. *Изв. Вузов. Математика*. 2004. С. 5-12.
5. Болілий В.О., Зеленська І.О. Система сингулярно збурених диференціальних рівнянь з диференціальною внутрішньою точкою звороту І роду. *Вісник київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Серія фізико-математичні науки. 2014 - вип.1. С. 41-48.
6. Болілий В.О., Зеленська І.О. Нестабільна диференціальна точка звороту її роду в системі четвертого порядку. *Вісник Черкаського університету*. Серія : Фізико-

математичні науки. 2016. № 1. С. 75-82.
7. Болілий В.О. Нестабільна точка звороту в диференційному рівнянні третього порядку. *Математичні Студії*. 2002. С.157-168.
8. И. Зеленская Система сингулярно возмущенных уравнений с дифференциальной точкой поворота I рода. *Изв. Вузов. Математика*. 2015. № 3. С. 63-74.
9. Ломов С.А. Введение в общую теорию сингулярных возмущений. М.: Наука. 1981, 398 с.
10. Самойленко А.М., Ключник Про асимптотичне інтегрування лінійної системи диференціальних рівнянь з малим параметром при частині похідних *Нелінійні коливання.* 2009. Т.12, № 2. С.208-234.
11. Wasow W. Linear turning point theory. Springer-Verlaq New York Ins., 1985. 243 p.
12. Awrejcewicz J., Krysko V. Introduction to Asymptotic Methods. New York: Champan Hall. CRC Taylor Group, 2006. 242 p.
13. Langer R.E. The asymptotic solutions of a linear differential equations of the second order with two turning points. *Trans. Amer. Math. Soc*. V. 90, 1959. P.113–142.
14. Lin C.C., Rabenstein A.L. On the asymptotic theory of a class of ordinary differential equations of forth order. II Existence of solutions which are approximated by the formal solutions. *Studies in Appl. Math*, V. 48, 1969. P. 311-340.
15. Minoru Nakano and Toshihiko Nishimoto On an asymptotic expansion of solutions of ORR-sommerfeld type equation. *Lecture Notes in Mathematics*. 1971. V.243. P. 315-319.
16. Nishimoto T. A Turning Point Problem of an n[th] Order Differential Equation of Hydrodynamic Type. *Kodai.Math.Sem.Rep*. 1968. P. 315-319.

Stanzhytskyi O.M.
Dr.Sci. (Phyc. & Math.),
Taras Shevchenko National University of Kyiv

NEUTRAL FSDES IN HILBERT SPACES: EXISTENCE, UNIQUENESS OF SOLUTIONS AND INVARIANT MEASURE RESULTS

We study the large time behaviour of solutions of neutral type stochastic functional-differential equations of the form

$$d[u(t)+g(u_t)] = [Au + f(u_t]dt + \sigma(u_t)dW(t) \quad \text{for } t>0; \tag{1}$$

$$u(t) = \varphi(t), \;\; t \in [-h,0), \;\; h>0.$$

Here A is an inifinitesimal generator of a strong continuous semigroup $\{S(t), t \geq 0\}$ of bounded linear operators in a real separable Hilbert space H. The noise $W(t)$ is a Q-Wiener process on a separable Hilbert space K. For an arbitrary $h > 0$, we denote $C_h := C([-h,0],H)$ to be a space of continuous H-valued functions $\varphi : [-h,0] \to H$, equipped with the norm

$$\parallel \varphi \parallel_{C_h} := \sup_{t\in[-h,0]} \parallel \varphi(t) \parallel_H ,$$

where $\|\cdot\|_H$ stands for the norm in H. The functionals f and g map C_h to H, and $: C_h \to \mathcal{L}_2^0$, where $\mathcal{L}_2^0 = \mathcal{L}(Q^{1/2}K, H)$ is the space of Hilbert-Schmidt operators from $Q^{1/2}K$ to H. In our studies, the maps f and g do not satisfy the Lipschitz condition. Therefore, it is important for applications. Finally, $\varphi : [-h, 0] \times \Omega \to H$ is the initial condition, where (Ω, F, P) is the probability space.

We study the existence and uniqueness of the solution to the initial problem without the Lipschitz condition. Then we establish the Markov and Feller properties in the shift spaces for such equations, and using the compactness approach we establish the existence of invariant measures in the shift spaces for such equations. The obtained abstract results are applied to stochastic partial differential equations of the reaction-diffusion type. The problem of approximate control of such equations is also studied.

Яковлєв М.С.
аспірант,
Ральченко К.В.
доктор фіз.-мат. наук, доцент,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

АСИМПТОТИЧНА НОРМАЛЬНІСТЬ ОЦІНОК ПАРАМЕТРІВ ЗМІШАНОГО ДРОБОВОГО БРОУНІВСЬКОГО РУХУ

Велика кількість природних процесів, що змінюються з часом, традиційно моделюються математично з допомогою стандартного броунівського руху. Однак, чисельні дослідження демонструють існування процесів з властивостями автомодельності, довготермінової залежності та складними кореляційними структурами [9, 11], які не можуть бути належним чином змодельовані за допомогою лише броунівського руху. Натомість, можна використати дробовий броунівський рух з індексом Херста H, прирости якого корелюють, та який має властивості короткотермінової ($H < 1/2$) або довготермінової ($H > 1/2$) залежності [6].

Проте мають місце певні труднощі з використанням моделей на основі дробового броунівського руху, оскільки цей процес не є ні семімартингалом, ні процесом Маркова (при H не рівному $1/2$). Проте цю проблему можна вирішити використовуючи модель дробового броунівського руху, запропоновану в [2]. Вже існують певні практичні застосування цієї моделі [4, 11], а також її властивості більш детально описані в [12].

Нами досліджується наступна модель змішаного дробового броунівського рух

$$X_t = \sigma W_t + \kappa B_t^H, t \geq 0,$$

де W_t – вінерівський процес, B_t^H – дробовий броунівський рух з параметром Херста $H \in (0,1)$ W_t та B_t^H – незалежні. Задача полягає в оцінені невідомих параметрів (H, σ, κ) за спостереженнями $\{X_{kh}, k \in (N) \cup \{0\}\}, h > 0$.

Задача оцінювання параметрів моделі досліджується в [4, 10]. В [10] для оцінювання параметрів σ й κ та для отримання асимптотичних властивостей відповідних оцінок було використано метод максимальної правдоподібності, при цьому параметр Херста H вважався відомим. У роботі [4] автори розробили метод оцінювання параметрів на основі методу найменших квадратів, але побудовані оцінки не мають явного вигляду, тому стаття не надає жодних теоретичних властивостей.

У роботі [5] автори досліджували наступну модель змішаного дробового броунівського руху за наявності тренду:

$$X_t = \theta t + \sigma W_t + \kappa B_t^H, t \geq 0,$$

та проводили одночасне оцінювання невідомих параметрів (H,σ,κ,θ). Наша досліджувана модель є частковим випадком при $\theta = 0$. В [1] розглянуто оцінку параметра зсуву θ за умови, що параметри H та σ відомі та $\kappa = 1$. Одночасне оцінювання усіх чотирьох параметрів моделі , але з іншою параметризацією, також було досліджено в роботі [3].

Введемо наступні позначення:

$$\xi_N := \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\left(X_{(k+1)h} - X_{kh}\right)^2$$

$$\eta_N := \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\left(X_{(k+1)h} - X_{kh}\right)\left(X_{(k+2)h} - X_{(k+1)h}\right)$$

$$\zeta_N := \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\left(X_{(k+2)h} - X_{kh}\right)\left(X_{(k+4)h} - X_{(k+2)h}\right)$$

Позначимо $\tau_N = (\xi_N, \eta_N, \zeta_N)$. Відповідно до Леми 3.2 з [5] для довільного $H \in (0,1)$,

$$\tau_N \to \left(E\xi_N, E\eta_N, E\zeta_N\right) = \left(\sigma^2 h + \kappa^2 h^{2H}, \kappa^2 h^{2H}\left(2^{2H-1}-1\right), \kappa^2 h^{2H} 2^{2H}\left(2^{2H-1}-1\right)\right) =: \tau_0$$

м.н., при $N \to \infty$. Тоді для невідомих параметрів $(H,\sigma,\kappa,)$, $H \in (0,1/2) \cup (1/2,1)$ в роботі [5] були побудовані наступні консистентні оцінки (у випадку $\theta = 0$):

$$\hat{H}_N = \frac{1}{2}\log_{2+}\frac{\varsigma_N}{\eta_N}$$

$$\hat{\kappa}_N^2 = \frac{\eta_N}{h^{2\hat{H}_N}\left(2^{2\hat{H}_N-1}-1\right)}$$

$$\hat{\sigma}_N^2 = \frac{1}{h}\left(\xi_N - \hat{\kappa}_N^2 h^{2\hat{H}_N}\right)$$

У випадку $H = 1/2$ відповідна модель є неідентифіковною, тому цей випадок не розглядається. Використовуючи теоретичні результати описані в [7] та [8], нами було доведено асимптотичну нормальність оцінок у випадку $H \in (0,1/2) \cup (1/2,3/4)$, та побудовано формули для знаходження її асимптотичної коваріаційної матриці $\tilde{\Sigma}$. У випадку $H > 3/4$ не матиме місце асимптотична нормальність через порушення умов збіжності для рядів, які визначають відповідну асимптотичну коваріаційну матрицю $\tilde{\Sigma}$ для . Це є типовою ситуацією для моделей з дробовим броунівським рухом [2].

Введемо позначення:

$$\theta = \left(H, \kappa^2, \sigma^2\right), \widehat{\theta}_N = \left(\widehat{H}_N, \widehat{\kappa}_N^2, \widehat{\sigma}_N^2\right), N \in \mathrm{N}.$$

Визначимо також матрицю:

$$g'(\tau_0)=\begin{pmatrix} 0 & \dfrac{-1}{2\kappa^2 h^{2H}\left(2^{2H-1}-1\right)\log 2} & \dfrac{-1}{2\kappa^2 h^{2H}\left(2^{2H-1}-1\right)\log 2} \\ 0 & \dfrac{2}{h^{2H}}\dfrac{\left(2+\log_2 h\right)2^{2H}-2\left(\log_2 h+1\right)}{\left(2^{2H}-2\right)^2} & \dfrac{2}{h^{2H}}\dfrac{\left(2\log_2 h-\left(\log_2 h+1\right)2^{2H}\right)}{\left(2^{2H}-2\right)^2} \\ \dfrac{1}{h} & \dfrac{4\left(1-2^{2H}\right)}{h\left(2^{2H}-2\right)^2} & \dfrac{2}{h\left(2^{2H}-2\right)^2} \end{pmatrix}$$

Використовуючи отриману асимптотичну нормальність ми змогли сформулювати наш основний результат у вигляді такої теореми:

Теорема. Нехай $H \in (0,1/2) \cup (1/2,3/4)$. Оцінка $\widehat{\theta}_N$ є асимптотично нормальною, а саме

$$\sqrt{N}\left(\widehat{\theta}_N-\theta\right)=\sqrt{N}\begin{pmatrix}\widehat{H}-H \\ \widehat{\kappa}_N^2-\kappa^2 \\ \widehat{\sigma}_N^2-\sigma^2\end{pmatrix}\xrightarrow{d} N\left(\vec{0},\Sigma^0\right)$$

з асимптотичною коваріаційною матрицею Σ^0, яка знаходиться як $\Sigma^0=g'(\tau_0)\tilde{\Sigma}\left(g'(\tau_0)\right)^{\mathrm{T}}$, де $\tilde{\Sigma}$ - асимптотична коваріаційна матриця та $g'(\tau_0)$ визначена в (5).

Ми також дослідили поведінку побудованих оцінок чисельними методами за допомогою методу Монте-Карло й отримали цікаві результати. Виявилось, що для великих *H* побудовані оцінки є менш якісними ніж для малих значень *H*, а також для великих значень індексу Херста значно зростає складність та час обрахунків необхідних для оцінювання асимптотичних коваріаційних матриць для та . Наступним кроком у цій задачі є отримання аналогічних результатів для моделі з ненульовим параметром зсуву .

Список використаних джерел

1. C. Cai, P. Chigansky, and M. Kleptsyna, The maximum likelihood drift estimator for mixed fractional Brownian motion [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https:// arXiv:1208.6253v2 [math.PR] (2012).
2. P. Cheridito, Mixed fractional Brownian motion, *Bernoulli* 7 (2001), no. 6, 913–934.
3. J. Dufitinema, S. Pynnönen, and T. Sottinen, Maximum likelihood estimators from discrete data modeled by mixed fractional Brownian motion with application to the Nordic stock markets. *Communications in Statistics - Simulation and Computation, Vol.51. Iss.9* (2022), 1–24.
4. D. Filatova, Mixed fractional Brownian motion: some related questions for computer network traffic modeling. *International Conference on Signals and Electronic Systems*, IEEE, 2008, pp. 393–396.

5. A. Kukush, S. Lohvinenko, Y. Mishura, and K. Ralchenko, Two approaches to consistent estimation of parameters of mixed fractional Brownian motion with trend, *Statistical Inference for Stochastic Processes* 25 (2021), no. 1, 159–187.
6. Y. S. Mishura, Stochastic calculus for fractional Brownian motion and related processes, Lecture Notes in Mathematics, vol. 1929, Springer-Verlag, Berlin, 2008.
7. I. Nourdin, Selected aspects of fractional Brownian motion, *Springer Milan*, 2012, 124 p.
8. I. Nourdin, G. Peccati, and M. Podolskij, Quantitative Breuer–Major theorems, *Stochastic Processes and their Applications* 121 (2011), no. 4, 793–812.
9. S. Sadique and P. Silvapulle, Long-term memory in stock market returns: international evidence, *International Journal of Finance & Economics* 6 (2001), no. 1, 59–67.
10. W.-L. Xiao, W.-G. Zhang, and X.-L. Zhang, Maximum-likelihood estimators in the mixed fractional Brownian motion, *Statistics* 45 (2011), no. 1, 73–85.
11. W.-G. Zhang, W.-L. Xiao, and C.-X. He, Equity warrants pricing model under fractional Brownian motion and an empirical study, *Expert Systems with Applications* 36 (2009), no. 2, 3056–3065.
12. M. Zili, On the mixed fractional Brownian motion, *J. Appl. Math. Stoch. Anal.* (2006), Art. ID 32435, 9.

Секція

Сучасні проблеми фізики, історії, методології та методики навчання фізики

Арешкіна Т.О.
магістрантка,
Пудченко С.А.
завідувач лабораторії спеціального фізичного практикуму для магістрів,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ

Майже всі сучасні учні загальноосвітніх закладів освіти та студенти є активними суб'єктами віртуально-реального цифрового середовища, що пов'язано, здебільш, з їхнім спілкуванням та соціалізацією. Але ПК, ноутбук, а тим більше, смартфони, мають набір різних вбудованих аналого-цифрових і цифро-аналогових датчиків (залежно від року виготовлення та моделі), які, після завантаження і встановлення відповідного програмного забезпечення, перетворюють пристрій на сучасну дослідницьку лабораторію, оснащену усіма необхідними датчиками для проведення, обробки та аналізу результатів експерименту. Тому при проведенні фізико-природничих занять в школах і ВНЗ як у дистанційному, так і в очному форматі,доцільно використовувати ПК, ноутбуки та смартфони.

Перевагою використання смартфонів для проведення демонстрацій, виконання лабораторних робіт є його доступність, адже сьогодні смартфон є майже у кожного. Найпростіший смартфон має функції, за допомогою яких можна проводити вимірювання – компас, датчик серцебиття, генератори звуку, барометри та ін. Також є можливість завантажити необхідне програмне забезпечення у вільному доступі.

При вивченні теми «Звукові хвилі» можна запропонувати здобувачам освіти переглянути вже готові досліди та демонстрації на YouTube-каналах. Але більш корисно буде запропонувати проведення самостійного дослідження з використанням датчиків смартфона.

Запис звуку в ПК, ноутбуках, смартфонах – виключно цифровий. Записаний звук зберігається в аудіо файлі та після обробки може бути представлений на екрані монітора у вигляді пульсуючого графіка, який відображає зміну тиску повітря в зоні прослухування через рівні невеликі інтервали часу.

Для проведення дослідження можна використовувати додатки Tone generator та Sonic. Для роботи над визначенням діапазонів частот звукових хвиль, що сприймаються органами слуху людини, ці додатки необхідно встановити на різні смартфони та розташувати один навпроти іншого. У додатку Tone generator обрати режим Single oscillator та форму сигналу «синусоїда», далі, змінюючи гучність на смартфоні, зафіксувати мінімальну та максимальну частоти, при якій людське вухо відчуває звук. Виконання такої демонстрації дозволяє зробити висновок про залежність чутливості людського вуха від частоти коливань.

Для дослідження залежності між тембром звуку та частотою коливання у додатку Tone generator необхідно встановити режим Musical notes та, обираючи різні ноти, запропонувати визначити ноту звучання. При наявності у викладача камертону, наприклад, з частотою 440 Гц, обрати ноту у програмному забезпеченні А4 (440 Гц) та вдарившии молоточком по камертону, запропонувати порівняти звуки [1].

При виконанні демонстраційного експерименту залежності між гучністю звука та амплітудою звукових коливань у додатку Tone generator необхідно встановити режим Musical notes і обрати, наприклад, ноту А4 (440 Гц). Регулюючи гучність звуку стандартними засобами смартфону, спостерігати за змінами графіку амплітуди коливань у додатку Sonic на іншому смартфоні.

Робота з цими додатками також дозволяє самостійно дослідити, як форма звукової хвилі впливає на характер звуку. Для цього у додатку Tone generator обрати режим Single oscillator та форму сигналу «синусоїда». Відтворивши записаний файл звуку, спостерігати за графіком у додатку Sonic [2].

Самостійне виконання таких робіт та досліджень студентами або учнями сприятиме кращому запам'ятовуванню інформації, формування практичних навичок та вмінню аналітично мислити і аналізувати отримані практичні знання з використанням смартфонів як пристроїв АЦП і ЦАП. Нами було розроблено протокол та проведено лабораторну роботу з учнями 9-их класів з теми: «Дослідження звукових коливань різноманітних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових засобів.» у Ларжанській школі I-III ступеня освіти Одеської області Ізмаїльського району Саф'янівської сільської ради та спеціалізованій школі № 304 з поглибленим вивченням інформаційних технологій м. Києва. Роботу у Ларжанській школі 16 учнів класу проводили очно з використанням мобільних додатків Tone generator, Sonic та гучномір; всі працювали в парах. Учні навчились користуватись додатками та практично знаходити зв‘язок між характеристиками звукової хвилі і гучністю та висотою тону звуку. Лабораторна робота у спеціалізованій школі № 304 м. Києва проводилась з 40 учнями очно (два класи очного навчання), 20 учнів були відсутні на уроках з різних причин і проводили лабораторну роботу в домашніх умовах та 30 учнів працювали дистанційно (клас дистанційного навчання). Порівнявши рівень отриманих вмінь та знань з теми, можемо зробити висновок, що учні, які самостійно проводили дослідження, краще розуміють матеріал.

Список використаних джерел

1. Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл / В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків: Вид-во «Ранок», 2017. 272 с.
2. Фізика. Прикладні методики інструментальної цифрової дидактики: навчально-методичний посібник / І.С. Чернецький, І.А. Сліпухіна, Н.І. Поліхун. К., 2020. 204 с.

Благодаренко Л.Ю.
доктор пед. наук, професор,
Деражено А.В.
аспірантка,
Рокицький М.О.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ПРЕДМЕТУ "SCIENCE" В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Cambridge Pathway призначений для учнів віком від 5 до 19 років. Його широкий вибір предметів і гнучкість дають школам можливість сформувати навчальну програму так, щоб вона була захоплюючою та актуальною для їхніх учнів. Чотири етапи плавно ведуть від початкової до середньої та передуніверситетської школи. Кожен рівень – Cambridge Primary , Cambridge Lower Secondary , Cambridge Upper Secondary і Cambridge Advanced – базується на розвитку учнів на попередньому, але також може пропонуватися окремо [1].

Програма з природничих наук допомагає учням розвивати довічну цікавість до світу природи та дає їм змогу шукати наукові пояснення явищ, які їх оточують.

Що вивчають учні в курсі природничих наук?

Учні мислитимуть науково та розвиватимуть практичні навички разом зі знаннями та розумінням, що є життєво важливим для пояснення світу навколо нас. Покращення обізнаності учнів про науку в навколишньому світі розвиває у них відчуття того, що «наука для мене», допомагаючи їм підключитися до предмету. Такий підхід надає їм знання та навички, необхідні для досягнення успіху в науці на наступних етапах навчання та для прийняття усвідомленого вибору, включаючи розгляд питань сталого розвитку та вирішення проблем, з якими стикається наше середовище.

Ця навчальна програма охоплює шість основних напрямків, які називаються «ланцюгами», що працюють разом:

- Біологія – живі істоти та їх взаємодія.
- Хімія – наука про матерію.
- Фізика – взаємодія матерії та енергії.
- Земля та космос – планета Земля, ширша Сонячна система та за її межами.
- Думати та працювати як науковець – розвиває розуміння та навички наукових моделей і представлень, наукового пошуку та практичної роботи.
- Наука в контексті – допомагає вчителям продемонструвати актуальність науки для учнів і унікальність нашої наукової програми [3].

Підтримка, яка допомагає провести курс:

- Матеріали для оцінювання, включаючи тести на підвищення кваліфікації та минулі документи Cambridge Checkpoint.
- Рамка навчального плану.
- Онлайн та очне навчання.
- Схеми роботи.

- Посібник для вчителя.

Окремою перевагою курсу є використання цифрових технологій. Вони є цінним ресурсом, який може допомогти учням розвивати свої знання, розуміння та навички. Вони особливо корисні, якщо їх використовувати як один із ряду ефективних методи викладання та навчання. Метою використання цифрових технологій має бути вплив і прогрес, а не досягнення «залучення» і «захоплення».

Навчальний план і прогрес

У зв’язку з природою розвитку науки, деякі навчальні цілі розвиваються протягом кількох років, наприклад «Думати та працювати як науковець», щоб підтримувати майстерність цього навику.

Навчальна програма має спіральну структуру. Це означає що теми дублюються впродовж вивчання всієї програми, але надбудовуються нові знання навички та вміння. Наукові поняття вводяться протягом одного року, а потім вивчаються наново після перерви, наприклад навчання про хімічні та фізичні властивості в 7 класі та подальше вивчення в 9 класі. Це дає час для охоплення широти наукового змісту, а також розвиток глибини розуміння учнями всієї навчальної програми [3].

Посібники та підручники

Для кожного року навчання передбачається своя серія книжок. Вони всі розроблені для спільної роботи та не виключають одна одну.

Книга для учнів призначена для використання в класі під керівництвом учителя. Вона пропонує повне охоплення рамок навчального плану. Різноманітні дослідження, дії, запитання та зображення мотивують учнів і допомагають їм розвинути необхідні наукові навички. Кожен розділ містить можливості для оцінювання, диференціації та рефлексії, для підтримки потреби учнів і допомоги їм у прогресі.

Ресурс для вчителя є основою цієї серії, і там можна знайти все, що потрібно для проведення курсу, включаючи пропозиції щодо диференціації, оцінювання та мовної підтримки, ідеї для навчання, відповіді, тести та додаткові аркуші. Кожен ресурс для вчителя включає:

• Друковану книга з докладними примітками до кожної тем;

• Цифровий доступ із усіма матеріалами книги в цифровій формі, а також редаговані планові документи, додаткові вказівки, робочі таблиці тощо.

Робочий зошит, орієнтований на навички, забезпечує подальшу практику вивчення всіх тем у посібнику та ідеально підходить для використання в класі або як домашнє завдання. Трирівневий комплексний підхід до розвитку навичок сприяє видимому прогресу та забезпечує незалежне навчання, забезпечуючи підтримку кожного учня. Викладачі можуть призначати учням запитання з одного чи кількох рівнів для кожної вправи, або учні можуть просуватися по кожному з рівнів у вправі.

В онлайн доступі можна знайти цифрові версії книжок для учнів і робочими зошитами, укомплектовані спливаючими відповідями, розробленими для використання вчителями в класі [2].

Основу навчальної програми в Кембриджі було оновлено для навчання з 2021 року. Основу навчальної програми було розроблено, щоб допомогти учням розвинути розуміння світу природи, зокрема, як пояснювати та досліджувати явища.

Навчальний план включає три компоненти:

• чотири частини змісту (біологія, хімія, фізика та Земля та космос)

• напрям навичок під назвою «Мислити і працювати науково»
• контекстний напрям під назвою «Наука в контексті».

Біологія, хімія, фізика та Земля і космос забезпечують зміст наукових знань, який поступово розвивається від етапу 1 до етапу 6 і забезпечує плавне просування до Кембриджського навчання в середній школі та далі.

Навчальні цілі «Мислити і працювати науково» зосереджені на ключових наукових навичках, які розвиваються протягом курсу. Цей напрям поділяється на п’ять типів наукових досліджень:

• спостереження за часом;
• ідентифікація та класифікація;
• пошук шаблону;
• тестування;
• дослідження.

Наука в контексті дозволяє включати особисті, місцеві та глобальні контексти в наукові дослідження, роблячи науку актуальною для контекстів, з якими знайомі учні. Цей елемент рамки навчального плану пропонує велику гнучкість для вчителів і учнів у всьому світі.

В кінці кожного навчального року проводиться тест, в якому міститься певне відсоткове відношення всіх напрямків [4].

Наприклад,

Таблиця 1.

Відсоткове співвідношення напрямків

Етап	**Біологія**	**Хімія**	**Фізика**	**Земля і космос**	**Мислити і працювати науково**
2	22%	20%	20%	13%	25%
3	24%	18%	18%	15%	25%
4	20%	19%	19%	17%	25%
5	20%	18%	20%	17%	25%

Основа навчальної програми природничих наук сприяє підходу, заснованому на запитах, орієнтованому на учнів. Практична робота є важливою частиною вивчення природничих наук і розвиває дослідницькі навички учнів, такі як спостереження, вимірювання та поводження з обладнанням.

Вивчення предмету ведеться англійською мовою, для багатьох учнів вона є додатковою мовою. Для всіх учнів, незалежно від того, чи вивчають вони свою першу мову чи додаткову мову, мова є засобом навчання. Саме через мову учні отримують доступ до навчальних цілей уроку та передають свої ідеї.

Список використаних джерел

1. Кембріджська початкова школа. Cambridge Assessment International Education : веб-сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.cambridgeinternational.org/programmes-and-qualifications/cambridge-primary/
2. Cambridge Primary classroom support. Cambridge Assessment International Education [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.cambridgeinternational.org/programmes-and-qualifications/cambridge-primary/ classroom-support/
3. Cambridge Primary Science (0846/0097), Cambridge Assessment International Education : веб-сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.cambridgeinternational.org/programmes-and-qualifications/cambridge-primary/curriculum/science/
4. Assessment: Cambridge Assessment International Education : веб-сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.cambridgeinternational.org/programmes-and-qualifications/cambridge-primary/assessment/

Василенко С.Л.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Січкар Т.Г.
кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Тульженкова О.С.
аспірант,
Ярошко А.Л.
вчитель

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ТА РЕЛАКСАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ ЕПОКСИДНИХ ПОЛІМЕРІВ

На основі проведення дослідження питомої теплоємності епоксидних композицій наповнених високодисперсними порошками міді, нікелю та заліза зроблені висновки про стан взаємодії між полімерною матрицею та поверхнею наповнювача.

Введення в епоксидний полімер металевих наповнювачів дозволяє значно покращати такі важливі властивості композицій як теплопровідність, електропровідність, міцність тощо. Це досягається не тільки за рахунок безпосереднього адитивного вкладу металевого наповнювача, але і за рахунок змін, що відбуваються в полімерній епоксидній матриці під впливом наповнювача. Зміни в полімерній матриці традиційно вивчаються калориметричним методом, який є найбільш чутливим до змін структури композицій.

У роботі вивчались композиції на основі епоксидних смол епоксидної діанові ЕД-20 (ЕС) і епоксиурітанова (ЕУС), затверджених полетиленпліаміном ПЕПА. В якості наповнювачів були використані дисперсні метали: (Ni) - карбонільний нікель з розміром частинок 8-12 мкм; (Cu1) - електролітична дрібнодисперсна мідь з розміром частинок 5-8 мкм; (Cu2) - електролітична крупнодисперсна мідь з розміром частинок 90-120 мкм; (Fe1) - дрібнодисперсне карбонільне залізо з розміром частинок 2-5 мкм; (Fe2) - крупнодисперсне залізо з розміром частинок 90-120 мкм. Частинки заліза і міді фракціонували. Дослідження температурних залежностей питомої теплоємності проводились на динамічному калориметрі. На отриманих залежностях спостерігається класичний стрибок теплоємкості при склуванні з чітко вираженими температурами початку та закінчення основного релаксаційного процесу склування. Відповідні значення температурних параметрів процесу склування представлені в таблиці 1.

Аналіз цих результатів показує, що ширина температурного інтервалу склування суттєво змінюється від композиції до композиції, тобто є чутливою до типу наповнювача. Крім того, очевидним є зростання температури склування в ряду ЕС, ЕС-Cu2, ЕС-Fe1, ЕС-Ni. Знання температурних параметрів дозволило за методикою [1] визначити розрахункові значення "м’якої", головної та "жорсткої" складових склування вказаних композицій, які подані в таблиці 2, де ΔT_1 - розрахунковий температурний інтервал склування низькотемпературної ("м’якої") компоненти склування, ΔT_2 - розрахунковий температурний інтервал високотемпературної компоненти склування, $T_{\alpha 1}$ - температура склування "м’якої" компоненти, $T_{\alpha 2}$ - температура склування "жорсткої" компоненти.

Аналіз даних таблиці 2 показує, що перехід в ЕС близький до ізольованого, тобто "м’яка" та "жорстка" компоненти збігаються, а отже, склад сегментів сітки близький до гомогенного, що підтверджує висновок динамічних механічних досліджень про близькість епоксидної матриці до повного тверднення при 70 ^{0}С. Така ситуація зберігається для композицій ЕС-Fe1 та ЕС-Ni. Іншою вона є для системи ЕС-Cu2, де має місце помітне розшарування сегментального складу з суттєво різними температурами склування від 367 до 375 К.

Таблиця 1.

Температурні параметри процесу склування композицій на основі епоксидної діанової та епоксиуретанової смол

Найменування композиції	T_1 K	T_2 K	ΔT K	T_G K
ЕС	355	380	25	367
ЕС-Cu2	356	387	31	371
ЕС-Ni	378	400	22	389
ЕС-Fe1	370	387	17	379
ЕУС	351	392	41	373
ЕУС-Cu2	347	373	26	360
ЕУС-Ni	374	404	30	389
ЕУС-Fe1	367	398	31	383

Таблиця 2.

Розрахункові термодинамічні характеристики компонент склування композицій на основі епоксидної та епоксиуретанової смол

Найменування композиції	ΔT_1 K	ΔT_2 K	$T_{\alpha 1}$ K	$T_{\alpha 2}$ K
ЕС	23,3	23,4	366	368
ЕС-Cu2	23,4	23,8	367	375
ЕС-Ni	24,8	24,8	390	390
ЕС-Fe1	24,3	24,3	382	382
ЕУС	23,0	24,1	362	379
ЕУС-Cu2	22,8	23,0	358	362
ЕУС-Ni	24,5	24,8	386	391
ЕУС-Fe1	24,1	24,5	379	385

Експериментальні дані [2,3] вказують на кореляцію між процесами механічної та структурної релаксації, тобто йдеться про ідентичність кінетичних одиниць, що відповідають за однакові релаксаційні процеси при структурній та механічній релаксації. Виходячи з цього та змісту часу релаксації, можна вважати, що C_0 в теорії Волькенштейна-Птіцина є фактично півшириною інтервалу релаксаційного переходу на температурній залежності $C_р$.

Значення експериментальних та розрахункових параметрів дозволило в подальшому визначити релаксаційні характеристики склування в його складових: $B_{\alpha 1}$; B_{α}; $B_{\alpha 2}$ – відповідно періоди коливань сегментів "м’якої", головної та "жорсткої" складових склування, $U_{\alpha 1}$, U_{α}, $U_{\alpha 2}$ – відповідно енергії активації склування "м’якої", головної та "жорсткої" складових, ν_1, ν, ν_2 – рівень кооперованості відповідних компонент склування, тобто кількість кінетичних одиниць, які утворюють ближній порядок; $U_{\alpha 1 кооп}$; $U_{\alpha кооп}$, $U_{\alpha 1 кооп}$ - енергії активації склування відповідних кооперативів сегментів.

З аналізу проведеному в роботі слідує, що розпад близького до гомогенного складу сегментів ЕС на суттєво різні складові для ЕС-Cu2 при температурі склування "м’якої" компоненти, близької до характеристик вихідної матриці ЕС, свідчить про те, що взаємодію ЕС $\leftrightarrow$ Cu2 слід вважати слабкою. Це підтверджується, тим що характеристики "жорсткої" компоненти ЕС-Cu2 нижчі ніж для ЕС-Fe1 та ЕС-Ni. Навпаки, виродження трьох компонент склування в одну для Fe1 та Ni свідчить про гомогенізацію сегментального складу системи ЕС-Fe1 та ЕС-Ni за рахунок того, що при даному рівню взаємодії ЕС $\leftrightarrow$ Fe1 та ЕС $\leftrightarrow$ Ni відповідні наповнювачі своєю взаємодією з матрицею забезпечують зв’язування всіх кінетичних одиниць матриці. При цьому абсолютне значення енергії активації, періоду коливань кінетичних одиниць та рівня кооперованості свідчить про те, що ступінь взаємодії матриця – наповнювач зростає в ряду Cu_2-Fe1-Ni.

Таким чином, аналіз релаксаційних характеристик складових процесу склування епоксидних композицій дозволяє зробити слідуючи висновки:

- склування вихідної матриці ЕС близьке до гомогенного, що свідчить про досягнення конверсії, близької до повної;

- розшарування процесу склування системи ЕС-Cu2 свідчить про слабкість взаємодії ЕС $\leftrightarrow$ Cu2 та неможливість, при даній концентрації наповнювача поширення впливу цієї взаємодії на весь об’єм полімерної матриці. Можливо це зв’язано з великим розміром частинок міді (Cu2 має розмір близько 100 мкм), тобто з малою питомою поверхнею наповнювача;

- гомогенність сегментального складу систем ЕС-Fe1 та ЕС-Ni свідчить про досягнення оптимальних концентрацій Fe1 та Ni , при яких взаємодія наповнювача з матрицею перекриває весь об’єм полімеру. Це є наслідком як високого рівня взаємодії ЕС з поверхнею заліза та нікелю, так і високої питомої поверхні цих наповнювачів.

- зростання активаційних та кооперативних характеристик дозволяє побудувати ряд наповнювачів Cu2-Fe1-Ni в якому зростає активність відповідного наповнювача.

Список використаних джерел

1. Янчевський Л.К., Січкар Т.Г., Василенко С.Л., Шморгун А.В.. Особливості визначення релаксаційних характеристик процесу склування епоксидних полімерів //

К.-Матеріали Другої Всеукраїнської конференції викладачів фізики педагогічних інститутів та університетів, 1996 р.
2. Бартенев Г.М., Шут Н.И., Дущенко В.П., Сичкарь Т.Г. Релаксационные переходы в епоксидных полимерах. Высокомолекул. Соедин., 1986, т.28А, №3, с. 627-633.
3. Shut N.I., Sichkar T.G., Bartenew G.M.. Relaxation spectrometry of highly cross-linked polymer with epoxy lacquer resin base Acta Polymerica, 1987, vol. 38, №8, с. 477-482
4. Шут М.І., Сичкарь Т.Г. Даниленко Г.Д., Пактер М.К. Влияние реакционноспособных олигомеров на структуру и те-плофизические свойства эпок-сидных полимеров Пластмаси, 1988, №12, С.31-33.
5. Малежик П.М., Січкар Т.Г., Шут М.І.. Анізотропія фізико-механічних властивостей епоксидних систем, сформованих в магнітному полі. Луцьк: Волинь поліграф, 2014, 148 с.

Vasylyuk S.V.
senior lecturer,
State University of Telecommunications,
Zaitsev D.V.
senior lecturer,
Shupyk National Healthcare University of Ukraine

ATHEROMA REGRESSION WITH INTERMITTENT PNEUMATIC COMPRESSION

There are a huge amount of mathematical models for behavior modelling of arterial pulse wave. At the moment, there are many systems analyzing pulse waves (in most cases, mathematical statistics methods are used for the analysis). The idea of applying the apparatus of mathematical modeling in this topic seems to us auspicious, but most of mathematical models are quite complicated and difficult to apply in practice.

The method of pulse waves modeling based on soliton solution of Korteweg-de Vries equation is considered in this work, test calculations in Maple 8 environment are made. The results obtained allow us to speak about the applicability of soliton theory for pulse wave modeling. It is planned to analyze the possibility of further application of N-soliton solution for medical purposes.

Intermittent pneumatic compression (IPC) is used in patients with peripheral arterial disease and critical ischemia for its ability to increase arterial blood flow and having undefined benefit on plasma lipids. We predicted that, under compensated lipids ratio, IPC can promote the resorption of cholesterol deposits within 1.5-3 years [1].

A 54-year-old woman was admitted with complaints of frequent episodes of dizziness. The patient followed a diet, took omega-3 drugs and had a regular aerobic activity. An ultrasound examination revealed atheromas in the arteria carotis bifurcation, up to 10% on the right, and 30% on the left. IPC procedures lasting 72 minutes were carried out once a week for two years without lifestyle changing and with no additional medication. Each of 10 chambers was inflated for 1 s with the pressure 50 mm Hg. Two years later, an ultrasound scan was performed again by the same doctor and device. Atheromas decreased on the right up to 5% and on the left up to 25%.

The formation of stable laminar blood flow changes the expression of shear-dependent genes of endothelial cells to anti-inflammatory and anti-atherogenic [2]. Surface contacts augmentation leads to acceleration of cholesterol molecular transport, macrophage and endothelial progenitor cells migration [3].

The paper considers the approach of pulse waves modelling using soliton theory. The basic idea is that the real pulse wave nature is very similar to the properties of solitons. The central role is played by the elastic interaction properties between solitons and solitons with local perturbations.

References

1. Таршинова Л., Ельчиц Т., Зайцев Д. Теория и практика объёмного пневмопрессинга : монография. Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing, 2015. 250 С.
2. Kumar S. et al. Role of flow-sensitive microRNAs and long noncoding RNAs in vascular dysfunction and atherosclerosis. *Vascular Pharmacology*. 2019. Vol. 114. P. 76-92.
3. Francis A.A., Pierce G.N. An integrated approach for the mechanisms responsible for atherosclerotic plaque regression. Experimental and Clinical Cardiology. 2011. Vol. 16, № 3. P. 77-86.

Вернидуб Р.М.
доктор філософ. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Тартачник В.П.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Інститут ядерних досліджень НАН України

РОЛЬ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЛАБОРАТОРІЙ В УМОВАХ РОЗБУДОВИ КЛАСИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ПРИРОДНИЧИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Університетська наука і навчальний процес розвиваються у взаємозв’язку і вимагають відповідного організаційного і методичного забезпечення. Засвоєння студентами природничих, зокрема, фізичних спеціальностей програмного матеріалу, присвяченого вивченню фундаментальних законів природи та їх прикладних аспектів неможливе без активного їх залучення до наукової роботи, до участі в експериментальних та теоретичних дослідженнях. Особливо такий підхід важливий у розумінні застосування одержаних знань у майбутній професійній діяльності – на виробництві, коли необхідно розробляти нові технології і впроваджувати світові досягнення у розвиток сучасного галузей промисловості або у педагогічній чи науково-педагогічній діяльності.

Висока якість навчання і результативність наукової роботи в сучасному університеті не можуть розглядатися як два автономні процеси. Загальноєвропейські підходи до визначення ролі університетської освіти можна простежити в твердженні, що "...зростання знаннєвого суспільства залежить від виробництва нових знань, їх передачі через освіту і професійний вишкіл, їх поширення через інформаційні та комунікаційні технології та їх використання в нових індустріальних процесах і послугах» [1]. Практика показує, що формування таких компетентностей потребує засвоєння професійних умінь в комплексі з теоретичними знаннями, яке може реалізовуватися насамперед в умовах дослідницьких лабораторій при безпосередній участі студентів у вирішенні завдань наукового пошуку.

Наша мета полягає в представленні актуальних потреб розробки освітніх програм підготовки фахівців природничих спеціальностей, що взаємопов'язані з напрямами наукового пошуку випускаючої кафедри та необхідності розбудови сучасних дослідницьких лабораторій для реалізації наукових проєктів в поєднанні з освітньою діяльністю з підготовки фахівців.

При розробці освітніх програм підготовки фахівців бакалаврського, а особливо магістерського рівня формування змісту загальнопрофесійної та спеціальної підготовки, визначення відповідного переліку дисциплін навчального плану закладом вищої освіти здійснюється згідно з принципами автономії, з дотриманням цілей програми і орієнтацією на формування фахових компетентностей майбутнього фахівця, зорієнтованих на відповідні програмні результати навчання, розподіл яких за змістовими модулями формує спільне змістове ядро нормативної частини програми підготовки.

Постійне оновлення змісту варіативної складової професійної підготовки потребує розробки науково-педагогічними працівниками спеціальних навчальних курсів на основі новітніх результатів власних досліджень, залучення студентів до засвоєння матеріалу з наступним або одночасним їх включенням до наукових груп з метою проведення актуальних досліджень і розвитку їх дослідницьких компетентностей. Організація науково-дослідницької роботи студентів, яка включена в структуру навчальних планів, може бути реалізована у формі лабораторних робіт, проведення наукових семінарів, виконання практичних і самостійних завдань – колективних та індивідуальних наукових проектів за тематикою курсових проєктів, виконання бакалаврських та магістерських робіт, розв'язання проблемних і експериментальних завдань під час виробничої і переддипломної практик.

Запропонований підхід спрямований на використання механізмів поєднання форм організації освітнього процесу і науково-дослідницької роботи в процесі виконання лабораторного експерименту з метою створення дослідно-навчального середовища притаманного класичному університету, як умови його успішного розвитку відповідно до загальноєвропейських принципів розбудови спільного простору знань.

Важливо, що проведення лабораторних досліджень, в процесі яких відбувається актуалізація наукового експерименту, сприяє формуванню у студентів навичок експериментально-пошукової роботи і відпрацюванню вмінь роботи з лабораторним обладнанням. Такий підхід забезпечує залучення студента до наукової роботи дослідницьких груп за науковою тематикою кафедри, з можливістю офіційного зарахування до лаборантського складу. Такий механізм інтеграції навчального процесу і дослідницької роботи з метою створення освітньо-наукового простору університету забезпечує високоякісний процес “навчання через дослідження”.

Впровадження результатів науково-дослідної роботи в навчальний процес сприяє вдосконаленню змісту навчальних дисциплін, підвищує інтерес студентів до поглиблення і систематизації знань, посилює мотивацію до самостійної навчально-пізнавальної діяльності, що відбивається на розширенні їх професійних компетентностей, розвиває здатність до професійної мобільності і зростання.

Таким чином, для вдосконалення професійної підготовки фахівців природничих спеціальностей з використанням потенціалу дослідницьких лабораторій можна прийти до таких висновків:

– включення до освітніх програм підготовки фахівців навчальних курсів з лабораторною складовою, розроблених на основі найновіших досягнень науки сприяють актуалізації навчального матеріалу, як результату досліджень, які проводяться викладачами і забезпечують формування єдиного освітньо-наукового поля університету в якому навчальний процес розгортається в процесі безпосереднього залучення студентів до наукових пошуків;

– систематичне оновлення змісту вищої професійної освіти має реалізовуватися через механізми інтеграції змісту науки і освіти, що знаходять відображення в мобільності структури, змісту і організації вивчення варіативної складової освітніх програм на сучасному експериментальному обладнанні;

– безпосереднє залучення студентів до лабораторного експерименту, обробки результатів наукових досліджень підвищує інтерес студентів до поглиблення фахової підготовки, що відбивається на розширенні їх професійної компетентності, забезпечуючи високу конкурентоздатність на ринку праці.

Список використаних джерел

1. The role of universities in the Europe of knowledge. EUR-Lex [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/the-role-of-universities-in-the-europe-of-knowledge.html

Войтків Г. В.
кандидат пед. наук,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Процес оцінювання – це невід'ємна частина освітнього процесу, яка вагомо впливає на його якість. Сприйняття процесу оцінювання як складової навчального процесу, що забезпечує його ефективність чимало залежить від компетентності вчителя у цьому питанні. Існують різні підходи до оцінювання, які можна згрупувати у дві групи: традиційні, які орієнтовані на виявлення результатів, рівнів знань, для яких важливим показником є сама оцінка та підходи, які орієнтовані на здобувачів освіти, на особистісний прогрес кожного з них. Саме другий підхід, або ж – формувальне оцінювання, набуває все більшої затребуваності учнями й батьками, для яких важливими є розвиток, отримання якісних результатів навчання.

У науковій літературі є велика кількість публікацій, присвячених тематиці формувального оцінювання:

✓ Ф. Перрену пояснює, що формувальне оцінювання – це «будь-яке оцінювання, яке допомагає учневі навчатися та розвиватися [3];

✓ Б. Кові та Б. Белл стверджують, що формувальне оцінювання є «двостороннім процесом між учителем та учнем з метою оптимізації процесу навчання», звертають особливу увагу на співробітництво вчителя та учня [2];

✓ П. Блек вважає, що формувальне оцінювання – це «діяльність вчителя та учнів, яка надає відомості, які можуть бути використані для кореляції навчального процесу», наголошуючи на важливому значенні зворотного зв'язку у процесі навчання [2].

Незважаючи на велику кількість досліджень в цьому напрямі, питання умов ефективності формувального оцінювання досліджено не достатньо. Стихійне використання формувального оцінювання, як і педагогічної технології, дає випадкові успішні результати. Тому метою нашої роботи є дослідження умов ефективності формувального оцінювання на уроках фізики.

Безумовно, що якість освіти – значуща умова входження особистості на ринок праці, на формування її здатності до конкуренції й на економічно-соціальний статус, що можливо сьогодні при реалізації концепції навчання протягом усього життя. Необхідність навчатись протягом усього життя вносить зміни у розуміння процесів навчання, підходів до викладання та процесу оцінювання. Серед різноманіття моделей навчання та викладання, які відображають підходи до організації взаємодії між вчителем і суб'єктами навчального процесу, вчителем повинні обиратися моделі, що формують інтелект зростання. Широкою популярністю та ефективністю сьогодні користуються такі моделі: модель розвиваючого навчання (заснована на однойменній науковій концепції); модель проблемного навчання (основний спосіб – технологія проблемного навчання); ігрова модель навчання (основний засіб – дидактична гра); педагогічна та андрагогічна моделі навчання (відмінності цих моделей слідують з особливостей позиції, яку займає учень); особистісно орієнтована модель; моделі активного і інтерактивного навчання; саморегульована модель навчання. Для формування «інтелекту зростання» серед існуючих сьогодні підходів до оцінювання використовують саме формувальний підхід.

А. Сміт зауважує: «ключова місія формувального оцінювання» – це є підтримка учня у навчанні. Саме ця допомога сприяє впевненості учнів у власних уміннях, надає орієнтири та поради на деяких етапах навчання, сигналізує про труднощі, забезпечує діалог «учитель-учень», формує стратегію вдалого навчання [5]. Потужним модератором, який покращує навчання – є зворотний зв'язок. Саме зворотний зв'язок забезпечує вихід на індивідуальну навчальну траєкторію учня. В законі України «Про освіту» «індивідуальна освітня траєкторія – персональний шлях учня…, що формується з урахуванням його здібностей, інтересів, потреб, мотивації, можливостей і досвіду, ґрунтується на виборі здобувачем освіти темпу здобуття освіти, методів і засобів навчання» [1].

Існує велике різноманіття методів проведення оцінювальної діяльності рекомендованих вчителю, наприклад: міні-огляд; аналітичні питання; спрямована розшифровка; карти додатків; тижневі звіти; шкала; рефлексія; аналіз портфоліо; візьми і передай; внутрішнє/зовнішнє коло; газетний заголовок тощо. На практиці на у роках фізики більш використовуваними є усне опитування, мозковий штурм, тестування, фізичні диктанти, рефлексія тощо. Зручними методами для проведення формувального оцінювання є використання цифрових інструментів – тестувань, які дають можливість кожному учню та вчителю побачити результат, порівняти його із правильними відповідями з подальшими вказівками для роботи над усуненням прогалин. Опитування можуть проводитись і анонімно для спільної роботи над відповідями та взаємонавчання на отриманих результатах. Вчителю при підборі методів оцінювання слід орієнтуватись на їх відповідність меті оцінювання.

У практиці змішаного навчання, яка склалася сьогодні та в епоху цифровізації суспільства зручним для оцінювальної діяльності є використання цифрових інструментів, що має певні переваги:

- відсутність суб'єктивного ставлення вчителя до учня;
- швидка перевірка результатів програмою;
- одночасна залученість великої кількості учнів;
- швидкість проведення опитувань;
- відсутність страху помилитись і отримати негативну оцінку;
- отримання вчителем статистичної інформації для надання зворотного зв'язку.

Однак, як зазначає, Л. Шепард, оцінювання буде формуюче тільки в тому випадку, якщо його результати будуть негайно вживатися для визначення нових шляхів і форм навчання [6]. Що стосується підсумкового оцінювання, воно проводиться з метою встановлення відповідності знань учнів нормам і вимогам стандартів навчання і констатує факт навченості учнів, тобто в якій мірі вони засвоїли матеріал, якого їх навчили. Отже, підсумкова оцінка фокусується на результаті навчання [1].

У даній статті ми досліджували види оцінювання у сучасній школі, зокрема формувальне оцінювання, яке найкраще підходить для формування особистості, яка прагне і повинна вчитися протягом життя. В роботі визначено методи здійснення формувального оцінювання, наведено перелік методів формувального оцінювання найчастіше використовуваних вчителями. Формувальне оцінювання є ефективним, при наявності розуміння його призначення, як учнями, так і вчителями, при наявності правильно і вчасно організованого зворотного зв’язку, та при використанні вчителем сучасних цифрових інструментів оцінювання на уроці, які мають ряд переваг для виходу на оперативний та конкретний зворотний зв’язок.

Список використаних джерел

1. Закон України про освіту. Портал Верховної ради України [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19.
2. Black P. Formative Assessment and Curriculum Consequences. Curriculum and Assessment. 2000, p. 7–24.
3. Cowie B. A. Mode of Formative Assessment in Science Education. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*. 6 (1), 1999. P. 101–116.
4. Perrenoud, P. Towards a pragmatic approach to formative evaluation. Assessment of pupils’ achievements: Motivation and school success. Amsterdam: Swets and Zeitlinger. 1991, p. 79–101.
5. Smith, A., Lovatt, M. and Wise, D. Accelerated Learning: A User’s Guide, *Network Educational Press Ltd*, 2003, p. 132.
6. Shepard, L. A. The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 2000,p. 4–14.

Гасюк І. М.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Блискун М. І.
магістрантка,
Назар В. В.
магістрантка,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Якубовський П.П.
Івано-Франківський обласний інститут післядипломної освіти

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ХВИЛЬОВА ОПТИКА» У РАМКАХ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Вивчення розділу «Хвильова оптика» у шкільному курсі фізики передбачено навчальною програмою, рекомендованою МОН, у завершальному семестрі випускного класу. Це зумовлює певні складнощі як з точки зору мотивації дітей до вивчення предмету, так і через суто методично-організаційні фактори, пов'язані з передумовами викладання теми і формування відповідних компетентностей. Зокрема, у існуючих підходах майже не враховується той факт, що компетентності, отримані у процесі вивчення теми, впливають на формування світоглядних понять, таких як розуміння корпускулярно-хвильового дуалізму, уявлення про будову світу, основних теорій влаштування мікро- та макросвіту, розвитку інструментальної бази для дослідження природи. До того ж, у діючих підручниках поняття хвильової оптики подаються як розрізнені, окремі означення; не акцентується увага на тому, що всі хвильові явища у спостереженні світла є проявами єдиної хвильової природи. І якщо деяка увага приділяється роз’ясненню переходу від хвильової до квантової оптики, то практично не пояснюються закони геометричної оптики із позиції інтерференції хвиль. Отже, питання вдосконалення методики викладання розділу «Хвильова оптика» у рамках шкільного курсу є актуальною задачею сучасної дидактичної науки.

У пропонованому дослідженні зроблено спробу проаналізувати наявні у шкільній програмі підходи до вивчення теми «Хвильова оптика» та виокремити основні проблемні дидактичні аспекти при викладанні розділу. З цією метою здійснено аналіз наявних актуальних українських підручників, а також вітчизняних та зарубіжних публікацій щодо тематики вдосконалення викладання даної теми, використання засобів демонстраційного інструменту для формування тематичних фізичних уявлень.

Набуття учнями основних компетентностей з теми «Хвильова оптика» визначається формуванням розумінь низки фундаментальних понять, які означуються у попередньо вивчених розділах «Електрика і магнетизм», «Коливання і хвилі». Така логіка викладу матеріалу є цілком прийнятною, особливо якщо зважати на те, що у ній передбачається апріорне формування основних базових означень, таких як «хвиля», «фронт хвилі», «параметри хвилі (довжина, частота, амплітуда, фаза, швидкість поширення)», а також уявлення про поперечність електромагнітної хвилі. Ці поняття, поряд із попередньо вивченими означеннями і законами геометричної оптики, повинні стати понятійною основою розуміння явищ хвильової оптики. Основні підручники для школи, рекомендовані МОН України [1-6], в основному притримуються такого підходу, проте ці поняття подаються досить розрізнено, несистемно, а означення часто не відображають фундаментальної суті явищ, що вивчаються. До того ж, залишається не зовсім з'ясованим питання ролі демонстраційного експерименту при вивченні теми, його інтерпретації та послідовності використання у дидактичному процесі.

Аналіз сучасних методичних публікацій [7-14] показав наявність широкої зацікавленості до дослідження цього методичного питання з боку вітчизняних та зарубіжних вчених. Швидкий розвиток технічних засобів та застосування їх до класичного демонстраційного експерименту дозволяють переглянути дидактичні прийоми для кращого засвоєння понять хвильової природи світла. Нами враховано також досвід роботи з учителями фізики загальноосвітніх закладів, зафіксований під час занять у рамках курсів підвищення кваліфікації на базі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника та Івано-Франківського обласного інституту післядипломної освіти

У результаті запропоновано оптимальний з позиції врахованих аспектів порядок викладання питань інтерференції та дифракції світла для досягнення максимального дидактичного ефекту і удосконалення методики формування загальної фізичної картини світу як фундаментальної компетенції учнів школи. Основний акцент зроблений на формулюванні розширеного контексту викладання розділу «Хвильова оптика» з урахуванням доцільності використання та послідовності виконання демонстраційного експерименту і модельного пояснення навчального матеріалу.

Основою формування основних понять та висновків інтерференції світла служить аналогія між розумінням накладанням коливань однієї частоти у випадку механічних та електромагнітних хвиль. При цьому важливим є широке розуміння категорії «інтенсивність світла» як інтегральної величини, що сприймається приймачем і є пропорційною квадрату амплітуди коливання. Експериментальну демонстрацію інтерференційних явищ раціонально проводити після отримання висновків із суто теоретичних міркувань.

Важливим елементом розуміння переходу від хвильових понять до «геометричної» інтерпретації роботи оптичних приладів є висновок про інтерференційну природу формування зображення у оптичних приладах та системах. Тут доцільно застосувати традиційний понятійний апарат явища інтерференції, але доповнити його розумінням інтерференції від багатьох когерентних джерел, ввівши також означення таутохронізму.

Демонстраційний експеримент є визначальним стартовим фактором при означенні та поясненні дифракційних явищ. При цьому раціонально акцентувати увагу на єдності проявів хвильової природи світла у явищах інтерференції та дифракції, а дифракційні прояви розглядати з точки зору інтерференційних взаємодій. Також слід звернути увагу на пояснення принципу роботи дифракційної решітки, що легко зробити, використовуючи «ітераційний» підхід, суть якого полягає в переході від пояснення дифракції у паралельних променях від однієї щілини та «додаванням» паралельних щілин як когерентних джерел світла і спостереження їх інтерференції. При цьому слід зауважити, що основні уявлення дифракції світла та спостережувані межі їх прояву є дієвим інструментом для формування розуміння ідеї корпускулярно-хвильового дуалізму у поясненні поведінки матерії загалом.

Список використаних джерел

1. Засєкіна Т. М. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.): підруч. для 11кл. закладів загальної середньої освіти / Т. М. Засєкіна, Д. О. Засєкін. – К.:УОВЦ «Оріон», 2019. – 272 с.
2. Засєкіна Т. М. Фізика і астрономія (профільний рівень, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.): підруч. для 11кл. закладів загальної середньої освіти / Т. М. Засєкіна, Д. О. Засєкін. – К.:УОВЦ «Оріон», 2019. – 304 с.
3. Сиротюк В. Д. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навч. Програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.): підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти / Володимир Сиротюк, Юрій Мирошніченко. – Київ: Генеза, 2019. – 368 с.
4. Коршак Є. В. Фізика: 11 кл.: підруч. для загальноосвіт. навч. закл..: рівень стандарту / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко,В. Ф. Савченко. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.
5. Генденштейн Л.Е. Дік Ю. І. Фізика 11 клас: підруч. для загальноосвіт. навч. закладів: рівень стандарту / Л. Е. Генденштейн: Гімназія 2012 – 272 с.
6. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.): підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / [Бар'яхтар В. Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О]; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. – Харків: Вид-во «Ранок», 2019. – 272 с.
7. Fundamentals of Optics, F.A.Jenkins & H.E.White, *McGraw-Hill Education; 4th edition*, 2001, 768 p.
8. Donggyu Vim., Sungmuk Lee. Learning Wave Optics through the Computer Simulation. *SNU Journal of Education Research*, Vol.3. 1993, pp. 93-108. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://s-space.snu.ac.kr/bitstream/10371/72449/1/06.pdf
9. Dinh Xuan Khoa and Nguyen Huy Bang. A Low-Cost Experimental Kit for Teaching Wave Optics Based on the CDIO Approach. The Physics Teacher 57, 169 (2019); [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.5092477
10. Aifredo Moreno Yeras, Rolando Gonzalez Pena. Optics teaching: new contents and methods [Електронний ресурс] / Vol. 3831 (2000), 365 p.– Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/252935416
11. E. Puspitaningtyas, E. Fandira Nasera Putri, Analysis of high school students' mastery in light wave theory using structured inquiry learning assisted by a virtual laboratory [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/348259267
12. Hao, Lv, Aimei Liu, S. Zhang, and Y. Xiao, Demonstration of wave optic in physics education, in *ETOP 2017 Proceedings*, X. Liu and X. Zhang, eds., (Optica Publishing Group, 2017), paper 104524H [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://opg.optica.org/abstract.cfm?uri=ETOP-2017-104524H
13. Suzhen Yuan, Xuefeng Mao, Yongle Lu, Yan Wang , Yuan Luo. The Application of Micro-lesson in Optics Teaching. *in ETOP 2017 Proceedings*, X. Liu and X. Zhang, eds., (Optica Publishing Group, 2017), paper 1045211 [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://opg.optica.org/abstract.cfm?uri=etop-2017-1045211

14. Vanes Mesic, Knut Neumann, Ivica Aviani, Elvedin Hasovic, William J. Boone. Measuring students conceptual understanding of wave optics. A Rasch modeling approach. *Physical Review Physics Education Researc,* 15(1). 010115-11 (2019) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/331340553_Measuring_students%27_conceptual_understanding_of_wave_optics_A_Rasch_modeling_approach

Гасюк І. М.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Пудченко С.А.
завідувач лабораторії спеціального фізичного практикуму для магістрів,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ НАУКИ НА ПРИКАРПАТТІ: ПОДІЇ ТА ПОСТАТІ

Фізична наука та освіта Прикарпаття тісно пов’язані із закладом вищої освіти, де фізика є одним з найбільш шанованих та титулованих напрямків – Прикарпатським національним університетом імені Василя Стефаника. Відповідно, розвиток фізики у регіоні розглядають, співставляючи його хронологічно та персоналізовано із історією розвитку університету. Проте було б несправедливо не нагадати, що Станіславів (Івано-Франківськ) і у часи Австро-Угорщини, і у міжвоєнний період польського підпорядкування був впливовим місцем зосередження ідей науки та просвітництва, боротьби української інтелігенції за пріоритет рідної мови, культури, політичного впливу україноцентрованої еліти, а також науки. За відсутності вищих навчальних закладів та наукових установ, організованих на зразок університетів, тільки у Станіславові на початок ХХ століття активно діяли 5 гімназійних закладів різного типу та підпорядкування. І якщо більшість з них були зорієнтовані на здобуття компетентностей у гуманітарній сфері, то існували заклади, де культивувалася природнича наука; пріоритетом таких установ була підготовка кадрів рівня вчителів шкіл, а також відбір талановитої молоді для подальшого навчання у Європейських закладах освіти. Так, приміром, у 1920 році організовано Вищу реальну школу, пізніше реорганізовану у природничо-математичну гімназію, де окрема роль відводилася вивченню фізики, механіки, технологій; підготовка велася з метою практичного застосування отриманих знань. У той же час, Цісарсько-королівська гімназія, організована у 1784 році на базі екс-єзуїтського колегіуму (з німецькою мовою навчання, в ХХ столітті – українська і польська мова навчання) може вважатися первинним осередком, в якому зароджувалась регіональна фізична освіта та наука. Тут було організовано два навчальні кабінети (лабораторії) – фізичний і природничий, в яких проводилось не тільки навчання, але й деякі наукові експерименти. Також працювала навчальна метеорологічна станція.

З початком другої світової війни і окупацією регіону радянськими військами драматичні зміни у житті суспільства торкнулися і сфери освіти. Були ліквідовані елітні навчальні заклади, професори яких, як і значна частина інтелігенції, намагалися емігрувати. Репресивна машина сталінської системи не оминула і освітян, особливо представників творчої частини суспільства, що не сприймали новий устрій. Гімназії закривалися або перетворювалися у звичайні школи. Як результат, до середини 1940-го року на станілавівщині проявився різкий брак вчителів, який не вдавалося ліквідувати навіть за рахунок інвазій нашвидкоруч підготовлених на вчительських курсах фахівців зі сходу України, яких спрямовували на роботу за так званими «комсомольськими путівками». Вже у жовтні 1939 р. почали працювати семінари вчителів, однак вони також не могли розв’язати проблеми. Тому органи місцевої влади порушили перед урядом УРСР питання про створення в обласному центрі — місті Станіславі (з 1962 року – місто Івано-Франківськ) учительського інституту. Вже в січні 1940 року розпочалася підготовка до його відкриття, а сам інститут почав функціонувати 1-го березня 1940 року. Першим директором закладу став викладач педагогіки Станіславської педагогічної школи Федір Плотницький. Інститут розпочав свою роботу у складі трьох факультетів: історичного, філологічного та фізико-математичного. Першим деканом фізико математичного факультету призначили Миколу Короля, якому після війни було доручено керувати інститутом і відновлювати його роботу у складних умовах повоєнної відбудови.

У повоєнний період окрема увага керівництва інституту була відведена фізико-математичній освіті. Збиралися фрагментарні залишки обладнання фізичної лабораторії, запрацювала новостворена інститутська майстерня. Багато демонстраційних приладів студенти виготовляли власноруч з підручних матеріалів.

У 1950 році учительський інститут було реорганізовано у Станіславський педагогічний інститут. Інтенсифікація розвитку фізичної освіти та науки у цей період та надання їм потужного імпульсу для майбутнього прогресу тісно пов’язується із приходом у жовтні 1951 року на посаду завідувача кафедрою фізики молодого випускника аспірантури Київського державного педагогічного інституту імені М. Горького Віктора Петровича Дущенка. Діяльність Віктора Петровича у Станіславові вражає своєю багатовекторністю. Тут, очевидно, були закладені основи і поставлені задачі майбутніх педагогічних досліджень та пріоритетів, сповідуваних пізніше професором Дущенком В.П. Закладалася концепція розуміння обов’язкового застосування демонстраційного та навчального експерименту при вивченні фізики, за його ініціативи і керівництва створювалася фізична лабораторія, лабораторія технічних засобів навчання, навчальні майстерні. Велася тісна взаємодія із профільними вчителями міста та області; зважаючи на дефіцит обладнання кабінетів фізики у школах, було організовано виготовлення студентами факультету елементарних приладів та передачу їх у користування вчителям шкіл. За ініціативи Віктора Дущенка була добре організована просвітницька робота, одним із аспектів якої стала низка публікацій про наукові досягнення і вчених у регіональній газеті «Прикарпатська правда». Належним чином було поставлено кадрову роботу, запроваджувалася перманентна методична діяльність викладачів кафедри. У Станіславі Віктор Петрович працював до серпня 1955 року.

Інститут поступово налагоджував контакти з провідними вишами республіки, що сприяло і притоку свіжих викладацьких та наукових кадрів. Стрімкий розвиток наукової складової діяльності факультету пов’язується із приходом кандидата фізико-математичних наук Киричка Петра Павловича. Необхідність впровадження новітніх технологій на підприємства, що будувалися в регіоні (в основному військово-промислового комплексу), сприяли створенню і розвиткові в інституті науково-дослідного сектору, наукові пріоритети якого від початку стосувалися фізики та технології феритів, отримання та властивостей магнітних керамік різного типу та призначення. Фізична лабораторія поступово укомплектовувалася новітнім та інформативним науковим обладнанням, деяке було унікальним навіть для країни. Вдалося залучити такі методи дослідження, як рентгеноспектральний та рентгеноструктурний аналіз, електронний парамагнітний резонанс, мессбауерівську спектроскопію, вимірювання магнітних параметрів феритів, електронну мікроскопію. Результати досліджень, отримані у Івано-Франківському педагогічному інституті та у співпраці з науковцями провідних закладів освіти та інститутів Академії наук знайшли своє відображення у чисельних публікаціях в наукових журналах, монографіях, багато з яких досі залишаються актуальними в науковому світі. До наукових досліджень масштабно залучалися студенти, що сприяло підготовці власних висококваліфікованих наукових кадрів, котрі після навчання в аспірантурах інших університетів та наукових установ поповнювали наукові та освітні спільноти закладів Івано-Франківська та інших міст.

Інтенсивно розвивалася наука і у самому педагогічному інституті. Повернення з аспірантури молодого кандидата фізико-математичних наук Дмитра Михайловича Фреїка стало відправною точкою до започаткування напрямку досліджень у галузі напівпровідникового матеріалознавства і створення, у майбутньому, цілої наукової школи, в активі якої сотні публікацій, патентів, десятки захищених дисертацій. Учні наукової школи професора Дмитра Фреїка продовжують працювати у теоретичних та експериментальних напрямках дослідження напівпровідникових матеріалів різного складу, морфології та застосування. Інтенсивно розвивається напрямок дослідження термоелектричних напівпровідникових пристроїв, побудованих на нанодисперсних напівпровідникових системах. Професором Фреїком Д.М. було організовано Фізико-хімічний інститут; вихованці наукової школи якого продовжують розв'язувати складні наукові завдання, виконують низку наукових проектів різного типу, в тому числі і міжнародних.

У 1976 році до роботи в інституті на посаді завідувача науково-дослідним сектором приступив випускник аспірантури Інституту металофізики АН України, кандидат фізико-математичних наук Богдан Костянтинович Остафійчук. Ним було започатковано новітній і перспективний на той час напрямок наукових досліджень фізичних властивостей тонких магнітних плівок на основі залізо-іттрієвого гранату, створена та оснащена унікальна лабораторія, яка з часом реформується у спільну науково-дослідну лабораторію Прикарпатського національного університету та Інституту металофізики НАН України і має статус національного надбання. Спектр пріоритетних напрямків досліджень наукової школи член-кореспондента НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора Богдана Остафійчука розширюється, наукова робота наповнюється новими завданнями, викликами і змістом; долучаються молоді висококваліфіковані вчені, лабораторна база поповнюється новітнім обладнанням, що дає змогу зреалізувати нові проекти у області дослідження наноматеріалів і наносистем, матеріалів для пристроїв генерації та накопичення електричної енергії хімічного застосування, екології, медицини.

Тісно пов'язує з Прикарпатським національним університетом імені Василя Стефаника значну частину свого життя, педагогічної, наукової та суспільної діяльності і доктор фізико-математичних наук, професор Іван Антонович Климишин, автор наукових робіт з радіаційної космічної газодинаміки, низки монографій, науково-популярних книг, актуальних підручників з астрономії для шкіл та університетів. Особливо знаменною постать Івана Климишина для університету та науки Прикарпаття стає в той час, коли одним із пріоритетних проектів ПНУ є спільне із закладами Євросоюзу відновлення астрономічної обсерваторії на горі Піп Іван та початок нової доби астрономічних досліджень в університеті.

Плідно працюючи у сфері фундаментальної та прикладної фізики, колектив фізико-технічного факультету залишається вірним традиції дотримання високого рівня методичної науки, запровадженої ще у педагогічному інституті. Напрямки, пов'язані з дидактикою, методологією навчання фізиці завжди високо цінувалися колективом і здійснювалися під керівництвом цілої когорти фахівців-методистів. Тут необхідно віддати належне доценту Григорію Михайловичу Гайдучку, автору низки методичних підручників і посібників, популярних книг для учнів. За його керівництва була організована і в оновленому вигляді функціонує відмінно обладнана лабораторія методики викладання фізики.

Величезне сприяння і внесок у науково- методичну роботу здійснив професор Іван Митрофанович Кучерук, що займав посаду ректора інституту у 1982-1986 роках. Ураїномовний тритомник із загальної фізики за авторства Івана Кучерука та Івана Горбачука досі є популярним у викладачів та студентів фізико-технічного факультету, а популярність фізичної спеціальності у роки ректорства професора І.М. Кучерука була настільки високою, що конкурс вступників на фізико-математичному факультеті був одним із найвищих в інституті.

Методистам факультету традиційно притаманна спрямованість на навчання фізики шляхом використання експерименту в широкому розумінні цього терміну. Тут також важко переоцінити внесок доцентів Ірини Михайлівни Лучків та Іванни Іванівни Бродин. Ефективно і плідно працює випускниця університету і випускниця аспірантури Київського національного педагогічного університету імені Драгоманова, кандидат педагогічних наук Галина Володимирівна Войтків.

Фізико-технічний факультет та кафедра фізики і методики викладання є організаторами та експертами різних методичних, освітніх заходів, тісно співпрацюють із педагогічною спільнотою Прикарпаття. Випускники фізичних та педагогічних спеціальностей факультету є бажаними працівниками у наукових, виробничих, освітніх установах області, України, зарубіжжя.

Грищук А.М.,
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Корнійчук П.П.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Зіновчук А.В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Житомирський державний університет імені Івана Франка

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Використання комп'ютерних технологій забезпечує інтенсифікацію та актуалізацію навчально-виховного процесу на основі вирішення таких основних завдань [1]: виявлення та використання стимулів активізації пізнавальної діяльності; поглиблення міжпредметних зв'язків; активна участь учня у проектуванні та подальшої актуалізації його освітньої траєкторії. Комп'ютер за низкою показників перевищує можливості інших засобів навчання. До основних переваг можна віднести [2] мультимедійність, інтерактивність, дружній інтерфейс, адаптивність до учня, незалежність змісту навчання, багатотермінальність, доступність.

Перед нами стоїть одне із основних завдань, як зорганізувати навчально-пізнавальну діяльність учнів класів фізико-математичного профілю щодо ядерної фізики з використанням інформаційних комунікаційних технологій в умовах які склалися в нашій країні. Мета полягає в тому щоб сформулювати основні компетенції які повинен набути вчитель в процесі формування своїх навичок під час використання інформаційно-комунікаційних технологій під час викладання тем фізики у старшій школі, а саме викладання ядерної фізики [3]. Під комп'ютерними технологіями навчання маються на увазі процеси підготовки та передачі інформації учню, засобом здійснення яких є комп'ютер. Об'єктивна необхідність використання наочних засобів і технічних засобів навчання у процесі навчання полягає в їхньому величезному впливі на процес розуміння та запам'ятовування. При дослідній перевірці ефективності запам'ятовування тексту встановлено, що при слуховому сприйнятті засвоюється 15% інформації, при зоровому – 25%, а у комплексі, тобто при зоровому та слуховому одночасно – 65%, а якщо людина залучалася до активних дій у процесі вивчення, то засвоюваність матеріалу підвищувалася до 75% [4].

При неможливості проведення "живого" досвіду у ядерній фізиці через його небезпеку, відсутність обладнання або специфіку умов, з'явилася можливість здійснити віртуальний експеримент на комп'ютерній моделі [5]. Експерименти з ядерної фізики в шкільних умовах поставити досить складно, а іноді і неможливо. Принцип науковості під час вивчення питань ядерної фізики можна реалізувати на належному рівні шляхом використання комп’ютерного моделювання. Такий підхід є ефективним методом вивчення складних ядерних процесів. Комп’ютерне моделювання дає можливість переглядати складні процеси та отримувати графіки залежностей фізичних величин. Комп'ютерний експеримент вводить в урок діяльні технології активного, що розвиває навчання. Тим самим експеримент стає "універсальним доповненням практично до будь-якої методики викладання ядерної фізики". Вивчення розділу ядерної фізики вирізняється постійним дефіцитом часу. Поширений випадок, коли використання комп'ютерної техніки буде більш ніж виправдане – моделювання явищ мікросвіту, процесів, що мають колосальні масштаби або протікають за час, незрівнянний з відпущеним на їхнє вивчення.

Вивчення низки тем вимагає використання значних обсягів графічного матеріалу. Обмеженість простору класної дошки може призвести до необхідності витерти частину раніше зроблених побудов, що створить труднощі за необхідності повернення до них під час закріплення вивченого. Традиційна методика давно знайшла вихід із ситуації за допомогою використання навчальних плакатів та слайдів. Комп'ютер у даному разі не є альтернативою, але органічно доповнює вищезгадані кошти. Окремою перевагою ЕОМ, стосовно відтворення навчальної графіки, є простота колірного виділення необхідних елементів і можливість відтворення динаміки побудов.

Отже, використання інформаційних-комунікаційних технологій при вивченні процесів та явищ ядерної фізики дає можливість унаочнити навчальний матеріал ядерної фізики у закладах освіти. Цей підхід сприяє формуванню наукового світогляду здобувачів. Інформаційно-комунікаційні технології дозволяють створювати наочні образи, що стимулюють розуміння важливих деталей розглядуваних явищ. Графічне відображення результатів на екрані комп’ютера дозволяє здобувачам легко сприймати великі обсяги інформації. Використання інформаційних-комунікаційних технологій сприяє формуванню в здобувачів більш ґрунтовних знань, а, отже, підвищенню рівня їх фундаментальної підготовки з фізики.

Список використаних джерел

1. Інтерактивні розробки уроків з фізики за новою програмою 9 клас. Розділ IV. Фізика атома та атомного ядра. Фізичні основи атомної енергетики. Львів, 2018. 60 с.
2. Формування змісту профільного навчання: теоретико-методологічний аспект: кол. монографія / [авт. кол.: Г. О. Васьківська, В. І. Кизенко, С. В. Косянчук, О. В. Барановська, та інші.]; за наук. ред. д-ра пед. наук Г. О. Васьківської. Київ, КОНВІ ПРІНТ 2018. 260 с.
3. Хорець О.П. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках фізики та астрономії як засобу підвищення якості знань учнів [Електронний ресурс]. – 2020. Режим доступу до ресурсу: https://naurok.com.ua/biblioteka/download?id=173742&token=070a46d544c351dc6025ac95e027fb31
4. Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах: матеріали IV Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Суми, 27 листопада 2019 р. / за ред. О.М. Завражної. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. 98 с.
5. Мерзликін О. В., Семеріков С.О., Соколюк О.М. Теоретико-методичні засади використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики: монографія. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Кривий Ріг: Видавничий центр Криворізького національного університету, 2018. Том XVI. Випуск 3 (46) : спецвипуск «Монографія в журналі». 294 с.

Дінжос Р. В.,
доктор техн. наук, професор,
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
Лазаренко М.М.
доктор фіз.-мат. наук, доцент,
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
Манькусь І. В.
кандидат пед. наук, доцент,
Недбаєвська Л. С.
кандидат пед. наук, доцент,
Дармосюк В. М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

МОДЕЛЬ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВИКЛАДАЧА ПРИРОДНИЧО - МАТЕМАТИЧНИХ НАУК НА ОСНОВІ STEM - ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

Постановка проблеми. У Концепції розвитку педагогічної освіти України на період до 2029 року визначена професійна кваліфікація педагогічного працівника як сукупність здобутих особою компетентностей, що дають змогу здійснювати професійну педагогічну діяльність.

Підготовка педагогічного працівника має відповідати суспільним запитам, сформульованим у професійних стандартах та стандартах освіти, враховувати світові тенденції та рекомендації впливових міжнародних організацій щодо підготовки педагогів. Загальновизнаними перешкодами на шляху до створення якісної системи підготовки та професійного розвитку педагогів є: проблеми поєднання в програмі підготовки фахівців обраної предметної спеціальності з аспектами її викладання, а також урахування міждисциплінарних зв’язків; недостатня обізнаність педагога з методами та технологіями дослідницької діяльності.

Одними з чинників, що призвели до виникнення дисбалансу між суспільним запитом на висококваліфікованих педагогічних працівників та рівнем спроможності сучасних педагогічних працівників до сприйняття та реалізації освітніх реформ в Україні є: траєкторії, моделі та технології підготовки і професійного розвитку педагогічних працівників, які зорієнтовані на формальне дотримання встановлених вимог, а не на особистісне та професійне зростання педагогічних працівників; невідповідність ключових професійних компетентностей випускників закладів педагогічної освіти запитам суспільства.

Реалізація завдань зазначених в Концепції та соціальні запити суспільства обумовлюють необхідність формування технологічної компетентності викладачів природничо-математичних дисциплін, що стане основою підготовки педагогів – технологів.

Мета дослідження: формування технологічної компетентності майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін на основі компетентнісного, особистісного та STEM - орієнтованого підходів.

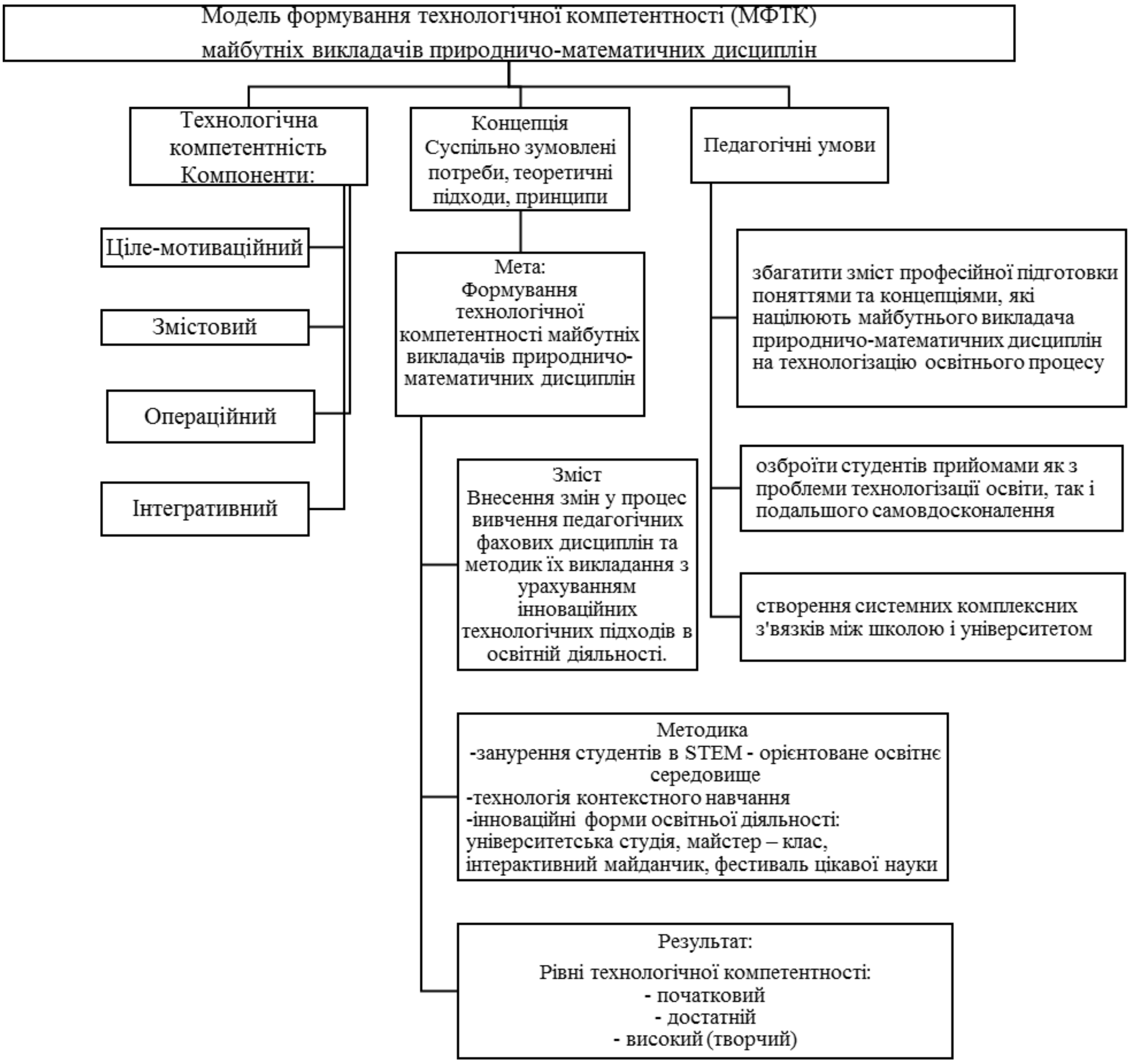
Завдання дослідження:

– особистісне включення студента у процес навчання шляхом створення інноваційного STEM - орієнтованого освітнього середовища;
– моделювання змісту, умов та технологій професійної діяльності у процесі формування технологічної компетентності;
– розгортання проблемності змісту навчання в освітньому середовищі;
– забезпечення відповідності освітньої діяльності цілям та змісту освіти;
– впровадження інноваційних та традиційних педагогічних технологій.

Виклад основного матеріалу. Технологічна компетентність майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін визначається нами як здатність викладача до моделювання та проектування освітньої діяльності як в сферах формальної так і не формальної освіт, та обумовлюється наступними компонентами:

1. Ціле-мотиваційний (забезпечує спрямованість майбутніх викладачів на технологізацію професійної діяльності при викладанні фізики).

2. Змістовий (забезпечує систему особистісно привласнених знань про механізми моделювання та проектування освітнього середовища).



3. Операційний (задає систему шляхів, способів і прийомів здійснення технологізації навчального процесу).

4. Інтегративний (формує компетенції майбутнього викладача щодо побудови індивідуально-прийнятної дидактичної системи навчання або персонал технології).

Проектуючи та реалізуючи модель формування технологічної компетентності майбутнього викладача природничо математичних наук при викладанні методичних дисциплін, ми виходимо з того, що методична та технологічна підготовка майбутніх викладачів фізики та математики є органічним елементом загальної системи професійної підготовки студентів, має міцні зв’язки зі змістом інших дисциплін та потребує створення дидактичних умов, які сприяють формуванню та розвитку пізнавальної мотивації та її трансформації в професійну [1, 2, 3].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблена нами модель формування технологічної компетентності майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін на основі технології контекстного навчання, методики занурення студентів у STEM - орієнтоване освітнє середовище та інноваційних форм освітньої діяльності (університетська студія, майстер-клас, інтерактивний STEM майданчик, фестиваль цікавої науки) обумовила розвиток майбутнього викладача як педагога-технолога. Запровадження зазначеної моделі на кафедрі фізики і математики МНУ ім. В. О Сухомлинського забезпечило високий рівень сформованості технологічної компетентності і конкурентоспроможності майбутніх фахівців.

Список використаних джерел

1. Дінжос Р. В., Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В. (2018) STEM-майданчики як компонент розвитку нової української школи. *Питання удосконалення змісту і методики викладання природничо-математичних дисциплін у середній і вищій школі*, 24, 5-7.
2. Манькусь І. В., Дармосюк В. М., Васильєва Л. Я. (2019) Інноваційне освітнє середовище як фактор підвищення якості вищої освіти. Інженерні та освітні технології, 7 (3), 40-49.
3. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С. (2016) Технологічний аспект підготовки фикладачів фізики. *Вища школа*, 2(139), 79-87.

Дінжос Р. В.
доктор техн. наук, професор,
Манькусь І. В.
кандидат пед. наук, доцент,
Недбаєвська Л. С.
кандидат пед. наук, доцент,
Дармосюк В. М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Васильєва Л.Я.
кандидат фіз.-мат. наук,
Махровський В.М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ІННОВАЦІЙНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Постановка проблеми. Реалізація державної політики з огляду на адаптацію України до Європейського освітнього простору сприяє впровадженню передового досвіду та інновацій в освітній діяльності набутих європейською спільнотою в сфері підвищення якості освіти.

Посилення розвитку науково-технічного напряму в навчально-методичній діяльності на всіх освітніх рівнях; створення науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності педагогічних працівників обумовлює необхідність використання інноваційних форм і методів освітньої діяльності.

Європейські стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості у вищій освіті визначають головні умови формування зазначених компетентностей: запровадження студентоцентрованого навчання і викладання, забезпечення умов і підтримки необхідних для досягнення студентами прогресу у своїй академічній кар'єрі, вмотивованість викладачів закладів вищої освіти.

Мета дослідження: створення інноваційного освітнього середовища, яке являє собою розгалужену систему пошуку, розвитку, підтримки та супроводу обдарованої молоді на основі інновацій в методах і формах освітньої діяльності, поєднує змістову компоненту з технічною, математичною, художньою творчістю, використанням мультимедійних засобів навчання та фізичним експериментом для формування навичок наукової діяльності, винахідництва та креативу майбутніх фахівців.

Завдання дослідження:

- осучаснення методів, засобів та форм освітньої діяльності у вищій школі відповідно до концепції STEM та Art освіти;
- впровадження у навчальний процес ЗВО та різнорівневі освітні середовища технологій STEM освіти;
- розробка та впровадження освітніх продуктів проекту на ринку освітніх послуг.

Виклад основного матеріалу. На основі провідних принципів STEM-освіти, трансдисциплінарних підходів, технологій особистісно-орієнтованого навчання створено інноваційне освітнє середовище, структура якого представлена в таблиці 1.

Таблиця 1.

Структура інноваційного освітнього середовища

Навчально-практичний центр	**Методи та форми освітньої діяльності**
Університетські студії (Механіко-математичний факультет, МНУ ім. В. О. Сухомлинського)	Майстер-клас, освітні проекти, інформаційно-комунікаційні технології, студія «Füsis»
Мережа інтерактивних майданчиків (ЗОШ, коледжі, ліцеї, інші заклади освіти, вулиці міста і т.д.)	Проектна діяльність Наприклад: проекти «Сузір'я корифеїв», «Екзопланети», «Перлини світу», «Цікава наука на вулицях міста»
Система студій Майстер-STEM при ЗВО І– ІІ рівня акредитації та на кафедрі фізики та математики МНУ ім. В. О. Сухомлинського	«Паркінг цікавої науки», «Галерея творчих особистостей»
Кластер соціального партнерства	Фестиваль науки «Молодіжна хвиля»
Науково-методична лабораторія технологічної підготовки викладача природничо-математичних дисциплін на кафедрі фізики та математики МНУ ім. В. О. Сухомлинського	Педагогічна майстерня «Пізнаємо творчу особистість»
Освітньо-наукова лабораторія «Крок до науки» на кафедрі фізики та математики МНУ ім. В. О. Сухомлинського	Розробка та впровадження освітніх продуктів в різнорівневі освітні середовища та визначення їх якості.

Запропонована структура освітнього середовища забезпечує удосконалення системи природничо-математичної освіти та значно підвищує якість підготовки конкуренто спроможних фахівців для ринку освітніх послуг [2, 4].

В центрі започатковано роботу п'яти університетських STEM студій, в яких студентами створюються інноваційні освітні продукти з метою осучаснення та підвищення якості природничо-математичної освіти, а також запровадження інноваційних форм та методів освітньої діяльності. В університетських студіях запроваджуються ідеї педагога-новатора В.О. Сухомлинського та STEM-орієнтований підхід до здійснення освітньої діяльності. Студенти – майстри університетських студій забезпечують роботу мережі інтерактивних STEM- майданчиків в школах міста і області [1, 3]. Фестиваль науки «Молодіжна хвиля» двічі на рік дарує школярам та городянам міста свята цікавої науки.

Ядром структури є студентоцентрований навчально-практичний центр, роботу якого забезпечують дві лабораторії: науково-методична та освітньо-наукова. Метою і змістом навчання у такому середовищі є набуття учасниками відповідних компетенцій та особистісного досвіду: орієнтованого, діяльнісного, творчого, аксіологічного.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Новизна наукового продукту обумовлюються Концепцією нової української школи, що відповідає принципам дитиноцентрованого навчання та принципам педагогіки-партнерства. Технологія створення інноваційного освітнього середовища на засадах STEM - орієнтованого підходу має наскрізний характер: заклади вищої освіти (науковці, студенти), освітні заклади (вчителі, учні). Це є суттєвою відмінністю від існуючих аналогів технологій освітньої діяльності.

Список використаних джерел

1. Дінжос Р. В., Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В. (2018) STEM-майданчики як компонент розвитку нової української школи. *Питання удосконалення змісту і методики викладання природничо-математичних дисциплін у середній і вищій школі*, 24, 5-7.
2. Манькусь І. В., Дармосюк В. М., Васильєва Л. Я. (2019) Інноваційне освітнє середовище як фактор підвищення якості вищої освіти. *Інженерні та освітні технології*, 7 (3), 40-49.
3. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Дармосюк В. М. (2019) Впровадження STEM-майданчиків як сучасних освітніх середовищ у професійній діяльності вчителя. *Фізико-математична освіта*, 1(19), 130-134.
4. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Дармосюк В. М., Пархоменко О. Ю. (2020) Інноваційне освітнє середовище: технології створення. *Інженерні та освітні технології*, 8(1), 85-94.

Дінжос Р. В.
доктор техн. наук, професор,
Манькусь І. В.
кандидат пед. наук, доцент,
Недбаєвська Л. С.
кандидат пед. наук, доцент,
Дармосюк В. М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Пархоменко О.Ю.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

НЕСТАНДАРТНІ ФОРМИ І МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Постановка проблеми. Концепція розвитку педагогічної освіти, професійний стандарт за професією вчителя закладу загальної середньої освіти передбачають модернізацію системи підготовки майбутніх вчителів, а саме впровадження компетентнісного, особистісного та STEM- орієнтованого підходів опанування педагогічними технологіями, посилення практичної складової педагогічної освіти.

Відсутність державного стандарту підготовки майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін, застарілий зміст освіти та її форми обумовлюють дисбаланс між якістю підготовки здобувачів вищої педагогічної освіти та вимогами до них на ринку освітніх послуг.

Модернізація освітніх програм підготовки педагогічних працівників має здійснюватися шляхом осучаснення змісту та технологій педагогічної освіти відповідно до сучасних досягнень в галузі психолого педагогічних наук та наук предметної спеціалізації.

Формування інноваційної компетентності майбутніх фахівців природничо-математичних дисциплін потребує запровадження сучасних форм, методів і технологій їх підготовки.

Аналіз актуальних досліджень. Різноманітні дидактичні проблеми формування професійних компетентностей майбутнього викладача знайшли відображення у працях педагогів – учених і практиків: В. І. Бондаря, С. У. Гончаренка, Р. С. Гуревича, І. М. Дичківської, Д. Г. Левітеса, М. В. Кларіна, О. М. Пєхоти, С. О. Сисоєвої, Р. С. Сафіна, Г. К. Селевко, А. В. Фурмана та ін. Вони досліджували і впроваджували нові максимально ефективні технології навчання, результатом яких є формування високо адаптованої, активної, творчої особистості.

Відмова від авторитарного стилю викладання, орієнтація на демократизацію та гуманізацію освіти відзначалися багатьма дослідниками (С. У. Гончаренко, В. Г. Разумовський, Л. В. Тарасов). Результати численних досліджень учених-методистів (С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, О. І. Іваницького, М. І. Садового, В. Д. Шарко) свідчать, що використання у навчальному процесі інноваційних технологій та нестандартних форм освітньої діяльності є передумовою переходу від знаннєво-просвітительської парадигми природничо-математичної освіти до парадигми продуктивного навчання, коли здобувачі освіти засвоюють не готовий досвід досліджень, а беруть активну участь у самостійному вивченні та дослідженні навколишнього світу методами природничо-математичних наук.

Вирішення завдань, які наразі постали перед освітянами, потребує перегляду ряду фундаментальних понять, принципів, теорій технологій та форм освітньої діяльності Формування інноваційної компетентності майбутнього фахівця потребує визначення та урахування особливостей професійної підготовки майбутніх викладачів природничо-математичних дисциплін з використанням контекстного підходу, технології прогнозування та моделювання ситуацій професійної діяльності з використанням нестандартних форм [2, 4].

Мета дослідження – запропонувати нестандартні форми педагогічної освіти, які забезпечують формування інноваційної компетентності майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін.

Виклад основного матеріалу. Вимоги до підготовки майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін, як педагога - технолога і новатора обумовили необхідність розробки та впровадження інноваційної форми педагогічної освіти - університетскі студії [3].

Університетська студія - це платформа освітньої діяльності особистості, що спрямована на створення якісного освітнього продукту на засадах сучасних підходів та принципів реформування освіти [6].

Університетські студії є ядром навчально-практичного центру, який створений нами на механіко-математичному факультеті як компонент інноваційного освітнього середовища [2]. Як форму функціонування освітнього середовища, університетські студії можна класифікувати за домінуючими підходами та принципами освітньої діяльності, а саме: студії на засадах компетентісного підходу і технології контекстного навчання:

- на принципах педагогіки партнерства та дитиноцентризму;
- на основі STEM-орієнтованого підходу;
- на засадах особистісно-орієнтованого навчання.

Створена нами науково-методична лабораторія студентоцентрованого навчально-практичного центру забезпечує розробку концепції роботи університетських студій, створює необхідну методичну та технічну базу їх функціювання, здійснює підготовку студентів-майстрів здобувачів освіти для роботи в студіях.

За час запровадження цієї нестандартної форми в процес підготовки майбутніх вчителів фізики та математики на механіко-математичному факультеті відпрацьована технологія роботи понад сотні університетських студій різної орієнтації та тематики [6, 7].

Одними з найбільш актуальних університетських студій є студії на основі STEM - орієнтованого підходу до освітньої діяльності, які забезпечують формування інноваційної компетентності здобувачів освіти та підготовку майбутніх вчителів до впровадження STEM-освіти [1, 5].

Так, наприклад, STEM-студія «Кастинг професій» дає можливість врахувати індивідуальні інтереси, цінності і мотиви кожного учасника студії. Наразі природознавство вступило в нову фазу свого розвитку – фазу постнекласичної науки, яка на перший план висуває міждисциплінарний підхід у своїх дослідженнях. Об’єктами сучасних міждисциплінарних досліджень стають системи, які відзначаються відкритістю й здатністю до саморозвитку. Особлива роль серед таких систем належить природним комплексам, до складу яких входить людина і. зокрема, школа як відкрита система. Довіра до освіти починається з поваги до кожної людини, тому у сучасному освітньому процесі повинна враховуватися неоднорідність навчального середовища та неоднозначність дидактичної взаємодії. Здобувач освіти у парадигмі такого навчання, насамперед, особистість, носій індивідуального, відмінного, орієнтований на власні пріоритети: інтереси, потреби, можливості. Відтак в основі компетентнісно орієнтованої освіти лежить пріоритет цінностей особистості і завдання вчителя полягає у забезпеченні розвитку особистості здобувача освіти засобами предметної діяльності. Таку діяльність можна реалізувати через проведення STEM-майданчиків з природничо-математичних дисциплін.

Особливою формою підготовки здобувачів педагогічної освіти відповідно до вимог Концепції розвитку педагогічної освіти та професійного стандарту є соціальні проекти.

Розробка та реалізація соціальних проектів студентами – майстрами забезпечує підготовку фахівця з інноваційним мисленням, здатного гнучко адаптуватися в різновекторних соціальних середовищах. Розроблені нами проекти спрямовані на пошук, розвиток та підтримку творчої, обдарованої молоді, популяризацію науки, як сферу діяльності особистості.

З метою моделювання інноваційних освітніх середовищ засобами природничо-математичної освіти на базі кафедри фізики та математики реалізовано проекти: фестиваль цікавої науки «Молодіжна хвиля», «Цікава наука на вулицях міст», «Дитячоюнацький експериментаріум», «Цікава наука онлайн», «Галерея творчих особистостей» та інші.

Так, наприклад, кожен рік у травні місяці до Дня науки в Україні реалізується проект «Цікава наука на вулицях міста». Співпраця роботодавців, органів місцевого самоврядування та громадських організацій об'єднує учнівську, студентську творчість та фундаментальну науку в науковому містечку.

Студенти – майстри пропонують співпрацю в наступних наукових офісах: "Офіс майстрів", "Чарівні світи", "Майстерня митців", "Грай тут", "Музей фізичного експерименту". Всі п'ять офісів працюють як тренінгові майданчики, на яких студенти механіко-математичного факультету та учні загальноосвітніх шкіл засобами інтерактивних технологій за допомогою спеціально виготовленого саморобного обладнання залучають мешканців міста до цікавинок науки та пізнання наукових відкриттів.

Кожен бажаючий може долучитися до науки, спробувати себе як дослідник, експериментатор, інтелектуал і загалом відчути в собі творчу особистість.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Осучаснення форм педагогічної освіти дає можливість значно підвищити рівень сформованості інноваційної компетентності здобувачів освіти, забезпечити якісно новий рівень інженерно – технічної та технологічної підготовки, уможливлює модернізацію освітніх програм підготовки майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін

Практичне значення дослідження полягає у створенні елементів інноваційної наукової інфраструктури на кафедрі фізики та математики з метою підготовки конкурентно спроможних фахівців для ринку освітніх послуг. Запровадження нестандартних форм педагогічної освіти дає можливість забезпечити максимальне наближення психолого-педагогічної та методичної підготовки здобувачів до умов практичної фахової діяльності.

Перспективним напрямком подальших досліджень є осучаснення змісту вищої педагогічної освіти відповідно до вимог професійного стандарту та соціального замовлення.

Список використаних джерел

1. Дінжос Р. В., Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В. (2018) STEM-майданчики як компонент розвитку нової української школи. *Питання удосконалення змісту і методики викладання природничо-математичних дисциплін у середній і вищій школі*, 24, 5-7.
2. Манькусь І. В., Дармосюк В. М., Васильєва Л. Я. (2019) Інноваційне освітнє середовище як фактор підвищення якості вищої освіти. *Інженерні та освітні технології*, 7 (3), 40-49.
3. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С. (2016) Технологічний аспект підготовки фикладачів фізики. *Вища школ*а, 2(139), 79-87.
4. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С. (2017) Технологія майстер-класу джерело формування професійних компетентностей викладача фізики. *Витоки педагогічної майстерності*, 19, 229-233.
5. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Дармосюк В. М. (2019) Впровадження STEM-

майданчиків як сучасних освітніх середовищ у професійній діяльності вчителя. *Фізико-математична освіта*, 1(19), 130-134.
6. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Дармосюк В. М., Дінжос Р. В. (2020) Технологічна компетентність майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін як складова його професійної підготовки. *Фізико-математична освіта*, 1(23), 76-82.
7. Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Дармосюк В. М., Пархоменко О. Ю. (2020) Інноваційне освітнє середовище: технології створення. *Інженерні та освітні технології*, 8(1), 85-94.

Думенко В.П.
кандидат тех. наук, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНИХ ФЛУОРЕСЦЕНТНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІТИН КРОВІ

Методи флуоресцентної діагностики є сьогодні найбільш перспективними в сучасній неінвазивній оптичній діагностиці, особливо в онкології, косметології, хірургії. Ці методи мають важливі переваги: високу інформативність і можливість діагностування злоякісних новоутворень на досить ранніх стадіях [1,2]. Пропонується також поєднання методів флуоресцентної діагностики та фотодинамічної терапії з іншими методами медичної діагностики та терапії [3,4].

Дослідження власної флуоресценції біологічних матеріалів не завжди дає можливість отримувати бажану інформацію про об'єкт. У такому випадку застосовують штучні барвники (флуоресцентні маркери - FM), тобто синтезовані речовини, які мають специфічний власний спектр флуоресценції або при поєднанні з об'єктом дослідження. За допомогою флуоресцентних маркерів можливо досліджувати молекулярні механізми походження і розвитку патологічних процесів, дію на організм біологічно активних сполук і лікарських препаратів.

Кров - дуже зручний об'єкт для застосування флуоресцентних методів [5,6]. Методи флуоресцентної діагностики мають важливе застосування для виявлення захворювань крові.

Не дивлячись на перспективність лазерних флуоресцентних методів діагностики, виникає ряд важливих проблем, зокрема при виборі флуоресцентних маркерів, характеристик джерел випромінювання, дослідження фізичних механізмів флуоресценції.

У роботі представлено результати досліджень властивостей флуоресцентного маркера methylenum coeruleum і його застосування для діагностики хвороби крові.

Для досліджень було використано розчини флуоресцентного маркера з різною концентрацією. Спектри поглинання досліджувались спектрофотометром Helios Alpha. Спектрофотометр може бути застосований для визначення оптичної густини, відсотка пропускання T, %, I - інтенсивності досліджуваного розчину.

Для досліджень зразків крові із захворюванням мієлолейкоз був використаний метод флуоресцентної мікроскопії. Параметри лазерної системи : довжина хвилі 635 нм, середня потужність 10 mW. Зображення об'єкту реєструвалося за допомогою швидкодіючої високочутливої цифрової фотокамери.

В експериментальних дослідженнях в якості флуоресцентного маркера запропоновано використати «метиленовий синій» - methylenum coeruleum.

Поглинання світла пов'язано з електронним переходом з основного стану в збуджений стан молекули речовини. В результаті світло, що проходить через шар товщини d, послаблюється як

$$I(\lambda) = I_0 \exp(-\mu_a d) = I_0 10^{-\varepsilon_\lambda c_{ab} d}, \quad (1)$$

де $I(\lambda)$ – інтенсивність світла, яке пройшло через шар речовини, I_0 – інтенсивність падаючого світла, ε_λ – молярний коефіцієнт екстинкції, c_{ab} – концентрація поглинаючих молекул. В розсіяних зразках коефіцієнти поглинання μ_a і розсіювання μ_s сумуються, обумовлюючи подальше послаблення світла, що проходить.

Флуоресценція виникає після поглинання світла і пов’язана з електронним переходом із збудженого стану молекули в основний стан. Її інтенсивність виражається:

$$I_F(\lambda) = I_0 ln10 - \varepsilon_\lambda c_{ab} d \eta_F \frac{\Omega}{4\pi} \quad (2)$$

Інтенсивність флуоресценції пропорційна концентрації і квантовому виходу флуоресценції поглинаючих молекул.

Результати спектральних досліджень FM різних концентрацій подано на рис.1-3.

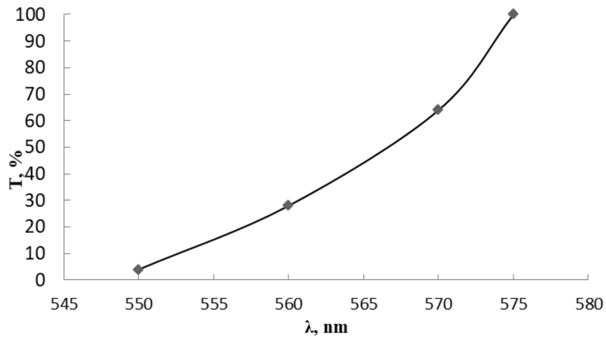


Рис.1. Залежність коефіцієнта пропускання від довжини хвилі флуоресцентного маркера FM з концентрацією 0,5.

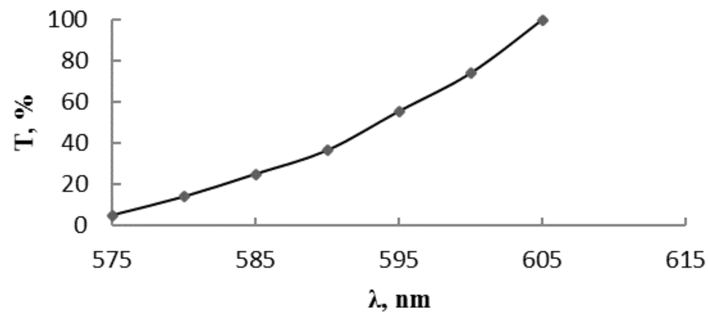


Рис.2. Залежність коефіцієнта пропускання від довжини хвилі флуоресцентного маркера FM концентрацією 0,25.

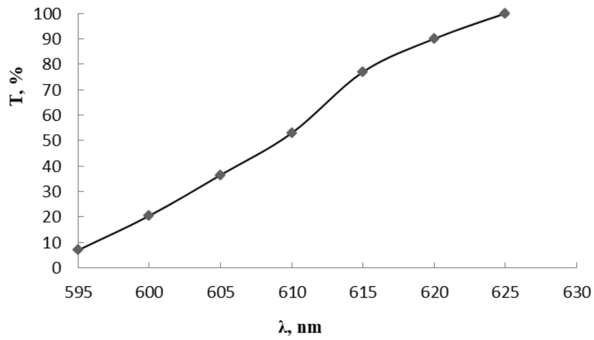


Рис.3. Залежність коефіцієнта пропускання від довжини хвилі флуоресцентного маркера FM концентрацією 0,01.

Зразки крові пацієнтів з діагнозом мієлолейкоз з введенням флуоресцентного маркера «метиленовий синій» досліджувались із застосуванням методу лазерної мікроскопії. Зображення об'єкту реєструвалося за допомогою швидкодіючої високочутливої цифрової фотокамери.

Усереднені зображення флуоресценції представлено на рис.4.

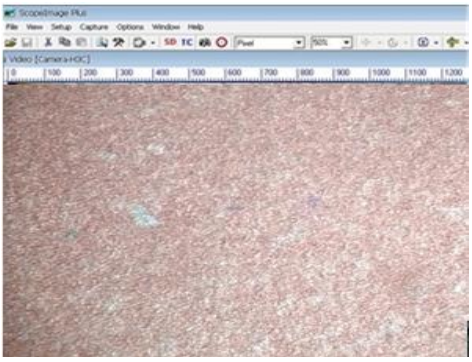


Рис.4. Флуоресцентні зображення зразків крові з додаванням FM

Отримані результати свідчать, що зі зменшенням концентрації флуоресцентного маркера «метиленовий синій» у водному розчині при збільшенні довжини хвилі зростає коефіцієнт пропускання. Тому може бути вибрана оптимальна концентрація FM для флуоресцентної діагностики захворювань крові,а також вибір довжини хвилі збудження. Зростання інтенсивності флуоресценції було також виявлено в зразках крові із захворюванням мієлолейкоз. Це пов’язано із зростанням порфірину в гемоглобіні крові.

Отже, можливо виявляти патологічні зміни в клітинах крові на основі флуоресценції із застосуванням флуорофора «метиленовий синій».

Список використаних джерел

1. Kruspe D.S., Dickey D., Urak K.T., Blanco G. N., Miller M.J. Rapid and Sensitive Detection of Breast Cancer Cells in Patient Blood with Nuclease-Activated. *Probe Technology*. 2017. Vol. 8. P. 542-548.
2. Gonchukov S., Biryukova T., Sukhinina A., Vdovin Yu. Fluorescence detection of dental calculus. *Laser Phys. Lett*. 2010. V. 7, No11. P. 812–816.
3. Tzerkovsky D.A., Osharin V.V., Istomin Y.P., Alexandrova E.N., Vozmitel M.A. Fluorescent diagnosis and photodynamic theraphy for C6 glioma in combination with

antiangiogenic therapy in subcutaneous and intracranial tumor model. *Experimental Oncology*. 2014. Vol.36, No2.

4. Hyeon-Yeol ChoMd., Khaled Hossain, Jin-HoLee, Jiyou Han, Hun JooLee etc. Selective isolation and noninvasive analysis of circulating cancer stem cells through Raman imaging. *Biosensors and Bioelectronics*. 2018, Vol.102. P. 372-382.

5 Zherebtsov E., Prenin V., Zharkikh E., Zherebtsova A., Rafailov I., Dunaev A. etc. Fibre-Optic probe for fluorescence diagnostics with blood influence compensation. Proceedings Volume 10493, *Dynamics and Fluctuations in Biomedical Photonics* XV; 104931L (2018) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1117/12.2290431.

6. Kozlovska T.I., Sander S.V., Zlepko S.M., Vasilenko V.B., Pavlov V.S, Klapouschak A.Yu., Dumenko V.P., Maciejewski M., Dzierżak R., Surtel W. Device to determine the level of peripheral blood circulation and saturation. Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. International Society for Optics and Photonics 2016, Wilga, Poland. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1117/12.2249131

Заболотний В.Ф.
доктор пед. наук, професор,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського
Мисліцька Н.А.
доктор пед. наук, професор,
Комунальний заклад вищої освіти
«Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж»

РОЛЬ ЗНАНЬ ПРО ЕВОЛЮЦІЮ МЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ У ФОРМУВАННІ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

З давніх часів людина займалась вимірюваннями. Їх вимагало землеробство, будівництво, виготовлення різноманітних виробів, торгівля і планування діяльності. Упродовж багатьох років кожна держава, регіон встановлювали свої одиниці вимірювання. Окремі кроки зі стандартизації мір для проведення вимірювань дожини і часу здійснили у XVII столітті Джон Уілкінс (1668р.) та Тіто Лівіо Бурраттіні (1675р.), запропонувавши міри, які б базувалися на якому-небуть природному явищі. У Європі встановлення «універсальних мір» розпочалося в часи Великої французької революції. Так, 30 березня 1791 року комісія Французької академії наук на чолі з математиком і інженером Жаном-Шарлем де Борда, до складу якої входили Жозеф Луї Лагранж, П'єр-Симон Лаплас, Гаспар Монж і Кондросе вирішила: визначити метр як одну сорокамільйонну частину Паризького меридіана. Перший прототип еталона метра був виготовлений із латуні у 1795 році. Одиницю маси – грам – визначали як масу кубічного сантиметра води при температурі чотири градуси за шкалою Цельсія. Тобто одиниця маси була «прив'язана» до визначення метра.

На одиницях довжини і маси була заснована метрична система, яка введена «Метричною конвенцією», прийнята на Міжнародній дипломатичній конференції 20 травня 1875 року сімнадцятьма державами, згідно якої створювалися еталони довжини і маси. Їх оригінали мали зберігатись у штаб-квартирі (м.Севр) а точні копії еталонів отримували учасники конвенції. Так народилась сучасна система, якою сьогодні користується науковий світ планети Земля.

Стрімкий розвиток наукових напрямків у XIX – початку XX століття призвів до потреби введення значного числа нових одиниць вимірювання фізичних величин і, як наслідок, необхідність стандартизувати і спростити сукупність систем і позасистемних одиниць. У 1960 році 11-а Генеральна конференція з мір і ваг прийняла Міжнародну систему одиниць (SI). Вона базується на шести величинах, які вважаються основними: довжина, маса, час, сила електричного струму, термодинамічна температура, сила світла. Сьома одиниця – кількість речовини – моль додана у 1971 році. Решта фізичних величин є похідними від основних. З цього часу і до наших днів прийнята система задовольняє розвиток науки і техніки досягнення якої вимагають підвищення точності вимірювань. Необхідність підвищення точності і універсальності одиниць вимірювання призвела до ідеї прив'язки більшості їх до фундаментальних констант, точність визначення яких неймовірно зросла. Водночас, фундаментальні константи ідеально підходять для створення еталонів, так як незмінні, загальнодоступні, не вимагають спеціальних умов збереження. Особливо високоточних вимірювань потребує фундаментальна наука.

Як виявилося найпростіше вдалося переозначити метр. Коли наприкінці 1800 років у Франції було засновано Міжнародне бюро мір і ваги, метр-стандартна одиниця довжини-була визначена як одна десятимільйонна частина відстані від Північного полюса до екватора. У 1983 році метр був виражений через швидкість світла у вакуумі. У відповідності з теорією відносності ця швидкість завжди одна і та ж і рівна 299 792 458 м/с. Відповідно, еталон метра - це відстань, яку світло проходить у вакуумі за 1/299792458 секунди. По суті, визначення метра тепер є «заручником» визначення швидкості світла.

У 2005 році метрологи прийняли рішення використати постійну Больцмана для визначення одиниці термодинамічної температури (кельвін), елементарний електричний заряд для одиниці сили струму (ампер), постійну Авогадро для одиниці кількості речовини (моль), постійну Планка для одиниці маси (кілограм).

16 листопада 2018 року 26-а Генеральна конференція з мір і ваг, що відбулася у Версалі, затвердила нові еталони. Ці зміни вступили в силу 20 травня 2019 року у Всесвітній день метрології.

Так у новій версії Міжнародної системи (SI) один кельвін – це така зміна температури (T), що викликає зміну енергії (E), яка припадає на один ступінь свободи $E = kT$.

Найскладнішими виявилися труднощі на шляху створення еталона маси – кілограма, який представляє собою матеріальний об'єкт у формі циліндра, виготовленого з платини (90%) та іридію (10%) висота і діаметр якого рівні по 39 мм кожен. Оскільки фізичні об'єкти можуть втрачати атоми (фактично випаровуватись) або, навпаки, вбирати молекули з повітря, тому з моменту його виготовлення у 19 столітті маса зразка кілограма втратила приблизно 50 мікрограмів. Це означає, що всі інші прототипи кілограма, за якими калібрують ваги у всьому світі було не ідеально точними. Пропонується кілограм вимірювати за допомогою так званих ваг Ватта, або ваг Кіббла – це прилад, на кому вага тіла зрівноважується електромагнітною силою, що розраховується на основі постійної Планка [3].

Рис.1. Ваги Kibble — це неймовірно складна красива машина, яка прирівнює механічну силу до електричної

У новій версії системи кілограм має бути таким, щоби постійна Планка становила рівно $6{,}62607015 \cdot 10^{-34}$ Дж·с., тобто визначення кілограма прив’язано до кількості електромагнітної енергії, необхідної для того, щоб врівноважити об’єкт відповідної маси. Еталонну гирю замінять електричний струм і напруга. Ці величини на відміну від фізичного об’єкта, на можуть змінитися або зникнути. Точно вимірювати кілограм тепер зможуть будь-які вчені зі всього світу, а не тільки ті, у кого є доступ до оригінальної паризької гирі або ж її копії.

Використання еталонів метричної системи у навчальному процесі пропонуємо здійснювати з використанням інтерактивної карти, які містить приклади того, яку важливу роль займають знання про вимірювання у життєдіяльності людини [4].

Наведену еволюцію основних одиниць СІ завершимо словами керівника британської Національної фізичної лабораторії Теодора Йанессена, який відповідає за стандарти вимірювання «Тепер всі одиниці Міжнародної системи будуть засновані на фундаментальних константах природи – вічних, незмінних величинах. Це надасть можливість проводити значно точніші вимірювання і зміцнить основи науки в цілому» [2].

Список використаних джерел

1. Про затвердження визначень основних одиниць SI, назв та визначень похідних одиниць SI … [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1022-15#Text
2. Прощавай, кілограме! Чому наша одиниця маси безнадійно застаріла. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.bbc.com/ukrainian/features-48339207
3. The world just redefined the kilogram. It involves complex science and beautifully simple philosophy. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.vox.com/science-and-health/2018/11/14/18072368/kilogram-kibble-redefine-weight-science.

4. Measurement in Daily Life [Електронний ресурс] / Measurement Standards Laboratory of New Zealand. –2023. – Режим доступу до ресурсу: https://www.measurement.govt.nz/metrology/measurement-in-daily-life/

Зіновчук А.В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Корнійчук П.П.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Грищук А.М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Житомирський державний університет імені Івана Франка

МОДЕЛЬ ВАЛЕНТНИХ СИЛОВИХ ПОЛІВ ДЛЯ AIIIBV НІТРИДІВ З ГЕКСАГОНАЛЬНОЮ КРИСТАЛІЧНОЮ ГРАТКОЮ

Чисельна модель для розрахунку властивостей кристалічної гратки є необхідною складовою багатьох глобальних мультифізичних моделей, що мають на меті реалістичне передбачення та проєктування роботи електронних та оптоелектронних приладів на основі AIIIBV нітридів. Високоточні *ab initio* методи моделювання кристалічної гратки дуже часто не можуть бути використані внаслідок своїх екстраординарних вимог щодо розрахункових потужностей. Наприклад, точний розрахунок електронного транспорту чи рекомбінації носіїв заряду вимагає визначення фононної структури в більш ніж тисячі точок зони Бріллюєна. Розрахунок властивостей потрійних InGaN сполук вимагає використання надкомірок, що містять декілька сотень атомів. В обох наведених прикладах, *ab initio* методи призводять до неприйнятних часових затрат. Саме тому останнім часом у дослідженнях почали використовувати емпіричний підхід, що називається метод валентних силових полів (ВСП). Декілька модифікацій найбільш відомої ВСП моделі Кітінга [1] було запропоновано для нітридів з граткою типу вюрциту (гратка з гексагональною симетрією) [2,3,4,5]. Ці моделі досить адекватно описують статичні властивості гратки гексагональних InN та GaN. Однак застосування їх до розрахунку динаміки гракти (фононної структури) призводить до значних відхилень від відомих експериментальних даних. В цій роботи ми оптимізували ВСП метод для гексагональних InN та GaN, в рамках якого можливо адекватно передбачати як статичні, так і динамічні властивості гратки.

У рамках раніше пропонованих моделей пружна енергія кристалічної гратки є сума близькодіючих потенціалів стиску-розтягу та згину міжатомного зв’язку сусідніх атомів. Як вже зазначалося вище, такий підхід не може адекватно описати навіть найпростіші особливості динаміки гексагональної гратки типу вюрциту. Для подолання цієї розбіжності, ми виконали наступні модифікації стандартної ВСП моделі. Перше, ми врахували потенціали стиску-розтягу з другими наступними сусідніми атомами та ввели в розгляд перехресні потенціали типу розтягу-згину та потенціали компланарної взаємодії. Друге, була врахована анізотропія гексагональної структури шляхом введення двох типів силових констант: перший тип описує пружні взаємодії в полярному (або як його ще називають *c*-напрямку), а другий – в перпендикулярному напрямку до полярної осі. Числові значення для силових констант необхідно оптимізувати так, щоб результати розрахунку співпадали з наперед заданими цільовими значеннями. Ми використовували два набори цільових значень. Перший набір включає в себе відомі з експерименту енергії акустичних та опричних фононів в точках високої симетрії зони Бріллюена. Другий цільовий набір містить експериментальні значення п’яти незалежних пружних констант. Двохцільова оптимізаційна функція визначалася як середньоквадратичне відхилення між результатами розрахунку та цільовими значеннями. Ця функція за своєю математичною сутністю є функціоналом від двадцяти незалежних змінних, що фізично являють собою двадцять силових констант, що описують потенціали міжатомних взаємодій. Значення цих констант знаходилися як результат багатовимірної мінімізації цільової функції. Пошук глобального мінімуму в цьому випадку є далеко не тривіальною задачею внаслідок сильної нелінійності цільової функції та високої розмірності задачі. Саме тому стандартні мінімізаційні алгоритми на основі спряжених градієнтів не справляються з даною задачею. В цій роботі ми використали модифікований нелінійний алгоритм симплексного рипу [6]. Він вимагає обчислення лише самої функції, а не її градієнту, що значно пришвидшує процес мінімізації в нашому випадку.

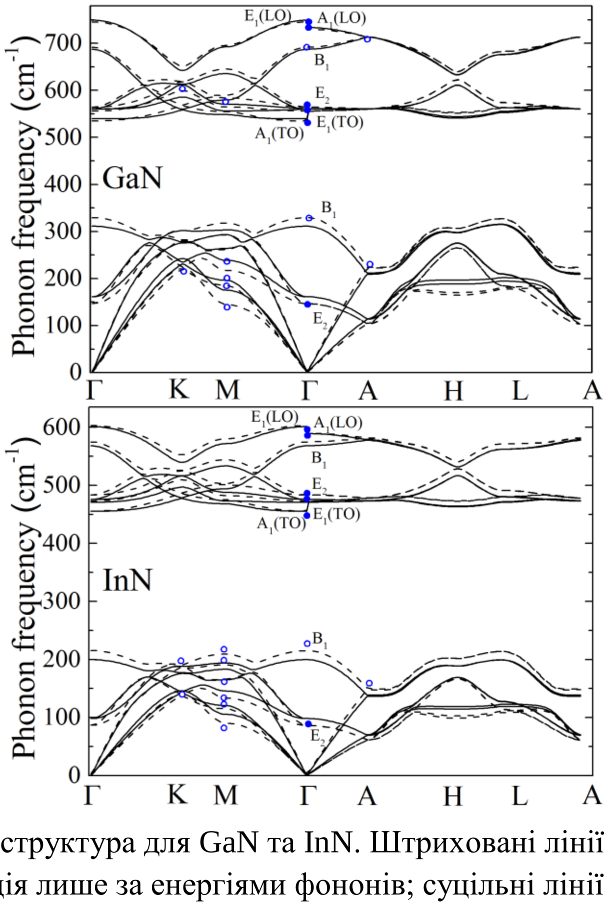


Рис.1. Фононна структура для GaN та InN. Штриховані лінії – одноцільова оптимізація лише за енергіями фононів; суцільні лінії – двохцільова оптимізація за набором енергій фононів, так і за набором пружних констант. Точки на рисунку відображають експериментальні дані із робіт [8,9,10].

Результати розрахунку статичних властивостей гратки бінарних GaN та InN за пропонованою моделлю показують досить адекватне співпадання з експериментальними даними. Наша модель здатна правильно відтворювати величини сталих гексагональної кристалічної гратки, пружні константи, незалежні внутрішні пружні параметри, неідеальне *c/a* відношення та нееквівалентні довжини міжатомних зв'язків. **Рисунок 1** демонструє розраховану фононну структуру для GaN та InN. Як видно із рисунка, модель досить точно передбачає енергії фононів як в центрі (Г-точка), та і на краях зони Бріллюена (А-точка). Найбільші відхилення від експериментальних даних (порядку 10÷12 %) спостерігаються для енергій E_2 and B_1 фононів.

Список використаних джерел

1. P. N. Keating, *Phys. Rev.* v.145, p.637 (1966).
2. T. Mattila, A. Zunger, *J. Appl. Phys.* v.85, p.160 (1999).
3. F. Grosse, J. Neugebauer, *Phys. Rev. B.* v.63, p.085207 (2001).
4. M. Łopuszynski, J. A. Majewski, *J. Appl. Phys.* v.111, p. 033502 (2012).
5. D. Camacho, Y. M. Niquet, *Physica E.* v.42, p.1361 (2010).
6. Ph. E. Gill, W. Murray, M. H. Wright, *Practical optimization* (Academic press, London, 1981)
7. J. Serrano, A. Bosak, M. Krisch, F. J. Manjon, A. H. Romero, N. Garro, X. Wang, A. Yoshikawa, M. Kuball, *Phys. Rev. Lett.* v.106, p.205501 (2011).
8. T. Ruf, J. Serrano, M. Cardona, P. Pavone, M. Pabst, M. Krisch, M. D'Astuto, T. Suski, I. Grzegory, M. Leszczynski, *Phys. Rev. Lett.* v.86, p.906 (2001).
9. V.Yu. Davydov, A.A. Klochikhin, M.B. Smirnov, V.V. Emtsev, V.D. Petrikov, I.A. Abroyan, A.I. Titov, I.N. Goncharuk, A.N. Smirnov, V.V. Mamutin, S.V. Ivanov, T. Inushima, *Phys. Status Solidi B.* v.216, p.779 (1999).

Касянова В.Г.

кандидат пед. наук, доцент,

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

МЕТОДИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ СПРЯМОВАНА НА ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ТА ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В УЧНІВ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛІ

За Державним стандартом «компетентність – набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці» [1].

Компетентність у перекладі з латинської *competentia* означає коло питань, у яких людина добре обізнана, має знання та досвід.

У навчальній програмі з фізики зазначено, що «головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості, становленні наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формуванні предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей (уміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математична, соціальна, громадянська, загальнокультурна, підприємницька і здоров’язбережувальна компетентності) учнів засобами фізики як навчального предмета» [2], [3].

Компетентність також визначається як набута у процесі навчання інтегрована здатність особистості, яка складається із знань, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці.

Фізика разом з іншими предметами робить свій внесок у *формування ключових компетентностей*.

Вже сьогодні на засадах компетентнісного підходу змінено структуру змісту фізики як предмету, розроблено результативну складову змісту – до кожної теми програми визначено обов'язкові результати навчання: вимоги до знань, умінь учнів, що виражаються у різних видах навчальної діяльності (учень називає, наводить приклади, характеризує, визначає, розпізнає, аналізує, порівнює, робить висновки).

Компетентнісний підхід сприяє формуванню ключових і предметних компетентностей.

До ключових компетентностей належить уміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математична і базові компетентності в галузі природознавства і техніки, інформаційно-комунікаційна, соціальна, громадянська, загальнокультурна, підприємницька і здоров’язбережувальна компетентності, а до предметних (галузевих) – комунікативна, літературна, мистецька, міжпредметна естетична, природничо-наукова і математична, проектно-технологічна та інформаційно-комунікаційна, суспільствознавча, історична і здоров’язбережувальна компетентності.

Предметні (галузеві) компетентності стосуються змісту конкретної освітньої галузі чи предмета, і для їх опису використовуються такі ключові поняття: «знає і розуміє», «уміє і застосовує», «виявляє ставлення і оцінює» тощо.

Методична діяльність вчителя фізики спрямована на формування ключових та предметних компетентностей в учнів в середній школі починається з планування уроку є складним та багатокомпонентним процесом, що починається з постановки дидактичної, розвиваючої та виховної мети уроку, вибору методів та прийомів навчання фізики та аналізу ключових та предметних компетентностей відповідно етапам уроку.

Важливою частиною створення вчителем плану-конспекту уроку та безпосередньо конспекту уроку, з використанням компетентнісно-орієнтованого підходу є побудова таблиць, що дозволяють відшукувати відповідності між ключовими та предметними компетентностями та етапами уроку.

Такі таблиці, на нашу думку, сприяють візуалізації можливостей формування компетентностей учнів методами та прийомами навчання фізики.

Наведемо приклади використання таблиць структури уроків фізики різних типів.

Таблиця 1.

Тип уроку: здобуття нових знань

№	Етап уроку	Методи навчання	Прийоми навчання	Ключові компетентності	Предметні компетентності
1	Вивчення нового	Демонстраційній експеримент	Постановка проблемних	**Спілкування державною**	Сприйняття та особистісне розуміння

	матеріалу	(практичний, наочний) Евристична бесіда. Пояснення вчителя (вербальний)	питань	**мовою.** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях**	таких фізичних явищ та процесів, Вміння спостерігати, робити наукові гіпотези та висновки з продемонстрованого експерименту
2	Закріплення вивченого матеріалу	Розв'язування задач (вербальний, наочний) Уявний експеримент (практичний)	Керівництво розумовою діяльністю учнів шляхом постановки питань, що спрямовують розум дитини	**Спілкування державною мовою** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях**	Особистісне розуміння таких фізичних явищ та процесів, вміння ототожнити засвоєні поняття під час розв'язування якісних задач, вміння проводити уявний експеримент
3	Домашнє завдання	Робота з підручником (вербальний, наочний) Самоконтроль знань (практичний) Розв'язування фізичних задач (практичний)	Вказівки щодо виконання домашнього завдання	**Спілкування державною мовою** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях** **Інформаційно-цифрова компетентність** **Уміння вчитися впродовж життя**	Вміння працювати з підручником, критично використовувати матеріали, знайдені в мережі інтернету, застосовувати знання на практиці. Вміння працювати самостійно

Таблиця 2.

Тип уроку: урок узагальнення і систематизації знань

№	Етап уроку	Методи навчання	Прийоми навчання	Ключові компетентності	Предметні компетентності
1	Актуалізація опорних знань учнів	Систематизація знань за допомогою фізичної гри колективного складання логічної послідовності формул (практичні, наочні, вербальні)	Робота з картками	**Спілкування державною мовою** **Основні компетенності у природничих науках і технологіях**	Закріплення знань про фізичні явища та процеси, фізичні величини, фізичні закони. Їх систематизація
2	Закріп-лення вивченого матеріалу	Розв'язування задач , представлених різними засобами (наочні, практичні вербальні)	Робота в групах, робота з картками, фізичні ігри	**Спілкування державною мовою** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях** **Соціальна й громадянська компетентності** **Математична компетентність**	Розвиток вміння розв'язувати фізичні задач різних типів, робити їх записи, наочно-графічні представ-лення, вміння працювати в групах
3	Домашнє	Домашній	Вказівки	**Спілкування**	Вміння планувати

	завдання.	експеримент (практичний) Робота з підручником (вербальний)	щодо виконання домашнього завдання	**державною мовою** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях** **Інформаційно-цифрова компетентність** **Уміння вчитися впродовж життя**	виконувати домашній фізичний експеримент, працювати з різними джерелами інформації, застосовувати знання на практиці

Таблиця 3.

Тип уроку: урок набуття експериментальних компетентностей

№	Зміст етапу уроку	Методи навчання	Прийоми Навчання	Ключові компетентності	Предметні компетентності
1	Актуалізація опорних знань учнів	Фронтальне опитування (вербальний метод)	Постановка проблемних питань	**Спілкування державною мовою** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях**	Закріплення знань про фізичні величини, явища. процеси, закони
2	Планування фізичного експерименту.	Евристична бесіда (вербальний) Уявний експери-мент (практи-чний)	Керування розумовою діяльністю учнів	**Ініціативність і підприємливість** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях** **Спілкування державною мовою** **Соціальна й громадянська компетентності**	Уміння застосовувати фізичні знання для генерування ідей та ініціатив щодо проектної, конструкторської та винахідницької діяльності Уміння активно працювати в групах, розподіляти ролі, оцінювати вклад власний та інших, приймати виважені рішення, які сприятимуть розв'язанню досліджуваної проблеми чи завдання
3	Виконання лабораторної роботи	Фронтальний експеримент (Практичний)	Корекція діяльності учнів	**Екологічна грамотність і здорове життя** **Основні компетентності у природничих науках і технологіях** **Спілкування державною мовою** **Соціальна й громадянська компетентності** **Математична компетентність**	Уміння застосовувати набуті знання та навички для збереження власного здоров'я та здоров'я інших, дотримуватися правил безпеки життєдіяльності під час виконання навчальних експериментів, Уміння виконувати експеримент, працювати з приладами, таблицями. Уміння активно працювати в групах, розподіляти ролі, оцінювати вклад вла-

					сний та інших, приймати виважені рішення, які сприятимуть розв'язанню досліджуваної проблеми. Уміння застосовувати математичні методи для опису, дослідження фізичних явищ і процесів, опрацювання та оцінювання результатів експерименту. Ставлення: усвідомлення важливості математичного апарату для опису та розв'язання фізичних проблем і задач.
3	Домашнє завдання.	Зауваження щодо виконання ДЗ. Робота з підручником (вербальний)		**Спілкування державною мовою Основні компетентності у природничих науках і технологіях Інформаційно-цифрова компетентність Уміння вчитися впродовж життя Математична компетентність**	Уміння працювати з підручником, Закріпити знання про теплові процеси та явища, питому теплоємність речовини, закон збереження енергії, критично використовувати матеріали, знайдені в мережі інтернету, застосовувати знання на практиці, застосовувати математичні методи для розв'язування фізичних задач Уміння працювати самостійно

Розвиток шкільної освіти, зокрема, в частині вивчення фізики, сьогодні пов'язаний з впровадженням компетентнісного підходу у навчально-виховний процес школи.

Ключовою компетентністю учнів є уміння вчитися. Саме головною дійовою особою в навчанні є учень.

Використання вчителем фізики сучасних технологій навчання фізики сприяє та розвитку навчальних компетентностей учнів, формуванню їх особистостей.

Організація компетентнісно-орієнтованого навчання фізики є головною метою вчителя та запорукою його ефективності навчально-виховного процесу.

Список використаних джерел

1. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text
2. Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas
3. ФІЗИКА. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів рівень

«стандарт»: − 3 години на тиждень у 10 та 11 класах, рівень «профільний»: − 6 годин на тиждень у 10 та 11 класах. [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf.

Козеренко С.І.
кандидат пед. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ З РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Підвищення рівня підготовки майбутніх вчителів фізики, посилення практичної спрямованості викладання та зв’язок навчання з життям та продуктивною працею є провідним завданням, які поставила реформа загальноосвітньою і професійної школи перед педагогічними навчальними закладами. Особлива роль при цьому відводиться радіоелектроніці, вивчення якої завершує теоретичну та практичну підготовку майбутніх вчителів фізики. Навчальний курс радіоелектроніки, з одного боку, є фактично продовженням вивчення курсу загальної фізики в її прикладному сенсі, що сприяє усвідомленому аналізу фізичних процесів, закономірностей і законів природи, які вивчаються в окремих розділах фізики. З іншого боку – курс радіоелектроніка є важливим з точки зору подальшого вивчення таких дисциплін, як радіотехніка, автоматика та обчислювальна техніка. Цей предмет дає не тільки необхідні знання про явища, що відбуваються в радіотехнічних пристроях, але і як наука високого рівня формує асоціативне мислення студентів. Радіоелектроніка – галузь науки та техніки, яка вивчає методи та засоби передавання, приймання та перетворення інформації у вигляді електромагнітних та електричних сигналів за допомогою електронних сигналів.

Електроніка як наука (ще прийнято називати її фізичною електронікою) займається вивченням електронних явищ та процесів, пов’язаних з зміною концентрації та переміщенням заряджених частинок в різних середовищах (у вакуумі, газах, твердих тілах і т.п.) та умовах (при різних температурах), під дією електричних та магнітних полів.

В умовах науково-технічного прогресу особливо чітко відстежується взаємозв’язок між наукою, технікою та виробництвом. Наука стала безпосередньою виробничою силою, а наукові досягнення та відкриття виявилися в значній мірі залежними від рівня розвитку та можливостей сучасних технологій. На сьогодні, ми бачимо широкий спектр використання електронних приладів та пристроїв, що зумовлено їх швидкодією, точністю, високою чутливістю, малими значеннями споживання енергії та постійно зростаючою економічністю. Отож, варто відстежити, які фізичні явища та закони зумовлюють принцип роботи сучасних електронно-технічних пристроях та зазначити яким чином отримані практичні знання впливають на рівень підвищення фахових знань вчителів та студентів з основ сучасної електроніки та фізики загалом.

У статті наведено основні фізичні закони електростатики, електродинаміки, оптики та квантової фізики під час вивчення фізичних основ функціонування електронно-технічних пристроїв, як один з головних засобів підвищення рівня фахових знань вчителів з основ сучасної електроніки та фізики. Наведено приклад використання та застосування законів фізики в роботі електронних приладів.

Світлодіодний принтер – вид принтера, що, як і лазерний, слугує для перенесення зображення з цифрового носія на паперовий, однак суттєво від лазерного відрізняється, оскільки, фактично, є його покращеною версією.

Якщо лазерний принцип використовує досить складну систему освітлення – джерело світло (лазер) + система призм і дзеркал, то в світлодіодному принтері джерелом світла слугує світлодіодна лінійка. Робота світлодіодного принтера базується на принципі сухого електростатичного переносу[6].

Фізичні закони при роботі світлодіодного принтера:

- закон збереження електричного заряду – повний заряд ізольованої замкнутої фізичної системи є величиною сталою, тобто не змінюється незалежно від процесів, які відбуваються всередині цієї системи;
- закон Ома для повного кола (у будь-якому принтері наявне електричне коло) – сила струму в замкнутому електричному колі, яке містить одне джерело струму, дорівнює відношенню ЕРС джерела струму до повного опору кола;
- закон Кулона (при електризації в принтері) – сила взаємодії двох тіл прямо пропорційна добутку їх модулів і обернено пропорційна відстані між ними;
- фотометричний закон віддаленості – силу світла можна обчислити за освітленістю за умови, що відстань фотометрування більша за фотометричну межу;
- закон дисперсії – закон залежності енергії одноелектронного стану від квазі-імпульсу;

Таким чином отримані практичні знання впливають на рівень підвищення фахових знань вчителів студентів з основ сучасної електроніки та фізики загалом.

Список використаних джерел

1. Вакуленко М.О., Вакуленко О.В. Фізичний тлумачний словник. Київ: ВПЦ „Київський університет", 2008. 771 с.
2. Дмитрієва Л.Б., Швець Є.Я., Дмитрієв В.С. Оптоелектроніка. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів ЗДІА, що навчаються за напрямками «Мікро- та наноелектроніка» денної та заочної форм навчання / Укл.: Дмитрієва Л.Б., Швець Є.Я., Дмитрієв В.С. – Запоріжжя, 2013. –45 с.
3. Дяченко Р. Дослідження компенсаторів дисперсії за допомогою волоконних світловодів з від'ємною дисперсією. Київ: КПІ, 2016. 83 с.
4. Конспект уроку на тему: «Електромагнітна індукція»[Електронний ресурс] – Режим доступу: https://naurok.com.ua/urok-elektromagnitna-indukciya-zakon-elektromagnitno-indukci-39193.html
5. Лебедь О.О., Кочергіна О.Д., Гаращенко В.І., Мислінчук О.О. Методичні вказівки до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Фізичні основи інформаційних систем» (спецкурс) для студентів напрямів підготовки 6.080200 «Прикладна математика» та 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» денної форми навчання. Рівне: НУВГП, 2013. - 42 с.

6. Литвиненко А.С. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізика і техніка світлодіодів» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Світлотехніка і джерела світла) / Харків нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: А. С. Литвиненко. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 34 с.

Корець М.С.
доктор пед. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Корнійчук П.П.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Ткаченко О.К.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Житомирський державний університет імені Івана Франка

СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ДОСЛІДЖЕНЬ З ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ У ПЕДАГОГІЧНИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Фундатором становлення досліджень з фізики напівпровідників у педагогічних закладах освіти України була Тичина Ірина Іллівна (1928–2015 рр.), доктор фізико-математичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, яка продовжила наукові напрацювання Горюнової Ніни Олександрівни (Фізико-технічний інститут напівпровідників АН СРСР імені А.Йоффе) в галузі фосфідних напівпровідників. Водночас паралельно дослідження напівпровідникових телуридів проводили науковці під керівництвом кандидата фізико-математичних наук, доцента Войцехівського Олександра Васильовича.

Суттєву допомогу при створенні лабораторії з фізики напівпровідників в університеті, яка розпочала свою активну діяльність з 1970 року, надавав ректор університету Шкіль Микола Іванович, доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, заслужений діяч наук і техніки України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізики Дущенко Віктор Павлович;

Значну участь у діяльності цієї лабораторії в період її становлення були такі співробітники:

– кандидат фізико-математичних наук, професор Трегуб Іван Григорович, працював проректором в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова, досліджував монокристали $ZnGeP_2$ (науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор Тичина І.І.);

– кандидат фізико-математичних наук, доцент Гориня Віктор Антонович, працював доцентом кафедри фізики у Київському вищому військовому танковому училищі, досліджував напівпровідникові кристали методами оптичної спектроскопії (науковий керівник - академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор Горбань І.С.);

– кандидат фізико-математичних наук, професор, заслужений працівник освіти України Грищенко Геннадій Панасович, працював деканом фізико-математичного факультету в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова , досліджував монокристали $ZnSiP_2$ (науковий керівник - академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор Горбань І.С.);

– кандидат фізико-математичних наук, доцент Ткаченко Олександр Кирилович, працював завідувачем кафедри фізики у Житомирському державному університеті імені І. Я. Франка, досліджував монокристали ZnP_2 (науковий керівник - академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор Горбань І.С.);

– кандидат фізико-математичних наук, доцент Криськов Цезар Андрійович, працював завідувачем кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного педагогічного університету імені Івана Огієнка, досліджував кристали $CdSiP_2$ (науковий керівник – академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор Горбань І.С.);

– доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри загальної фізики Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова Шут Микола Іванович, проводив дослідження полімерних матеріалів;

– кандидат фізико-математичних наук, професор, заслужений працівник освіти України, завідувач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова Горбачук Іван Тихонович досліджував електроповерхневі властивості дисперсних систем;

– кандидат фізико-математичних наук, доцент Коваль Віктор Сергійович, працював завідувачем кафедри технічних засобів навчання в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова, досліджував монокристали CdP_2, (науковий керівник – доктор фізико-математичних наук, професор, Потикевич Іван Васильович);

– доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, заслужений працівник освіти України, проректор Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова Корець Микола Савич, досліджував кристали CdP_2 (науковий керівник – доктор фізико-математичних наук, професор Тичина І.І.);

Серед науковців, які продовжили проведення досліджень на новому етапі в лабораторії слід відзначити наступних:

– Кудін Анатолій Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, заслужений працівник освіти України, нині директор навчально-наукового інституту «Європейська школа ІТ» Міжнародного Європейського університету, досліджував кристали ZnP_2 (науковий консультант - доктор фізико-математичних наук, професор Тартачник В.П.).

– Стучинська Наталія Василівна – кандидат фізико-математичних наук, доктор педагогічних наук, професор, нині професор кафедри медичної фізики та інформатики Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, досліджувала кристали

CdP_2 (науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор Потикевич Іван Васильович);

– Марценюк Людмила Степанівна – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Інституту ядерних досліджень НАН України, досліджувала кристали ZnP_2 (науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор Тичина І.І.);

– Вернидуб Роман Михайлович – доктор філософських наук, кандидат фізико-математичних наук, заслужений працівник освіти, нині працює проректором з навчально-методичної роботи Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, досліджував радіаційні дефекти в кристалах фосфіда галію (науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор Тичина І.І.);

– Опілат Віталій Якович - кандидат фізико-математичних наук, доцент, нині працює в інституті нанотехнологій Київського державного університету імені Тараса Шевченка досліджував кристали GaP; (науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор Тичина І.І.);

– Павлова Наталья Юрівна – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної та теоретичної фізики та астрономії в Національному педагогічному університету імені М.П. Драгоманова; досліджувала нелінійні властивості монокристалів ZnP_2 (науковий керівник – кандидат фізико-математичних наук, доцент Пацкун І.І.);

– Рибалка Алла Вікторівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент працює керівником експертної групи з питань вищої освіти та освіти дорослих Міністерства освіти і науки України; досліджувала монокристаліи ZnP_2 (науковий керівник – кандидат фізико-математичних наук, доцент Пацкун І.І.);

Учні Тичини Ірини Іллівни продовжили діяльність у цих дослідженнях, створюючи у своїх педагогічних закладах локальні лабораторії для проведення самостійних досліджень, а саме: в Житомирському педагогічному інституті (нині Житомирський державний університет імені Івана Франка) кандидати фізико-математичних наук, доценти – Ткаченко О.К., Радзівіл В.П.; у Ніжинському педагогічному інституті (нині Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) кандидати фізико-математичних наук, доценти – В’ялий М.В, Онищенко С.Г.; у Кіровоградському педагогічному інституті (нині Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка) – кандидати фізико-математичних наук, доценти Сірий В.І., Ткачук І.Ю.; у Чернігівському педагогічному інституті (нині Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка) - кандидати фізико-математичних наук, доценти Краснолоб М.І., Середній А.П.; у Кам’янець-Подільському педагогічному інституті (нині у Кам’янець-Подільський національний університет імені І. Огієнка) кандидат фізико-математичних наук, доцент Криськов Ц.А.

Так склалася ситуація, що в педагогічних інститутах в ті часи були переважно належним чином представлені дослідження з технології напівпровідникових матеріалів, тобто з'явилася можливість отримувати якісно нові зразки матеріалів, а у дослідженнях їхніх властивостей були зацікавлені майже всі наукові установи країни. В питаннях оптикоспектроскопії та дослідженнях електричних властивостей напівпровідників брали участь визначні науковці Литви, зокрема: Вищекас Юргіс, академік, доктор фізико-математичних наук, професор; Сакалас Алоїзас, доктор фізико-математичних наук, професор; Балтрамеюнас Ремес, доктор фізико-математичних наук, професор; Янушкявічюс Зігмас професор.

Тісна співпраця була з Київським національним університетом імені Тараса Шевченка на кафедрі експериментальної фізики, в особі академіка НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача кафедри експериментальної фізики, заслуженого діяча науки і техніки України Горбаня Івана Степановича та з деканом фізичного факультету, доктором фізико-математичних наук, професором Слободянюком Олександром Валентиновичем. В інституті прикладної фізики Республіки Молдавії багато досліджень із спектроскопії були проведені спільно з академіком, доктором фізико-математичних наук, професором Радауцаном С.І., доктором фізико-математичних наук, професором Соболевим В. В., не менш цікавою була робота із Сирбу М., доктором фізико-математичних наук, професором, завідувачем кафедри Кишинівського державного університету. Водночас найбільш спорідненою для лабораторії була робота в Інституті напівпровідників НАН України і співпраця із Баранським Петром Івановичем, доктором фізико-математичних наук, професором, завідувачем відділу; Фекешгазі Іштваном Ванцеєвичем, доктором фізико-математичних наук, професором, завідувачем відділу; Валахом Михайлом Яковичем, доктором фізико-математичних наук, професором, член-кореспондент НАН України, заступником директора інституту. У галузі технології вирощування напівпровідникових матеріалів співпрацювали з науковцями Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та Інституту матеріалознавства АН України.

Список використаних джерел

1. Микола Корець: Вибрані наукові праці та авторські свідоцтва з фізики напівпровідників; патенти. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2022. – 370 с.

Луцак І.-М.М.
магістр,
Яцура М.М.
кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

АСТРОНОМІЧНЕ НАВЧАННЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ЦІЛІСНОЇ ОСОБИСТОСТІ

Теперішній людині, яка не цікавиться таємницями Всесвіту, важко усвідомити навіщо їй здобувати астрономічні знання. З першого погляду, вони не знадобляться в житті, адже тепер людина рідко «користується небесними світилами для орієнтування у просторі й визначення часу, як це робили наші предки в давнину» [1]. Більшість людей далекі від науки, проте результатами роботи науковців послуговуються.

Ми щодня використовуємо календар та поняття часу з його одиницями. «Астрономічні уявлення дають нам змогу сприймати довкілля як єдину взаємозалежну природну систему під назвою Всесвіт, що існує й розвивається за певними законами, а також допомагає зрозуміти яке місце людина посідає у ньому. Безсумнівно, ці знання являються матеріально-духовною цінністю людства і мають передаватись молодому поколінню через освіту. Сьогоднішній світ вимагає, щоб учень не тільки засвоював досвід минулих поколінь, але й сам навчався застосовувати його в нових мінливих умовах» [107]. Учні мають бути активними, творчими, здатними самостійно здобувати знання, розпоряджатися власним потенціалом, щоб цілеспрямовано будувати свій життєвий шлях.

Вивчаючи астрономію, «потрібно звертати увагу на те, які відомості є достовірними фактами, а які – науковими припущеннями. Для цього потрібно користуватись додатковими джерелами, одним з яких є енциклопедія» [3]. Відсутність для учнів подібних видань призвело до створення нами навчально-методичного видання «Шкільна астрономічна енциклопедія», яка допоможе поповнити свої знання про Всесвіт та його будову. Вона буде корисною не тільки для учнів, але і для вчителів, які проводять уроки з астрономії, та всіх охочих отримати інформацію про цю захоплюючу науку.

Статті енциклопедії-словника розповідають про зірки, великі та маленькі планети, прилади та цікаві явища, які вивчає астрономія та астрофізика. Користуючись енциклопедією, школярі дізнаються про нелегку наукову роботу астрономів, прилади, які використовуються для їхніх досліджень, складні космічні апарати. Багато уваги приділено розповідям про різні небесні тіла. Зі статей про нашу Галактику стануть відомі її розміри і будова, про зірки і туманності, котрі входять до її складу. Енциклопедія містить тільки найосновніші астрономічні відомості. Розрахована для школярів середнього та старшого віку.

Таким чином, обґрунтовано «концептуальні основи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі – її загальнокультурний контекст як засіб розвитку інтелектуальної особистості, цілі та завдання вивчення, методологію добору змісту»[2] та підготовлено енциклопедію, яка призначена для школярів, що хочуть поповнити свої знання про Всесвіт, отримати необхідну інформацію з астрономії та астрофізики, в якій наведено астрономічні статті та завдання для узагальнення знань з використанням QR-кодів, кросвордів та ребусів.

Список використаних джерел

1. Астрономічний енциклопедичний словник / за заг. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. 204 с.
2. Іван Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загально-освітній школі. – К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. – 244 с.
3. В. Лук’янець. Космологія // Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. – 742 с.

Луценко В.Ю.
кандидат техн. наук, доцент,
Національний університет будівництва і архітектури
Гобачук І.Т.
кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Пудченко С.А.
завідувач лабораторії спецфізпрактикуму,
Мусієнко Ю.А.
завідувач лабораторії НІТН,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ФОРМУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИХ ЗНАНЬ ТА НАВИЧОК НА ЗАНЯТТЯХ З РОБОТОТЕХНІКИ

Останні десятиріччя супроводжуються інтенсивним впровадженням інформаційних технологій в процес навчання дисциплін фізико-математичного спрямування. З'являються нові підходи до організації навчального процесу, які базуються на можливостях застосування ЕОМ, що дозволяє вивести на якісно новий рівень фізичний експеримент або демонстрацію, додати наочності математичним викладкам та моделям. Серед таких методик, що вже впевнено довели свою ефективність, особливе місце займає STEM навчання.

STEM технології навчання реалізують комплексний підхід, що передбачає інтеграцію результатів наукових досліджень, сучасних технологій, інженерних навичок та математичних знань. Таке об'єднання обумовило високу ефективність, наочність, актуальність цього напрямку [1].

Одним із ефективних застосувань методів STEM навчання є вивчення робототехніки. Це комплексна дисципліна, що поєднує елементи механіки, електроніки, теорії машинобудування, вимірювання, програмування, автоматизованого управління, інформаційно-комунікаційних технологій [2].

Організація навчального процесу з цієї дисципліни потребує певного методичного, алгоритмічного, програмного та технічного забезпечення. Відзначимо, що в сучасному освітньому просторі є досить багато програмних продуктів, які забезпечують комплексне вирішення питань викладання освітньої робототехніки. Одними з найбільш популярних є набори LEGO® Mindstorms® та LEGO AV3, обладнання VEX Robotics, National Instruments та звісно – платформа Arduino. Ці платформи дозволяють створювати та досліджувати як стандартні моделі роботів, що складаються за допомогою базових наборів деталей, так і проектувати авторські моделі чи виконувати індивідуальні проекти, які вирішують певні специфічні задачі. Проте, в умовах економічних криз та недостатнього фінансування особливої ваги набувають питання вартості, можливості придбання та розповсюдження таких наборів серед учнів та студентів, що вивчають робототехніку [3].

Взявши за основний критерій «вартість/можливості» було розроблено цикл лабораторних робіт для слухачів з основ робототехніки. Цільова аудиторія – це студенти та учні старшої школи; матеріали можуть використовуватись під час лабораторних та практичних робіт, демонстрацій, на позакласних заходах.

Апаратна база лабораторного практикуму базується на Arduino Nano, Arduino Mega 2560 та ESP 32. Вартість цих пристроїв на вітчизняному ринку мікроелектроніки не перевищує 10-12 USD. При такій вартості вони характеризуються потужним набором периферійних пристроїв, таких як таймери-лічильники, АЦП, USART, GPIO. У випадку використання ESP 32 користувач отримує крім 32 розрядного процесора з аналогічними периферійними пристроями ще й Wi-Fi модуль, що робить цей пристрій популярною складовою інтернету речей [3].

Крім контролера, до складу апаратного забезпечення включено серводвигун типу SG90, потенціометр опором 10 кОм, плата електромеханічного енкодера KY-040 та модуль джойстика.

В якості середовища для програмування та налаштування пропонується використати програмне середовище Arduino IDE. Цікавою альтернативою цього програмного забезпечення, на яку варто звернути увагу, є .NET nanoFramewrork від компанії Microsoft. Це інтегроване середовище розробки, яке підтримує широку номенклатуру контролерів, та є безкоштовною платформою з відкритим кодом, що дозволяє розробляти програмне забезпечення embedded систем на мові C#.

Розроблений лабораторний практикум складається з п'яти робіт, з використанням платформи Arduino та трьох робіт на ESP 32.

У першій роботі «Дослідження роботи сервоприводу» слухачі знайомляться з будовою і принципом роботи сервоприводу, інтегрованим середовищем програмування та можливостями спеціалізованої бібліотеки для управління серводвигунами Servo, що входить до складу Arduino IDE. У цій роботі пропонується використовувати бібліотечний метод Write(), за допомогою якого здійснюється поворот валу серводвигуна на заданий кут [4].

Сервоприводи у складі реальних роботів використовуються в якості виконавчих механізмів, що накладає певні вимоги до їх позиціонування. Отримати оцінку точності повороту сервоприводу в рамках навчальної задачі можна, створивши досить просту установку, яка складається із закріпленого сервоприводу, на валу якого розміщено показчик, та шкали для вимірювання кутів.

Слухачам пропонується самостійно розробити програмний модуль, що забезпечить автоматичний поворот валу сервоприводу на заданий кут та покрокове проходження всього робочого діапазону. Обов'язковою після чергового повороту є зупинка для візуального визначення кута повороту валу за допомогою покажчика та шкали. Таким чином, отримуються результати, які в подальшому дозволяють побудувати калібрувальну криву та оцінити похибки.

У наступній лабораторній роботі слухачі поглиблюють свої знання та навички управління сервоприводом, а саме знайомляться з ще одним методом, що забезпечує поворот валу – writeMicroseconds(). Цей метод відноситься до низькорівневих методів і, вірогідно, може забезпечити більш високу точність позиціонування валу сервоприводу. Пропонується перевірити цю гіпотезу, використовуючи підхід із попередньої роботи, оснований на застосуванні покажчика та шкали [4].

Більшість сервоприподів дозволяють визначити кут повороту валу за допомогою вбудованого датчика повороту. Бібліотека Servo надає для цього окремий метод – read(), який можна використати при написанні програмного коду, що реалізує процес навчання робота.

Наступні три лабораторні роботи присвячені вивченню способів керування положенням валу сервопривода за допомогою задатчиків кута, в якості яких використовується потенціометр, електромеханічний енкодер та резистивний джойстик. Слухачі знайомляться з основами роботи аналого-цифрового перетворювача, функціями перетворення діапазонів, зчитуванням цифрових сигналів та механізмом обробки зовнішніх переривань.

Поглиблене вивчення основ робототехніки передбачає знайомство з іншими типами мікроконтролерів, провідними та бездротовими інтерфейсами передачі даних. Вдалим вибором можна вважати використання мікроконтролера ESP 32 фірми Espressif Systems. Фактично це система на кристалі з інтегрованим контролерами радіозв'язку Wi-Fi, Bluetooth и Thread [5].

Процес знайомства та вивчення нового обладнання, безумовно, супроводжується періодичною появою помилок та пов'язаних з ними проблем і нерозв'язаних задач. Тому роль наставника-викладача на цьому етапі є надзвичайно важливою та необхідною. Процес навчання повинен бути комфортним та цікавим, що забезпечить підвищення мотивації та його якості. Виходячи із цих принципів, доцільно на першому етапі повторити вже розв'язані для контролера Arduino задачі.

У наступних лабораторних роботах слухачам пропонується познайомитися з прийомами підключення до існуючої Wi-Fi мережі та провести її сканування. На фінальних заняттях розглядається принци організації управління робототехнічною системою через Web-інтерфейс. Як приклад можна використати сервопривод, керування яким буде здійснюватися з використанням Wi-Fi зв'язку.

Окрема увага в рамках розроблених лабораторних робіт приділяється прийомам проектування та налаштуванням програмного забезпечення, що передбачає передачу в ЕОМ верхнього рівня діагностичної інформації з використанням послідовного інтерфейсу RS 232.

Таким чином, розроблений цикл лабораторних робіт з основ робототехніки направлений на розвиток когнітивних та творчих здібностей, пізнавальних навичок та міждисциплінарних зав'язків. Освітня робототехніка дозволяє створювати на заняттях атмосферу командної роботи, проводити яскраві та наочні демонстрації, а головне – актуалізувати процес навчання, зробити його цікавим і корисним.

Список використаних джерел

1. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text
2. STEM-освіта [Електронний ресурс] // Інститут модернізації змісту освіти. Режим доступу до ресурсу: https://imzo.gov.ua/stem-osvita/
3. Woolf B. P. A roadmap for education technology / B. P. Woolf // Amherst, MA: Global Resources for Online Education. 2010. 80 p.
4. ARDUINO [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.arduino.cc
5. Espressif Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.espressif.com

Мадар Н.І.
магістрантка,
Ліщинський І.М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ НА ІНТЕГРОВАНИХ УРОКАХ ФІЗИКИ І ГЕОГРАФІЇ

Одним із завдань сучасної школи є підготовка випускника, який може вирішувати широке коло проблем, а також володіє здатністю до саморозвитку. Також, модифікується функція учителя в освітньому процесі, яка полягає не стільки у забезпеченні певної кількості знань, умінь і навичок, що передбачені навчальною програмою, як у формуванні і розвитку в учнів здатності практично діяти, застосовувати набуті знання та досвід для розв'язання практичних, соціальних задач.

Згідно з традиційним підходом до вивчення навчальних дисциплін вчителі розкривають перед учнями основи окремих наук, відповідно до галузей навчання (природничо-математичні, гуманітарні тощо). Як наслідок, маємо деяку ізольованість навчальних предметів, відсутність системного сприйняття об'єкта навчання, певні складнощі при формуванні узагальнених знань. Як зазначив І.П. Підласий «…в українській школі між різними дисциплінами побудовано міцну бетонну стіну. Але ж світ за вікном – єдиний!» [1].

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти акцентує увагу на компетентнісному підході до освітнього процесу загалом і, зокрема, на формуванні міжпредметної компетентності, тобто здатності учня застосовувати уміння, навички, способи діяльності стосовно міжпредметного спектру знань з певних шкільних дисциплін.

Формування міжпредметної компетентності можливе лише за активного використання міжпредметних зв'язків під час вивчення окремих навчальних предметів, а також проведення інтегрованих уроків. Міжпредметні зв'язки, сприяють кращому розумінню та засвоєнню навчального матеріалу, адже вони забезпечують усвідомлення понять та термінів, дають можливість учням встановлювати причинно-наслідкові зв'язки.

Проте інтеграція навчальних предметів повинна бути «...не спонтанною, коли еклектично поєднуються різнопредметні знання без наукової аргументації. Тому небезпечними стають і ізольованість вивчення окремих предметів, і протилежна їй крайність «інтегрувати все в усьому», що призводить до руйнування предметного навчання» [2].

Проблема міжпредметних звязків є досить актуальною і вивчалася різними авторами, зокрема, І.Я.Курамшин, І.М.Хаматуліна та Г.Н.Морозова вважають за потрібне для дослідження виконувати тематичний та поелементний аналіз змісту навчальних предметів і програм.

Стосовно міжпредметних зв'язків у навчанні географії проаналізовано роботи як вітчизняних (О.О.Бейдик, С.Л.Капіруліна, В.П.Корнєєв, Г.Г.Назаренко, В.Ю.Пестушко, О.М.Топузов, Г.Є.Уварова), так і зарубіжних (Є.Ф.Валюкевич, Г.П.Герасимова, М.В.Малахов, В.О.Нізовцев, Т.Д.Стрельникова, М.З.Тимошенко, Л.М.Панчішникова) авторів.

Базуючись на відомих теоретичних засадах нами проведено дослідно-експериментальну роботу з дослідження ефективності формування міжпредметних компетентностей при вивченні фізики та географії. У дослідженні брали участь учні 9-х класів, загальною кількість – 30, розділені порівну на контрольну і експериментальну групи.

На першому константувальному етапі для дослідження рівня сформованості пізнавальної активності у школярів нами було запропоновано ряд завдань міжпредметного характеру.

Аналіз результатів діагностики засвідчує, що високий рівень сформованості пізнавальної активності мають 18,7% школярів, середній - 61,5%, а низький - 19,8%, для переважної більшості школярів властивим є середній рівень сформованості пізнавальної активності.

На другому етапі експерименту з учнями була проведена робота з підвищення пізнавальної активності засобами використання міжпредметних зв'язків фізики та географії. Для початку було створено команду вчителів різних навчальних дисциплін (фізики і географії) з єдиним педагогічним кредо і мотивацією до роботи над спільними завданнями. Командою проведено аналіз програм з фізики і географії, визначено спільні змістові лінії, дотичні теми, які можна інтегрувати, та на основі цього зроблено розробку інтегрованого уроку.

Після проведеного інтегрованого уроку фізики та географії для визначення змін у рівнях сформованості пізнавальної активності школярам було запропоновано розв’язати завдання контрольного етапу експерименту. Критеріями, які визначали якість виконання завдання, були правильність і повнота відповідей. Результати представлені в таблиці.

Таблиця 1.

Результати, що характеризують сформованість пізнавальної активності

Рівні	**Кількість школярів в %**			
	Експериментальна група		**Контрольна група**	
	До	Після	До	Після
Низький	19,8	-	19,8	10,2
Середній	61,5	56,8	61,5	64,5
Високий	18,7	43,2	18,7	25,3

Якісні результати виконання завдання свідчать, що рівень сформованості пізнавальної активності експериментальної групи суттєво змінився. Ці показники значно вищі, ніж у контрольній групі. Що стосується високого рівня, то майже кожен учень контрольної групи допустив помилки під час відповідей на питання, тоді як в експериментальній групі майже всі учні дали правильні відповіді. Показник результатів експериментальної групи набагато вищий від показника результатів учнів контрольної групи.

Порівняння відповідей школярів експериментальної і контрольної груп свідчать про значні розходження в рівнях сформованості пізнавальної діяльності. Серед школярів експериментальної групи не знайшлося жодного, який знаходиться на низькому рівні сформованості пізнавальної діяльності, тоді як серед контрольної групи мають низький рівень 10,2% школярів.

Аналіз результатів проведеного експерименту підтверджує, що у процесі проведення інтегрованих уроків та використання міжпредметних зв'язків учні стають більш активними, допитливими та мотивованими, проявляють ініціативність та творчий підхід до виконуваних завдань. Інтегровані завдання підтримують цікавість протягом уроку, що сприяє активнішій пізнавальній діяльності, результатом чого є формування міжпредметних компетентностей та ефективніше засвоєння навчального матеріалу, про що й свідчать результати експерименту.

Список використаних джерел

1. Підласий І.П. Чи буде PISA в Україні? Харків: Вид. група «Основа», 2013, 128 с.
2. Засєкіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.

Маруженко О.В.,
кандидат фіз.-мат. наук, науковий співробітник,
Інститут електрозварювання імені Є.О. Патона НАНУ
Мамуня Є. П.,
доктор фіз.-мат. наук, професор, провідний науковий співробітник,
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАНУ
Юрженко М.В.
доктор техн. наук, професор, завідувач відділу №80,
Підлісний А.Р.
Інститут електрозварювання імені Є.О. Патона НАНУ
Прювост Себастьян
Dr. Sci.,
Institut national des sciences appliquées de Lyon (INSA Lyon)

ПІРОРЕЗИСТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО ПОЛІМЕРУ ТА КАРБОНОВИХ НАПОВНЮВАЧІВ

Провідні полімерні композити (ППК) привертають велику увагу головним чином завдяки їх численним застосуванням як антистатичних, екрануючих електромагнітне випромінювання, провідних плівок, покриттів і різноманітних сенсорів на основі п'єзорезистивних і хіморезистивних ефектів. Одним із можливих застосувань є матеріали для електронагрівачів, які відносять до матеріалів з пірорезистивним ефектом [1-3].

Досліджувані композити формували методом гарячого компактування, в якості полімерної матриці використовували поліетилену високої густини (HDPE) у вигляді дрібнодисперсного порошку. В якості електропровідного наповнювача використовували сажу (CB) ENSACO 250G і вуглецеве волокно (CF). Вміст CB і CF в композитах становив 8% об, співвідношення гібридного наповнювача складало 1 до 1 (4 об.% CB + 4 об.% CF).

У сегрегованій структурі композитів, вуглецеві наповнювачі CB і CF локалізовані на міжзеренній межі, утворюючи провідний каркас у полімерній матриці. У такій структурі локальна концентрація частинок наповнювача на межах зерен є високою і визначає електрофізичні характеристики композиту, такі як електропровідність і теплопровідність [4]. Частинки наповнювача утворюють локальні контакти і, як наслідок, виникає перколяційний кластер, забезпечуючи перенесення заряду при низькій загальній концентрації наповнювача.

Дослідження електротермічних процесів показали, що рівноважна температура T_p, яка встановлюється в зразку при прикладенні напруги, залежить від напруги за квадратичним законом, тоді як між рівноважною температурою та електричною потужністю існує лінійна залежність. Коли прикладена напруга перевищує певне значення, в композиті HDPE-CB, рівноважна температура уповільнює своє зростання, а в композитах HDPE-CF і HDPE-CB/CF значення T_p зменшується. Причиною є наявність ефекту ПТК (позитивний температурний коефіцієнт), який полягає в тепловому розширенні полімерної матриці, що частково руйнує провідні ланцюги наповнювача. Це збільшує електричний опір і, в свою чергу, зменшує електричну потужність, яка генерує джоулеве тепло. Провідна фаза, утворена з вуглецевого волокна або суміші CF і CB, більш чутлива до наявності ефекту ПТК, ніж сажа. Завдяки ПТК-ефекту всі три композити демонструють ефект саморегулювання відносно рівноважної температури, яка досягається при збільшенні напруги, прикладеної до зразка.

Як зазначалося вище, полімерні композити з піторезистивними властивостями можуть бути використані в різних галузях техніки; їх можливі сфери використання досить повно висвітлено в огляді [1]. Проте варто згадати ще одну перспективну сферу застосування піторезистивних полімерних композитів – це зварювання пластикових деталей з нагрівальним елементом [5]. Цей вид зварювання, так зване контактне зварювання або зварювання оплавленням, використовується для з'єднання деталей складної геометрії або полімерів з високою температурою плавлення. Застосування нагрівальних елементів з піторезистивних композитів з тією ж полімерною матрицею, що і в з'єднуваних деталях, може забезпечити рівномірність зварного з'єднання та його міцність [6, 7].

Список використаних джерел

1. Liu Y., Zhang H., Porwal H., Busfield J.J., Peijs T., Bilotti E. Pyroresistivity in conductive polymer composites: a perspective on recent advances and new applications. *Polymer International*. 2019. Vol. 68, № 3. P. 299-305.
2. Chen X., Zheng Y., Han X., Jing Y., Du M., Lu C., Zhang K. Low-dimensional Thermoelectric Materials. *Flexible Thermoelectric Polymers and Systems* / ed. J. Ouyang. Wiley, 2022. P. 209-238.
3. Liu Y., Zhang H., Bilotti E. Polymer nanocomposites for temperature sensing and self-regulating heating devices. *Polymer Nanocomposite Materials* / ed. Y. Zhou, G. Ding. Wiley, 2021. P. 247-266.
4. Maruzhenko O., Mamunya Ye., Boiteux G., Pusz S., Szeluga U., Pruvost S. Improving the thermal and electrical properties of polymer composites by ordered distribution of

carbon micro- and nanofillers. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2019. Vol. 138. P. 75-84.
5. Stavrov D., Bersee H.E.N. Resistance welding of thermoplastic composites-an overview. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2005. Vol. 36, № 1. P. 39-54.
6. Kolisnyk R., Korab M., Iurzhenko M., Masiuchok O., Mamunya Ye. Development of heating elements based on conductive polymer composites for electrofusion welding of plastics. *Journal of Applied Polymer Science*. 2020. Vol. 138, № 20. P. 50418.
7. Brassard D., Dubé M., Tavares J.R. Resistance welding of thermoplastic composites with a nanocomposite heating element. *Composites Part B: Engineering*. 2019. Vol. 165. P. 779-784.

Пудченко С.А.
завідувач лабораторії,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ІДЕЙ НАУКОВОЇ ШКОЛИ В.П. ДУЩЕНКА В ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФІЗИКІВ

Наукова школа, створена Віктором Павловичем Дущенком, вражає не тільки досягненнями в галузі теплофізики дисперсних і полімерних систем, але й методичними ідеями в процесі підготовки майбутніх фізиків. За 37 років, які професор Дущенко В.П. присвятив навчанню і вихованню студентської молоді, підготовці висококваліфікованих кадрів учених і викладачів, під його керівництвом підготовлено 2 доктори і 37 кандидатів наук. Учні наукової школи Дущенка В.П. стали відомими працівниками освіти: ректорами (професор Б.С. Колупаєв, професор І.М. Кучерук, професор Худай Берен, м. Чарджоу), проректорами педагогічних інститутів і університетів. Докторами наук стали О.Ф. Буляндра, М.І. Шут, Б.С. Колупаєв, П.П. Луцик. Шута М.І. обрано академіком Національної академії педагогічних наук України. Започатковані В.П. Дущенком дослідження продовжили його учні як в Україні, так і за її межами: професори – М.І. Шут, О.Ф. Буляндра, П.П. Луцик, І.М. Кучерук, Б.С. Колупаєв, А.В. Касперський, І.Т. Горбачук, В.М. Барановський, В.В. Левандовський, Т.Г. Січкар, І.А. Романовський, М.В. Клименко, Ю.М. Краснобокий, В.С. Титюченко, М.С. Панченко, В.М Смола, Орландо Лопес та інші [1].

З 1951-1955 роки у Станіславському педагогічному інституті на посаді завідувача кафедри фізики Віктор Павлович Дущенко, випускник аспірантури Київського державного педагогічного інституту імені М.Горького, закладає концепцію розуміння обов’язкового застосування демонстраційного та навчального експерименту при вивченні фізики, за його ініціативи і керівництва створювалися фізичні лабораторії, лабораторії технічних засобів навчання, навчальні майстерні. Також започатковує співпрацю із профільними вчителями міста та області. Через брак обладнання у шкільних кабінетах фізики ним було організовано виготовлення студентами факультету елементарних приладів та їх передачу у користування вчителями шкіл. За його ініціативи була організована просвітницька робота, одним із напрямків якої стали постійні публікацій ним самим й викладачами інституту про наукові відкриття і вчених у обласній газеті «Прикарпатська правда» та започаткований в інституті журнал "Наукові записки" [5].

Науково-методичну роботу Івано-Франківського педагогічного інституту імені Василя Стефаника продовжив учень В.П. Дущенка, професор Іван Митрофанович Кучерук, на посаді ректора у 1982-1986 роках, а з 1986 по 2002 рік у Житомирському педінституту імені Івана Франка, також на посаді ректора. Кучеруком І.М. у співавторстві з В.П. Дущенком написано та підготовлено до друку ряд підручників і навчальних посібників для педінститутів і загальноосвітніх шкіл з курсу загальної фізики [1].

Іваном Кучеруком і Іваном Горбачуком у співавторстві з іншими учнями Віктора Дущенка завершений повний україномовний комплект навчальних посібників із загального курсу фізики, роботу над яким започаткував В.П. Дущенко. Його рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів інженерно-технічних і педагогічних спеціальностей вищих навчальних закладів,. Ці посібники досі є популярними як у викладачів, так і в студентів фізико-технічних факультетів [3, с.33-38].

Микола Шут створив свою наукову школу з проблем теплових та релаксаційних явищ у високомолекулярних сполука. Ним підготовлено 14 кандидатів фізико-математичних наук та 6 докторів педагогічних наук: Благодаренко Л.Ю. (НПУ імені М.П. Драгоманова), Заболотний В.Ф. (ВДПУ імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця), Сусь Б.А. (ВІТІ імені Героїв Крут, м. Київ), Чернявський В.В. (ХДМА, м. Херсон), Касперський А.В. (НПУ імені М.П. Драгоманова), Школа О.В. (БДПУ, м. Бердянськ). Опубліковано більше 500 наукових, навчальних, навчально-методичних праць, навчальні програми з фізики, підручники і посібники як для ВНЗ, так і для шкіл [4, с. 15-21].

Віктором Дущенком, як випускником фабрично-заводської семирічки, приділялась особлива увага методиці проведення лабораторних занять з фізики для поглиблення вивчення фізичних явищ, засвоєння техніки і методів фізичних вимірювань та експериментування. Ним підготовлено цілий ряд лабораторних і фізичних практикумів для студентів фізико-математичних факультетів. У співавторстві з Василем Носалюком, Віктором Андріановим, Петром Киричуком, Григорієм Бушком 1965 р. виходить фізичний практикум українською мовою, у якому враховано майбутню професію студентів педагогічних інститутів і завдання політехнічного навчання. Згодом було підготовлено ще декілька посібників лабораторних і фізичних практикумів, так само українською мовою, де співавтором був Валерій Барановський [1]. Свій бібліографічний покажчик опублікованих наукових праць (1966-1994) Барановський Валерій присвятив світлій пам'яті професора Віктора Дущенка, у якому з вдячністю згадує вчителя, який залучив до наукової роботи в галузі теплофізики, формулював першу тему наукової роботи та багаторічно чуйно і дбайливо допомагав творчому зростання у науці [2]. Валерій Барановський продовжив роботу Дущенка з підготовки лабораторних посібників, але вже з використанням комп'ютерних технологій. У 1992-1994 рр. за редакцією В. Барановського виходять друком навчальні посібники «Використання комп'ютерної технології в лабораторному практикумі з механіки та молекулярної фізики» у 3 частинах, трохи згодом з оптики та квантової фізики, у яких до кожної лабораторної роботи розроблено програму з обробки результатів лабораторного експерименту за допомогою персональних комп'ютерів. У 2010 -2011 рр. за редакцією В. Барановського і І. Горбачука виходять друком навчальні посібники «Експериментальні методи визначення механічних властивостей полімерів», «Експериментальні методи вивчення теплофізичних властивостей полімерів і композиційних матеріалів на їх основі», «Спеціальний фізичний практикум» – 1 і 2 частини.

Учнями Віктора Дущенка, одноосібно та у співавторстві з колегами-науковцями з досліджень в галузі фізики полімерів, підготовлені ряд авторських свідоцтв на винаходи та акти їх науково-технічного впровадження, державні стандарти, праці з історії розвитку фізики в Україні, статті і посібники з дидактики фізики, що забезпечують фундаментальну і фахову підготовку вчителів фізики, які є вагомим науково-практичним внеском у розвиток освіти України [6].

Список використаних джерел

1. Віктор Павлович Дущенко: біобібліографічний покажчик / наук. ред.: І. Т. Горбачук, упоряд.: С. А. Пудченко, бібліогр. ред. Н. І. Тарасова; відповідальна за випуск : Л. В. Савенкова. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2018. – 178 с.; іл., портр. – (Серія: Вчені НПУ імені М. П. Драгоманова).
2. Барановський В. М. Бібліографічний покажчик опублікованих наукових праць (1966-1994 рр.) : світлій пам'яті професора В.П.Дущенка присвячується / Валерій Михайлович Барановський. – Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 1993. – 44 с.
3. Іван Тихонович Горбачук: біобібліографічний покажчик до 85-річчя від дня народження, 65-річчя науково-педагогічної діяльності та 50-річчя роботи в НПУ імені М.П.Драгоманова. – 4-е вид., допов. /наук. ред.: Ю.А. Мусієнко, В.В.Єфименко, упоряд.: Н.І. Тарасова, бібліогр. ред.: Г. І. Шаленко. – Київ : Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2018. – 188 с.; іл.., портр. – (Серія: Вчені НПУ імені М.П. Драгоманова).
4. МИКОЛА ІВАНОВИЧ ШУТ : біобібліографічний покажчик до 70-річчя від дня народження та 45-річчя науково-педагогічної діяльності в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова. – 2-ге вид., перероб. і доповн. / упоряд. Н. І. Тарасова ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Фізико-математичний інститут, Кафедра загальної та прикладної фізики ; Наукова бібліотека. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. – 145 с., портрет, фотогр. – Серія "Вчені НПУ ім. М. П. Драгоманова".
5. Пудченко С. А. Деякі нотатки наукової і педагогічної діяльності професора В. П. Дущенка / С. А. Пудченко // науковий часопис НПУ ім.. М.П. Драгоманова Сер. 3: Фізика і математика у вищій і середній школі: зб. Наук. Праць. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2017. – вип. 18. С. 81-87. Літ.: 7н.
6. Пудченко С. А. НАУКОВА СПАДЩИНА ПРОФЕСОРА, ДОКТОРА ТЕХНІЧНИХ НАУК В.П. ДУЩЕНКА / С. А. Пудченко, М. І. Садовий Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Випуск 198. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В.Винниченка. – 2021. – С. 246–250.

Сальник І.В.
доктор пед. наук, професор
Сірик Е.П.
кандидат пед. наук, доцент
Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ПОСТНЕКЛАСИЧНОГО РОЗВИТКУ НАУКИ

Постановка проблеми. Кінцевою метою будь-якої інновації в навчанні є підвищення якості освіти. Однак, загальноприйнятого розуміння поняття «якість освіти» немає. Трактування цього поняття залежить від того, хто його визначає. Так, якість освіти з точки зору державних стандартів, які визначають певні еталони навчання, досить висока. Постійне упровадження в навчанні сучасних засобів та технологій, як показують дослідження багатьох науковців, покращують стан української освіти. Якість же освіти щодо досягнень сучасної науки залишає бажати кращого. Зокрема, природознавство, йдучи від класичного рівня І. Ньютона, Р. Декарта вже подолало некласичний рівень А. Ейнштейна, В. Гейзенберга і досягло постнекласичного рівня І. Пригожина, Г. Хакена. Тим часом, шкільна та університетська природничо-наукова освіта залишаються досі на класичному рівні. Тобто якість освіти щодо досягнень сучасного природознавства слід визнати незадовільною. Таким чином, поняття «якість освіти» набуває сенсу лише тоді, коли вказано стандарт, щодо якого ця якість розглядається. Тобто слід визначити, що якість освіти є суто відносним поняттям.

Для усунення протиріччя щодо оцінки якості освіти державними стандартами та постнекласичним природознавством необхідно поєднати їх позиції, підняти рівень державних еталонів до рівня досягнень сучасної науки.

Оскільки об'єктивація суб'єкта можлива тільки після суб'єктивації об'єкта, тобто, в даному випадку навчання школярів та студентів некласичному та постнекласичному природознавству педагогом можливе тільки після навчання педагога некласичному та постнекласичному природознавству, то відповідний новий, незвичний навчальний матеріал, призначений для учнів, має бути, насамперед, засвоєний у повному обсязі вчителем. Розробка змісту цього матеріалу є досить непростим завданням.

Аналіз досліджень. Питання оновлення змісту природничої освіти постійно знаходиться у полі зору науковців, оскільки ця галузь є не лише основою формування наукового світогляду, а й розвитку сучасної техніки та технологій. Зміст природничої освіти розглядається в працях Т. Засєкіної [2, 3], В. Ільченко, К. Гуза [4], М. Гриньової [1], Л. Рибалко та ін. У роботах М. Головка, О. Ляшенка, М. Мартинюка та інших сформульовані принципи та концептуальні засади побудови сучасного шкільного курсу фізики та астрономії; проблеми побудови шкільного курсу біології описано в працях О. Єресько, Т. Коршевнюк, Н. Матяш, Д. Шабанова та ін., хімії – у працях Н. Буринської, Л. Величко, О. Ярошенко, М. Савчин та ін.

Але означені дослідження стосуються окремих дисциплін та не розглядають зміст природничої галузі як інтегрований міждисциплінарний.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні синергетики як методологічної основи міждисциплінарної інтеграції природничої галузі та засобу підвищення наукового рівня змісту природничої освіти.

Виклад основних результатів. Як варіант виходу з ситуації, що сьогодні склалася, нами пропонується синергетичний підхід до визначення змісту природничої освіти, що полягає не тільки в навчанні основ постнекласичної науки, але також у розвитку міждисциплінарної інтеграції, яка сприяє формуванню уявлень про нерозривну цілісність природничої картини світу у свідомості учнів та основних складових мета-компетентності.

Спроба надати завершену форму багаточисельним та значним зусиллям з узгодження змісту різних предметів призвела до появи інтегрованого курсу «Природознавство» для старших класів гуманітарного профілю. Як зазначають автори цього курсу, зміст курсу реалізує всі компоненти освітньої галузі «Природознавство» у відповідних модулях — загально-природничому, фізико-астрономічному, хімічному й біолого-екологічному. Ці модулі інтегруються на основі загальних закономірностей природи, фундаментальних природничих ідей у природничо-наукову картину світу, як того вимагає Державний стандарт. Однак, слід зазначити, що більшість закладів освіти, які ввели у навчальні плани такий курс, викладають його як окремі три неінтегровані дисципліни – фізику, хімію, біологію.

Не дивлячись на чітко визначені функції та загальнодидактичні засоби реалізації міжпредметної інтеграції, єдиної методології, яка дозволяє системно здійснити координацію навчання, наразі не запропоновано, тому цей інтегрований курс, на жаль, є ще однією дисципліною, окремі теми якого вимагають глибокого узгодження з традиційними темами фізики, хімії, біології. Головною причиною відсутності такої методології є недостатня теоретична база, яка б дозволила усвідомити закономірності інтенсивного інформаційного обміну в сучасному цифровому середовищі.

Загальновідома теорія інформації не може слугувати такою базою, оскільки, згідно її положень, кількість інформації є лише величиною, яка визначається функцією, що залежить від кількості знаків, які кодують відомості та ймовірність їх використання. Ця теорія була першою спробою встановлення аналогії між закономірностями мислення та природничими явищами. На основі схожості між рівняннями Л.Больцмана та формулою для розрахунку кількості інформації К.Шенона в ній постулюється тотожність ентропії та кількості інформації. Але, як з'ясувалося, дана теорія є зовсім непридатною у випадку її використання до живих систем. Окрім того, в рамках теорії інформації так і не вдалося знайти аналогії з іншими фундаментальними поняттями природознавства, які тісно пов'язані з ентропією: енергія, температура, маса, простір та час.

Виходячи з вищеозначеного, вважаємо, що якість природничої освіти зросте, якщо під час навчання учнів закладів загальної середньої освіти буде використовуватись методологія, яка дозволяє формувати сприйняття окремих дисциплін: фізики, хімії, біології, а також математики, як аспектів нерозривного цілого – явищ природи та її загальних законів розвитку. На наше глибоке переконання такою методологією повинна стати синергетика.

Слід зазначити, що деякі фрагменти відомостей про основи синергетики потрапляють на сторінки навіть шкільних навчальних посібників, зокрема з фізики. Це, наприклад, такі поняття як хаотичний та впорядкований рух, зміна агрегатного стану речовини, автоколивання, принцип дії оптичних квантових генераторів та ін. Однак, усі вони являють собою спробу подати некласичне та постнекласичне природознавство класичною мовою з метою доступності викладу. Тим часом, для реального оволодіння новим рівнем природознавства учням, а перед цим вчителям, слід опановувати мову цих рівнів, саме завдяки чому й можливе якісно інше мислення [5].

З метою ознайомлення учнів та студентів з основами синергетики та розвитку нелінійних систем нами розроблена програма міждисциплінарного факультативного курсу «Еволюція складних систем». Вивчення курсу сприяє формуванню у школярів та студентів сучасного світогляду, нелінійного стилю мислення, цілісної фундаментальної освіти. Курс запроваджує єдиний підхід до аналізу і вивчення динаміки відкритих нелінійних та нерівноважних складних систем незалежно від їх природи (природничі, соціальні), акцентує увагу на загальній структурі процесів еволюції – розвиток через накопичення нестійкості, біфуркацію та самоорганізацію. Це спроба адаптувати до шкільної практики новітню наукову парадигму «нелінійну динаміку» або «синергетику», комп'ютерне моделювання як метод візуалізації, дослідження і прогнозування динаміки систем різної природи – природничо-наукової та соціогуманітарної.

У змісті курсу поєднані питання, які відносяться до різних наук: фізики, математики, інформатики, економіки, біології, хімії та психології. Основні теми курсу:

Загальне в різному. Система. Еволюція (динаміка) систем. Математичні методи опису систем. Моделі систем. Графічні способи опису динаміки моделей. Якісний опис динамічних систем (на прикладі маятника). Автоколивання в динамічних системах різної природи. «Порядок» і «хаос» у фізичних системах. Особливості відкритих систем. Хаотична поведінка в нелінійних динамічних системах. Наочні образи динамічного хаосу. Фрактали в природі та фізиці. Хаос – фундаментальна властивість складно організованих систем. Дарвінівська тріада «мінливість, спадковість, відбір». Самоорганізація у відкритих нелінійних системах як фазовий перехід. Самоорганізація в неживій та живій природі. Адаптаційна еволюція і теорія катастроф. Теорія ризику та виживання. Детермінізм. Синергетична економіка. Наука про пізнання і синергетика. Синергетичний світогляд.

Висновки. Розробка методики викладання природничих дисциплін на основі синергетичного підходу з метою формування в учнів та студентів уявлень про єдину постнекласичну сучасну картину світу є нагальною проблемою педагогічної науки, яка потребує розв’язання з урахуванням стрімкого розвитку науки та швидким темпом поширенням інформації.

Список використаних джерел

1. Гриньова М., Сорокіна Г. Природничі дисципліни в реаліях сучасної освіти. *Директор шк., ліцею, гімназії*. 2014. № 5/6. С. 94—100.
2. Засєкіна Т. Розроблення пропедевтичного інтегрованого курсу як складника цілісної природничої освіти. *Педагогічна освіта: теорія і практика.* Випуск 29 (2-2020), с. 171-186.
3. Засєкіна Т.М. *Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика*. [монографія]. Київ, 2020. 400 с.
4. Ільченко В., Гуз К., Олійник І. Інтеграція змісту освіти як виклик часу. *Витоки*

педагогічної майстерності. Вип. 24. 2019. С.85-89.
5. Сальник І.В. Синергетичний підхід до вдосконалення змісту фізичної освіти в загальноосвітній школі. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова*. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Вип. 47. К., 2014. С. 250-256.

Павлова Н.Ю.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Дегода В.Я.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Подуст Г. П.
кандидат фіз.-мат. наук, науковий співробітник
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВПЛИВ ХАРАКТЕРУ ЗБУДЖЕННЯ НА ТЕМПЕРАТУРНЕ ЗАТУХАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ В КРИСТАЛАХ ZNSE

Монокристали ZnSe з малими концентраціями неконтрольованих домішок і великим питомим опором ~10^{10}-10^{14} Ом·см є перспективним матеріалом для напівпровідникових рентгенівських детекторів, які не потребують охолодження [1]. Кристали ZnSe є гарним модельним матеріалом для вивчення фізичних процесів кінетики люмінесценції та провідності в широкозонних напівпровідниках при збудженні УФ- та рентгенівськими квантами.

Вивчення температурних залежностей люмінесценції та часу життя в збудженому стані проводяться для багатьох матеріалів із застосуванням формули Мотта [2]. Такі температурні залежності дозволяють визначити енергію активації згасання люмінесценції, енерогію делокализації електронів із збудженого стану в іонізований [3]. Температурні залежності люмінесценції кристалів ZnSe найбільш інтенсивно досліджувались для кристалів легованих Mn [4] та кристалів легованих Fe [5].

Для з’ясування люмінесцентних характеристик високоомних монокристалів ZnSe необхідно дослідити особливості температурних залежностей люмінесценції в цих кристалах. Виявилося, що температурні залежності люмінесценції залежать від типу збудження. Метою роботи є визначення впливу типу зона-зонного збудження (УФ- і рентгенівського) на температурні залежності люмінесценції селеніду цинку. Це сприятиме встановленню природи механізмів згасання люмінесценції.

На рис. 1 наведено отримані нормовані температурні залежності інтенсивності люмінесценції для двох кристалів ZnSe при зона-зонному збудженні ($h\nu_{ex} > E_g$): рентгенівськими променями (криві 1), випромінюванням N_2-лазера ЛГИ-21 (337 нм) (криві 2) та випромінюванням 7-ми світлодіодів LED-390 (типу UF-301 з максимумом випромінювання при 390 нм.) (криві 3). Суцільними лініями зображено апроксимацію теоретичною залежністю (1).

Видно, що в обох зразках ZnSe спостерігається температурне зміщення кривих затухання люмінесценції смуги 630 нм. Цей факт потребує пояснення. Зазначимо, що загальна інтенсивність свічення при низьких температурах відрізняється менше ніж на порядок для різних типів збудження. Також на усіх температурних кривих інтенсивності свічення в області від 85 до 240 К спостерігається зменшення інтенсивності свічення. Але його величина залежить від типу збудження.

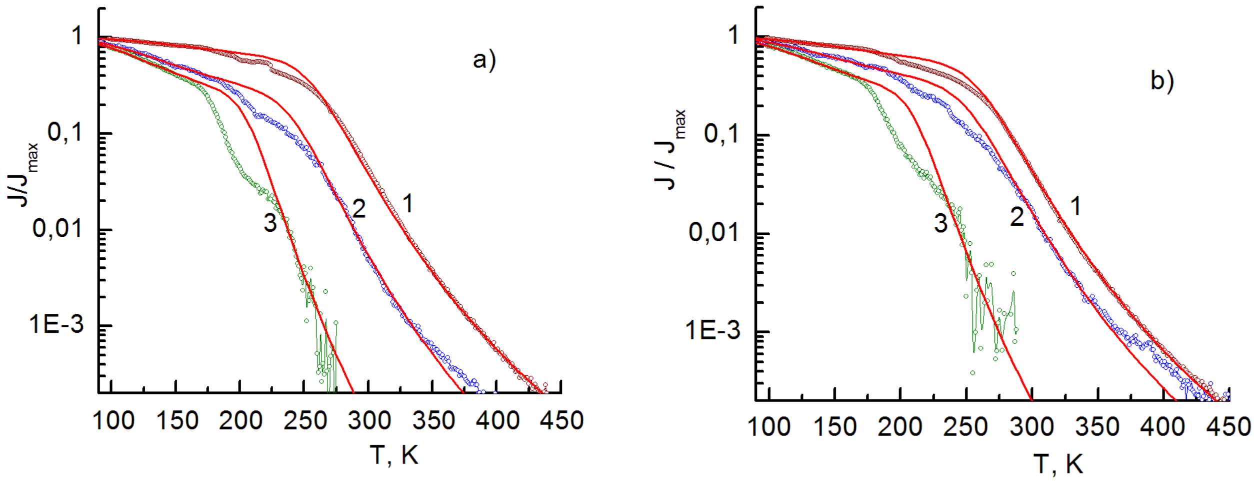


Рис.1 Нормовані температурні залежності люмінесценції при рентгенівському збудженні (1), при збудженні N_2-лазером (2) та 7×LED-390 (3) зразка 1 (a) та зразка 2 (b) ZnSe. Лінії – апроксимації формулою (1).

Це свідчить про те, що зменшення інтенсивності люмінесценції в цій температурній області обумовлено внутріцентровим процесом в комплексному центрі свічення, який обумовлює смугу 630 нм.

Загальна інтенсивність люмінесценції для трьох типів збудження зразка ZnSe може не сильно відрізнятися, але густина збуджених центрів свічення зростатиме в напрямку 7×LED-390 → N_2-лазер → рентгенівське випромінення. Напевно саме цей факт обумовлює різні температурні залежності люмінесценції при різних типах збудження (рис.1).

Для смуги свічення 630 нм в кристалах ZnSe [7] спостерігається і внутріцентрове і зовнішнє згасання люмінесценції. В цьому випадку температурна залежність інтенсивності люмінесценції буде визначатися $J_i(T) = J_{i0}\eta_{ext}\eta_{in}$. Добуток $J_{i0}\eta_{ext}$ визначає концентрацію збуджених центрів свічення, η_{in} визначає частку випромінювальних переходів. Тому, експериментальні нормовані залежності інтенсивності люмінесценції необхідно апроксимувати формулою:

$$\frac{J_i(T)}{J_{i0}} = \frac{1}{\left[1 + C_{in1}\exp\left(-\frac{3E_{T1}}{4kT}\right) + C_{in2}\exp\left(-\frac{3E_{T2}}{4kT}\right)\right] \times \left[1 + C_{ex}\exp\left(-\frac{E_{ex}}{kT}\right)\right]} \tag{1}$$

Коефіцієнт C_{ex} залежить від відношення концентрацій глибоких пасток до концентрацій центрів свічення. Разом з тим він є пропорційним відношенню ймовірностей безвипромінювальних теплових переходів та спонтанних випромінювальних переходів $C_{ex} \sim w_{ex0} / A_r$.

Формула (1) добре апроксимує експериментальні залежності (рис.1) крім температурної області від 200 до 260 К. На температурних залежностях люмінесценції при внутріцентровому збудженні в цій температурній області теж спостерігається впадина. Очевидно, що в температурному згасанні люмінесценції присутній ще один невідомий процес. Наприклад, поглинання люмінесцентного випромінювання іншим центром. А температурна залежність поглинання обумовлена переходами з коливних рівнів цього центра.

Параметри апроксимуючих теоретичних залежностей (1) підбирали так, щоб відхилення експериментальних значень від теоретичних було мінімальним. Параметри C_{in1} і C_{ex} зростають при зменшенні локальної густини збудження, а енергії згасання E_{in1} і E_{ex} залишаються практично постійними. Це можна пояснити тільки тим, що при збільшенні густини збуджень збільшується імовірність випромінювальних переходів A_{r}. А імовірність термічних переходів, виходячи з фізики цих процесів, не може залежати від густини збудження. Це підтверджують і надлінійні люкс-люмінесцентні характеристики при зона-зонному УФ- і Х-збудженні [6] та при внутріцентровому збудженні люмінесценції [7]. Відомий тільки один процес, який збільшує імовірність випромінювальних переходів при збільшенні густини збудження – вимушене випромінювання.

Додаткові експериментальні дослідження показали, що при збільшенні енергії рентгенівських квантів, тобто при збільшенні локальної густини збуджень, відбувається температурне зміщення кривих температурного згасання люмінесценції. Це підтверджує збільшення імовірності випромінювальних переходів при збільшенні густини збудження.

Висновки

Порівняння експериментальних температурних залежностей люмінесценції в кристалах ZnSe показало, що при збільшенні густини збуджень збільшується імовірність випромінювальних переходів по відношенню до імовірності безвипромінювальних переходів для збуджених центрів свічення. Вважаємо, що збільшення імовірності випромінювальних переходів при збільшенні густини збудження обумовлено наявністю вимушеного випромінювання. Це також пояснює і надлінійні люкс-люмінесцентні характеристики рентгено- і фотолюмінесценції при різних температурах в кристалах ZnSe.

Список використаних джерел

1. Brodyn M.S., Degoda V.Ya., Kozhushko B.V., Sofiienko A.O., Vesna V.T. Monocrystalline ZnSe as an ionising radiation detector operated over a wide temperature range. *Radiation Measurements*. 2014. Vol. 65. P. 36-44.
2. Mott N. F. and Gurney R. W. Electronic Processes in Ionic Crystal, 2nd ed. Dover Publications, Ine., New York, 1964, 276 p.
3. Chi F., Wei X., Jiang B., Chen Y., Duan C. , Yin M. Luminescence properties and the thermal quenching mechanism of Mn^{2+} doped Zn_2GeO_4 long persistent phosphors. *Dalton Trans*. 2018. Vol. 47, Issue 4. P. 1303-1311.
4. Suyver J. F., Wuister S. F., Kelly J. J. and Meijerink A. Luminescence of nanocrystalline $ZnSe:Mn^{2+}$. *Phys. Chem. Chem. Phys*. 2000. Vol. 2, Issue 23. P. 5445-5448.
5. Shi H., Cui X., Xiao X., Xu Y., Liu C., Hou C., Guo H. Cobalt and iron co-doped ZnSe

nanocrystals: Mid-IR luminescence at room temperature. *Journal of Luminescence*. 2020. Vol 221. P. 105-112.

6. Degoda V.Ya., Alizadeh M., Kogut Ya.P., Pavlova N.Yu., Sulima S.V. The influence of UV excitation intensity on photoconductivity and luminescence in ZnSe crystals. *Journal of Luminescence*. 2019. Vol. 205. P. 540-547.
7. Degoda V.Ya., Podust G.P., Doroshenko I.Yu., Kogut Ya.P., Pavlova N.Yu. External quenching of luminescence in ZnSe crystals. *Optics*. 2021. Vol. 242. 8 p. 167200.

Січкар Т. Г.
кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова,
Лазаренко М.В.
кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Національний університет харчових технологій
Шут М.І.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова,

ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ ПОЛІМЕРІВ В ПРОЦЕСІ ОТВЕРДЖЕННЯ

Досліджено зміну теплофізичних характеристик епоксидного полімеру на основі смоли ЕД-20 модифікованої епоксиетером (ЕТ) та дибутилфталатом (ДБФ). Показано, що температура склування T_g та величина тепловиділення при доотвердженні ΔH швидше досягають рівноважних значень при більших температурах отвердження. Показано, що температура склування T_g та величина тепловиділення при доотвердженні ΔH досягають рівноважних значень повільніше у випадку смоли модифікованої ДБФ ніж у випадку не модифікованої смоли та смоли модифікованої ЕТ.

Дані про зміну фізичних властивостей композицій в процесі отвердження цікаві не лише у чисто науковому плані, але і з практичної точки зору. Контролюючи зміну того чи іншого параметру в процесі отвердження можна робити висновки про ступінь завершеності реакції, що вкрай важливо для вирішення цілого ряду технічних завдань. На нашу думку, цікавим є теплофізичний контроль за процесом утворення тривимірного полімеру по зміні теплофізичних коефіцієнтів. Втім такі дані в сучасній літературі вкрай рідкі, а для епоксидних смол просто відсутні.

Для вивчення процесу отвердження на різних стадіях нами застосовувалась така методика: після змішування реагуючих компонентів суміш розливали в разові форми і вміщували в термостат при заданій температурі. В передбачений експериментом момент часу потрібний зразок виймали з термостату і заморожували рідким азотом для припинення реакції. Відомо, що реакція отвердження та доотвердження можливі лише при температурах, більших за температуру склування T_g композиції [1]. При отвердженні таких заморожених відібраних проб в динамічному калориметрі при лінійному нагріві температури склування та теплові ефекти, пов'язані з отвердженням або доотвердженням відповідних проб, фіксуються по зміні C_p.

Промислову діанову смолу ЕД-20 модифікували епоксиетером (ЕТ) та дибутилфталатом (ДБФ). ЕТ містив 3,4 % епоксидних груп та 4,2 % гідроксильних груп. Його отримували шляхом етерифікації епоксидної діанової смоли Е-40 жирною кислотою таллового масла. Співвідношення Е-40 та жирної кислоти обирали таким чином, щоб кожна молекула епоксиетера мала одну функціональну епоксидну групу. Модифікатори вводились в кількостях 10 масових частин на 100 мас. ч. смоли. Композицію отверджували поліетиленполіаміном (ПЕПА) при температурі $T_{от}$ = 25°C..

Ступінь конверсії епоксидних груп α_i на будь-якій стадії отвердження визначається по тепловиділенню при реакції доотвердження:

$$\alpha_i = \frac{\Delta H_0 - \Delta H_i}{\Delta H_0},$$

де ΔH_0 – кількість тепла, що виділяється при повному отвердженні зразка від моменту замішування реагентів; ΔH_i – кількість тепла, що виділяється при доотвердженні зразка.

Із температурних залежностей C_p видно, що із збільшенням часу отвердження зменшується екзотермічний максимум доотвердження, що відповідає зростанню конверсії ($\Delta H = \Delta H_{max} \rightarrow \alpha=0$; $\Delta H = 0 \rightarrow \alpha = \alpha_{max}$).

Температура склування зростає і досягає рівноважного значення. Зростання ΔH композиції в процесі реакції пропорційно ступеню розкриття епоксидних груп, або концентрації хімічних зшивок. Температура склування полімеру визначається переважно надлишковим вільним об'ємом, "замороженим" в полімерному склі (хоча й не тільки ним).

При певних значеннях конверсії α настає уповільнення реакції (T_g перестає стрімко зростати, а величина ентальпії тепловиділення ΔH стабілізується). При цьому величини T_g та ΔH залежать від температури реакції. Уповільнення реакції на пов'язано із зменшенням кількості епоксидних груп, що ще не вступили в реакцію.

Якщо зразок, що отверджувався при 100 °C помістити в термостат при 120°, то тепловиділення буде приблизно відповідати різниці ентальпії отвердження цього зразка при 120° та 100°. При цьому температури склування систем, що отвережувались при 120° та 100°+120° зрівняються. При цьому чим вища температура реакції (T_p) тим вища T_g та ступінь конверсії α (або менша ентальпія доотвердження ΔH).

Уповільнення реакції пов'язано не з тим, що система досягла таких ступенів конверсії, при яких повністю заморожується сегментальний рух ланцюгів сітки, бо в склоподібному епоксидному полімері при даній температурі T_p зберігається рухливість. Таке "виморожування" пов'язане із зменшенням вільного об'єму в системі із збільшенням ступеня конверсії, оскільки мікросітчастий (густозшитий) полімер упакований завжди краще за лінійні аморфні полімери. Кожній температурі реакції T_p відповідає своя ступінь конверсії α, при якій полімер стає склоподібним.

Температури склування композицій в дійсності близькі до температури реакції. Так буде продовжуватись доти, поки T_p не стане рівною граничній температурі склування полімеру, після чого $T_g = const \neq f(T_p)$. При цьому на залежності $C_p=f(T)$ повністю зникає екзотермічний максимум. Подальші зміни T_g можуть бути викликані лише умовами охолодження зразку (відпалювання, закалка).

Введення епоксиетера (ЕТ), що має в своїй молекулі одну епоксидну групу не змінює швидкості реакції. Поряд з цим присутність дибутилфталату (ДБФ) призводить до помітного уповільнення реакції. Композиція, модифікована ДБФ досягає рівної конверсії α (або ΔН) на ≈ 8÷9 годин пізніше композиції модифікованої ЕТ та вихідної.

Зменшення швидкості реакції модифікованої ДБФ епоксидної смоли може бути пояснено меншими значеннями T_g. Однак при цьому слід було очікувати більші значення конверсії α (або менші ΔН доотвердження), що не спостерігається. Таким чином, уповільнення реакції слід пояснювати екрануванням молекулами ДБФ реакційноздатних груп епоксидної смоли та отверджувача.

Таким чином дослідження процесу доотвердження епоксидного полімеру на основі смоли УП-643 в динамічному калориметрі дозволяє показати, що температура склування T_g та величина тепловиділення при доотвердженні ΔН швидше досягають рівноважних значень при більших температурах попереднього отвердження. Зміна температурної залежності теплоємності епоксидного полімеру на основі смоли ЕД-20 модифікованої епоксиетером та дибутилфталатом дає можливість зробити висновок, що температура склування T_g та величина тепловиділення при доотвердженні ΔН досягають рівноважних значень швидше у випадку не модифікованої смоли та смоли модифікованої ЕТ, ніж у випадку смоли модифікованої ДБФ.

Список використаних джерел

1. И. З. Чернин, М. И. Злобина. Влияние режимов термообработки на термоупругие свойства эпоксидных композиций, отверждённых аминами алифатического типа. *Высокомол. соедин*., с. Б., 1974, т. 16, №12, С. 883-886.
2. Н. И. Шут, Т. Г. Сичкарь, И. З. Чернин, М. Н. Беседина, В. П. Дущенко. Теплофизические свойства модифицированных эпоксидных композиций. *Пласт. массы*, 1958, №2, с.14-16

Стецик С. П.
кандидат пед. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Чинні нормативні документи, які регулюють освітній процес в Україні, передбачають значні можливості для розкриття творчого потенціалу сучасного педагога. Наприклад, Законом України «Про освіту» (розділ 6 статті 54) передбачено, що вчителі мають право на академічну свободу, включаючи свободу викладання, свободу від втручання в педагогічну, науково-педагогічну та наукову діяльність, вільний вибір форм, методів і засобів навчання, що відповідають освітній програмі; педагогічну ініціативу; розроблення та впровадження авторських навчальних програм, проектів, освітніх методик і технологій, методів і засобів, насамперед методик компетентнісного навчання; індивідуальну освітню (наукову, творчу, мистецьку та іншу) діяльність за межами закладу освіти [1].

У професійному стандарті «Вчитель закладу загальної середньої освіти» передбачено володіння вчителем комплексом трудових функцій, спрямованих на формування творчої особистості учня: створення здоров’язбережувального освітнього середовища, зорієнтованого на особистісний, творчий і духовний розвиток учнів; участь у роботі творчих груп, методичних об’єднань учителів; керування роботою творчих груп, методичних об’єднань, школи молодого вчителя тощо [1].

У Державному стандарті базової середньої освіти зазначено, що наскрізним в усіх ключових компетентностях є вміння учня діяти творчо, що передбачає креативне мислення, продукування нових ідей, доброчесне використання чужих ідей та їх доопрацювання, застосування власних знань для створення нових об’єктів, ідей, уміння випробовувати нові ідеї [3]. Забезпечити формування в учнів таких вмінь може вмотивований учитель, який постійно самовдосконалюється і сам має свободу творчості.

Теоретичні основи творчості та креативності знаходять відображення в роботах закордонних дослідників (Дж. Гілфорд, А. Маслоу, С. Медник, К. Робінсон, Д. Халперн та інші) та вітчизняних (О. І. Пометун, С. О. Сисоєва, М. В. Артюшина, Н. П. Дементієвська та ін.) дослідників. Проблемою педагогічної творчості у всіх її сутнісних різноманітних проявах займалися філософи, психологи, вчені-педагоги та практики В. П. Андрущенко, Ю.К. Бабанський, І. А. Зязун, З. Н. Курлянд, В. М. Мадзігон, С.О. Сисоєва, В.О. Сухомлинський, В. О. Огневюк, Н. П. Пихтіна та інші. Аналіз їх досліджень дозволяє розглядати творчість як багатоаспектну педагогічну категорію.

Наше дослідження полягає у виокремленні сильних сторін освітньо-професійної програми «Середня освіта (Фізика)» освітнього рівня магістр Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова в контексті забезпечення розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики. В цій програмі підкреслено значення збереження вчителем бережного ставлення до природи, необхідність гуманізації навчання, особистісного підходу, розвитку здібностей учнів, створення навчально-предметного середовища на основі широкого використання інноваційних технологій, що в сукупності забезпечують психологічний комфорт і сприяють розвитку творчості учнів. Навчальні дисципліни освітньо-професійної програми «Середня освіта (Фізика)» освітнього рівня магістр, мають значний потенціал для творчого розвитку особистості майбутнього вчителя фізики.

На нашу думку, доцільно використовувати запропоновані у вище згаданій програмі такі форми організації освітнього процесу й методи навчання в ЗВО: лекції, що включають проблемні питання, «круглі столи», диспути, бінарні, із заздалегідь запланованими помилками; семінарські та практичні заняття в малих академічних групах; індивідуальні заняття; навчальні екскурсії; наукові конференції; самостійна робота та практичні заняття з використанням підручників, конспектів та інтернет-ресурсів, хмарних освітніх технологій; підготовка курсових робіт; керівництво науковими проблемними групами, науковими гуртками тощо.

Варто зазначити, що ці форми й меди можна використовувати під час вивчення всіх навчальних дисциплін. Однак у аспекті нашого дослідження зосереджено увагу на особливостях їх використання під час викладання фахових дисциплін.

Також було проаналізовано зміст програм педагогічних навчальних дисциплін, передбачених програмою підготовки бакалавра, форми й методи, що використовуються в аспекті творчого розвитку майбутніх учителів фізики.

Програмою навчальної дисципліни «Теорія та методика навчання фізики» в межах вивчення теми «Розвивальний і виховний характер навчання фізики» студентам пропонуються творчі завдання: скласти список власних афоризмів, у яких відображено «еталонні» для вчителя якості; запропонувати власні метафори, які б об’єктивно відображали: а) роль особистості вчителя у вихованні особистості учня; б) значення авторитету вчителя у вихованні; в) вплив учителя, який дозволяє собі підвищення тону голосу у вихованні на особистість учня.

Також студентам впродовж вивчення навчальної дисципліни «Теорія та методика навчання фізики» пропонується великий обсяг творчих завдань з різних тем, наприклад: розробити план проведення виховного заходу (мета, форма проведення, обладнання, методи і прийоми виховання, детальний план) на одну із запропонованих тем і підготуватися до його презентативного проведення серед студентів своєї академічної групи. Також студентам пропонуються такі індивідуальні навчально-дослідні та творчі завдання: розробити проєкт сайту/блогу для вчителя фізики, сформулювати його назву; створити масив висловів про вчителя фізики (використавши друковані та електронні книги); створити словник фізика; дібрати додаткову літературу до теми «Основи проблемного навчання фізики»; створити форум, за допомогою якого дослідити ставлення молоді до професії вчителя фізики; скласти власне педагогічне кредо; створити колекцію афоризмів і висловлювань видатних людей про навчання, вплив вчителя на учня; написати лист майбутньому учневі; створити програму творчого самовдосконалення вчителя фізики; розробити десять порад для батьків з розвитку їх дитини; охарактеризувати основні шляхи формування в учнів інтересу до знань, стимулювання ініціативи та творчої активності учнів; створити презентацію «Сучасний учитель фізики» та розмістити на сайті кафедри; написати педагогічне есе на вільну тему, використовуючи вислови видатних фізиків.

У межах навчальної дисципліни «Наукові основи ШКФ» майбутні учителі фізики також виконують завдання, які, на наш погляд, сприяють розвитку їхніх творчих здібностей. Серед них виділимо такі: розробити анкету для учнів (тему студенти обирають самостійно), розробити методику констатувального та формувального етапів експериментального дослідження (тему студенти обирають самостійно); написати творчу роботу «Значення науково-педагогічних досліджень у роботі вчителя фізики» тощо. Також пропонуємо студентам написати наукову статтю чи тези доповіді на науковій конференції (за бажанням).

У процесі вивчення навчальної дисципліни «Сучасні технології навчання фізики» студенти-фізики ознайомлюються з різноманітними педагогічними технологіями, особливостями їх використання в закладах загальної середньої освіти. В межах цього курсу вони виконують такі творчі завдання: підбір або розроблення 4-5 тем навчальних проєктів для учнів з фізики, розроблення етапів реалізації одного з проєктів (тему студент обирає самостійно); аналіз позитивних та негативних сторін технологій рівневої диференціації та диференціації за інтересами учнів; розроблення диференційовних завдань до уроку з фізики (тему уроку студент обирає самостійно);

створення посту для розміщення в соціальній мережі про сучасні фізичні відкриття (робота в групах/індивідуальне завдання); сформулювати девіз (або слоган) освітньої технології (робота в групах); написати творчу роботу «Підвищення рівня якості знань учнів з фізики» та ін.

Крім того, майже на кожному практичному занятті студенти складали опорні схеми до окремих питань та представляли їх. Студенти позитивно відзначили проведення модульного контролю у формі доповідей перед аудиторією.

Таким чином, значний об'єм роботи в напрямку оновлення підготовки майбутніх учителів фізики проведений науково-педагогічними працівниками кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (Чумак М. Є, Сиротюк В. Д., Стецик С. П.). Увага зосереджена на розвитку творчого мислення майбутніх учителів фізики з використанням інноваційних технологій навчання.

Створюється система управління електронними курсами освітньо-професійної програми «Середня освіта (Фізика)» та розробляється організаційно-методичне забезпечення, орієнтоване на підтримку самостійної та інноваційної діяльності здобувачів освіти.

До наповнення зазначеної системи активно залучаються і здобувачі вищої освіти, зокрема, ними розробляються методичні рекомендації до організації освітнього процесу та науково-дослідницької роботи у закладах вищої освіти, діють наукові гуртки («Загальні методи розв'язування фізичних задач», «Впровадження змішаного навчання в шкільний курс фізики») та проблемні групи («Методичні особливості використанні інноваційних технологій при вивченні фізики в ЗЗСО», «Дослідження пізнавальної активності учнів на уроках фізики»). Щорічно проводиться традиційна Міжнародна науково-практична конференція присвячена вшануванню пам'яті негаснучого світоча великої драгоманівської родини – Євгенія Васильовича Коршака, а також щомісяця відбувається Всеукраїнський науково-методичний семінар «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії в середній і вищій школі» кожної третьої середи, на якому студенти представляють результати своїх досліджень.

Отже, здійснений аналіз, дає підстави стверджувати, що під час вивчення фахових дисциплін здобувачами вищої освіти напряму Середня освіта (Фізика) має місце їх активне залучення до виконання творчих завдань, які вирізняються оригінальністю та новизною, що слугує підґрунтям для розвитку їх творчих здібностей. Вважаємо, що така практика буде корисною й для інших закладів вищої освіти, які здійснюють підготовку учителів природничого напряму. Такий підхід реалізує систематичну модернізацію та наповнення змісту навчальних програм шляхом залучення до освітнього процесу інноваційних технологій, форм, методів, які сприяють розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики.

Список використаних джерел

1. Закон України про освіту [Електронний ресурс] Портал Верховної ради України // Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19.
2. Професійний стандарт «Вчитель закладу загальної середньої освіти». Портал Верховної ради України. [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://rada.info/upload/users_files/41868892/77dd4226add8e617afd9889da11634d8.pdf.

3. Державний стандарт базової середньої освіти. [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/ laws/show/898-2020-%D0%BF#n16.

Філоненко М. М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Державний податковий університет

ЮЩЕНКО КАТЕРИНА ЛОГВИНІВНА: ПРОГРАМІСТКА, ЯКА ЗМІНИЛА СВІТ

Катерина Логвинівна Ющенко була першою в СРСР жінкою-доктором фізико-математичних наук, якій ця ступінь була присвоєна за піонерські роботи з програмування. Вона, використовуючи досвід експлуатації “МЕОМ”, розробила одну з перших в світі мов програмування високого рівня «Адресна мова», з непрямою адресацією при програмуванні. Саме завдяки цій мові зникла залежність від місця розташування програми в пам'яті. Катерина Логвинівна започаткувала першу школу теоретичного програмування в СРСР.

К.Л. Ющенко народилася 8 грудня 1919 року в колишній столиці запорізьких козаків місті Чигирині. Її батьком був вчитель історії та географії Логвин Федорович Рвачев. У 1937 році його визнали українським націоналістом і заарештували. У цей час Катерина Логвинівна вчилася на першому курсі фізико-математичного факультету Київського університету. Як дочку «ворога народу» 17-річну Катерину виключили з університету. Мати Катерини намагалася довести невинність батька і принесла чекістам документи про його участь у революційному русі. Більше вона не повернулася. Її, як і батька, засудили до 10 років тюремного ув'язнення. Принесені матір'ю документи спалили на її очах. Тільки в 1954 році після смерті Сталіна батьки Катерини Ющенко були реабілітовані посмертно за відсутністю складу злочину [1].

Майбутня науковиця шукала університет, і єдиним закладом зі стипендією та гуртожитком, куди її взяли, став Самаркандський університет (Узбекистан). «Після всіх митарств і принижень при спробах продовжити науку це здавалося можливим порятунком. Я уся віддалася навчанню… Можливість завершити нарешті свою освіту окрилила мене і допомогла пережити лихо, що прийшло. Але я завжди пам’ятала своїх батьків і таку далеку Україну». 1942 року вона відмінно закінчила навчання і після війни повернулася до України. Тоді у Львові відкрилося відділення Інституту математики АН УРСР. Катерина познайомилась з Борисом Гнєденком (тоді він уже майже очолював інститут), який, побачивши диплом дівчини, одразу взяв її у відділ теорії ймовірності. 1950 р. інститут переїхав до Києва, Катерина — разом з ним.

У 1950 році Катерина Логвинівна успішно захистила кандидатську дисертацію. У тому ж році Гнеденко обрали дійсним членом АН України, а його відділ перевели до Київського інституту математики АН України. Він тут же запропонував К.Л. Ющенко переїхати до Києва.

Інститут математики був в ці роки у розквіті. Його директор - академік Олександр Юрійович Ішлінський - займався теорією гіроскопів - дуже актуальною проблемою в часи, коли будівництво супутників перебувало на початковій стадії. Під час своїх досліджень Ішлінському потрібно було робити складні розрахунки. Для цього було закуплено комплект лічильно-аналітичних машин, які встановили в підвалі будівлі президії АН України. Катерину Логвинівну призначили керівником цієї обчислювальної лабораторії. Проте пристрій був незручний — працював повільно, ламався, пам’ять його складалася з лічених байтів! Виникла необхідність створити мову програмування «високого» рівня. Одночасно з появою цієї потреби Катерина Ющенко очолила відділ розробки.

Жінка зрозуміла, що переведенням математичних формул у машинні коди має займатися комп’ютер. Потрібно написати програму, аби пристрій розумів поставлену перед ним задачу. Так виникла необхідність у розробці мови програмування «високого рівня» і виникла проблема створення відповідного транслятора для кращого спілкування людини з комп'ютером. Істотно вплинув на розуміння цієї проблеми професор Київського університету Л.І. Калужнін, який читав в 50-70-ті роки курс математичної логіки і запропонував формальний апарат граф-схем програм.

Під впливом робіт члена кореспондент АН СРСР О. А. Ляпунова, який запропонував операторний метод програмування, в Києві почало розвиватися теоретичне програмування. У результаті в 1955 році В.С.Королюк і К.Л.Ющенко розробили адресну мову, яка на мовній основі втілила два загальних принципи роботи комп'ютера - адресність і програмне керування. Створюючи зручну систему понять для опису архітектури комп'ютера і його системи команд, автори ввели в «Адресну мову» засоби маніпулювання адресами другого рангу. Випередивши створення перших мов програмування Фортран (1958), Кобол (1959) і Алгол (1960), адресна мова передувала появі не тільки мов програмування з апаратом непрямої адресації, але й асемблерів, а її конструкції увійшли до складу сучасних мов.

Катерина Логвинівна спільно з Б.В.Гнеденко і В.С. Королюком написала перший в СРСР підручник з програмування «Елементи програмування». Книга була видана в 1961 році і перевидана в 1964 році. Побачили світ і її переклади: в 1964 році в НДР і Угорщині, а в 1969 році - у Франції.

У наступні роки вона підготувала 45 кандидатів і 11 докторів наук. Київська школа теоретичного програмування стала відомою далеко за межами СРСР. К.Л. Ющенко були присуджені дві Державні премії України (Державні премії УРСР) і премія Ради Міністрів СРСР, а за теоретичні розробки в області комп'ютерної алгебри - академічна премія імені Глушкова. Також К. Ющенко була нагороджена Орденом княгині Ольги.

Талановитий програміст, Катерина Логвинівна отримала 5 авторських свідоцтв. Вона є автором понад 200 наукових праць, у тому числі 23 монографій і навчальних посібників, частина яких була перекладена і видана в Німеччині, Чехії, Угорщині, Франції та Данії.

Катерина Ющенко отримала багато нагород, стала членкинею-кореспонденткою АН УРСР, а у Всесвітньому музеї інформаційних технологій в Англії вхід до галереї історії програмування прикрашає її портрет. Дивно, що зараз в Україні про неї мало знають. Гадаю, це треба виправляти — ми маємо пишатися такими співвітчизницями й дізнаватися про них якомога більше. Якби не Катерина Логвинівна, то ми б, можливо, не знали і половини того, що нам відомо про космос, не мали б на руках смартфонів та портативних зарядок.

Список використаних джерел

1. Катерина Логвинівна Ющенко – українська Ада Лавлейс [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://phm.cuspu.edu.ua/nauka/naukovo-populiarni-publikatsii/2143-kateryna-lohvynivna-yushchenko-ukrainska-ada-lavleis.html.
2. Катерина Логвинівна Ющенко – винахідниця Pointers та авторка однієї з перших в світі мов програмування високого рівня / Юрій Ющенко // *Світ, 2021. – 10 лют. (№ 5/6). – С. 2–3.*

Шут М.І.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Січкар Т. Г.
кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Благодаренко Л.Ю.
доктор пед. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ В УНІВЕРСИТЕТІ

Україна має потужну базу для розвитку композиційних полімерних матеріалів. Розробки інститутів НАН України відомі в усьому світі. Так склалося, що наш Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова також має значні здобутки в розвитку полімерної науки.

Лідером в дослідженні в дослідженні фізичних властивостей полімерів був і залишається Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України. Активно співпрацювали з нашим університетом (тоді Київським державним педагогічним інститутом імені О.М. Горького) співробітники ІХВС НАН України доктори хімічних наук професори В.П. Привалко та Ф.Г. Фабуляк, які надавали консультації, допомагали з проведенням експериментів, керували науковими дослідженнями аспірантів, студентів дипломників.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України продовжує плідну співпрацю з нашим університетом. Випускники нашого університету Максим Юрженко, Валерій Демченко, Володимир Левченко, а зовсім недавно, Олексій Маруженко захистили під керівництвом доктора фізико-математичних наук, професора Є.П. Мамуні кандидатські дисертації, а також стали докторами фізики Ліонського університету (Франція). А М.Юрженко, В. Левченко і В. Демченко стали лауреатами премії президента України за кращі наукові роботи молодих вчених. В даний час доктор технічних наук, доктор фізики Ліонського університету, лауреат Державної премії України Максим Юрженко за особистим запрошенням директора інституту академіка НАН України Б.Є. Патона очолив відділ зварювання пластичних мас в інституті електрозварювання НАН України імені Є.О. Патона.

Потужна наукова школа фізики полімерів функціонує в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка на фізичному факультеті. На хімічному факультеті це була кафедра фізико-хімії полімерів і колоїдів, завідувач кафедри в той час був доктор хімічних наук, професор Усков І.О.

Поява і розвиток наукової школи теплофізики полімерів і композитів на їх основі в нашому університеті на кафедрі фізики припадає на другу половину минулого сторіччя і зв’язана з науковою діяльністю завідувача кафедри фізики доктора технічних наук професора Віктора Павловича Дущенка. Особиста і творча дружба професорів В.П. Дущенка і І.О. Ускова сприяла швидкому створенню школи теплофізики.

В науковій школі теплофізики КДПІ імені О.М. Горького в цей період працювали аспіранти та співробітники Олексій Буляндра, Микола Шут, Іван Горбачук, Валерій Барановський, Борис Колупаєв, Борис Стадник, Михайло Панченко, Юрій Краснобокий, Худайберен (Узбекістан), Олександр Мосієвич, Петро Луцик, Іван Кучерук, Іван Романовський, Петро Бережний, Всеволод Левандовський, Анатолій Касперський, Тарас Січкар, Петро Возний, Анатолій Дрінь, Віталій Титюченко, Володимир Смола, Віталій Дугінов, та інші.

По смерті професора В.П. Дущенка наукову школу теплофізики полімерів на кафедрі загальної та прикладної фізики НПУ імені М.П. Драгоманова очолив один з його перших учнів, нині академік Національної академії педагогічних наук України доктор фізико-математичних наук, заслужений діяч науки і техніки України, професор Микола Іванович Шут. Активна співпраця з доктором хімічних наук, професором Г.М. Бартєнєвим (Інститут фізичної хімії РАН) та подальший розвиток наукової школи теплофізики полімерів і композитів на їх основі із використанням методів релаксаційної спектрометрії дозволило Миколі Івановичу підготовити і успішно захистити в 1990 році дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук на тему «Теплові процеси і релаксаційні явища в полімерах і композитах на їх основі» за спеціальністю 01.04.19 – Фізика полімерів. Основні результати наукової групи в галузі фізики полімерів стосуються досліджень впливу наповнювачів різної природи, наночастинок, вуглецевих нанотрубок на теплофізичні, електрофізичні та релаксаційні властивості полімерних композицій та полімерних наносистем. Членами наукової школи різних років були кандидати фізико-математичних наук: Тарас Січкар (1985 рік захисту); Михайло Лазоренко (1986 р.); Анатолій Касперський (1987 р.); Микола Клименко (1988 р.); Орландо Лусіло Лопес Абреу (республіка Куба) (1988 р.); Сергій Баглюк (1988 р.); Геннадій Даниленко (1992 р.); Володимир Заболотний (1994 р.); Олександр Сташкевич (1998 р.); Олексій Горшунов (2005 р.); Наталя Зазимко (2005 р.); Сергій Василенко (2005 р.); Максим Рокицький (2009 р.); Петро Малежик (2011 р.); Галина Рокицька (2019 р.) та інш.

Список використаних джерел

1. Кордун Г.Г. Становлення і розвиток радянської фізики. Київ: «Вища школа», 1977. 224 с.
2. Шут М.І., Ільїн В.О., Заболотний В.Ф. Історія фізики. НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2014. 270 с.
3. Шут М.І., Форостяна Н.П. Вибрані питання історії фізики: навч. посібник. К.: ВЦ НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2010. 238с.
4. М.І. Шут, В.В. Левандовський, Т.Г. Січкар, Л.К. Янчевський. Загальна фізика. Спеціальний фізичний практикум К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. 190 с.

Секція

Історія, методологія та методика навчання математики

Бондаренко О.І.
викладач,
Года О.Ю.
студентка,
Нехай А.В.
студентка,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ПЛАТФОРМА «GEOGEBRA» ЯК КОНСТРУКТОР ДЛЯ ПОБУДОВИ РИСУНКІВ ДО ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

На уроках геометрії, вивчаючи різні геометричні фігури, завжди вчитель застосовує при побудові рисунку олівець, циркуль та лінійку. І це є правильним методом, але в сучасній школі в наявності є велика різноманітність інтерактивних засобів, за допомогою яких можна презентувати різні платформи, які дозволяють розширити просторову уяву учнів під час вивчення геометрії, особливо в умовах дистанційного навчання.

У доповіді буде йти мова саме про платформу GeoGebra – програма, яку широко використовують для вивчення алгебри та геометрії.

У даному середовищі можна застосовувати різні калькулятори для побудови стереометричних фігур; для побудов графіків функцій та їх дослідження; для розв'язання нерівностей, рівнянь та їх систем; для побудови перерізів, які важко даються учням старших класів; для розв'язання задач з параметрами тощо. Розв'язання кожного прикладу в даному середовищі розглядається як в аналітичному вигляді, так і в геометричному.

Тема сучасних інформативних платформ є актуальною під час навчання вчителів математики. На базі гуртка «Комп'ютерна математика», який був створений саме для вирішення даних питань, студенти вивчали можливості використання 3D-калькулятора «GeoGebra» для створення рисунків до стереометричних задач та графічний калькулятор для дослідження рівнянь з параметрами. Для демонстрації наведемо приклади.

Приклад 1. Як відносяться площі сфер, вписаної в куб та описаної навколо того самого куба? [2]

Кроки побудови (рис.1):

1. Обираємо інструмент «Куб» для побудови фігури.
2. Центром кулі, вписаної та описаної навколо куба, є точка перетину діагоналей цього куба. За допомогою інструмента «Відрізок» та «Перетин» будуємо точку I.
3. Радіус сфери, вписаної в куб, дорівнює половині ребра куба. За допомогою інструмента «Середня точка або лінія» знаходимо довжину радіуса JG.

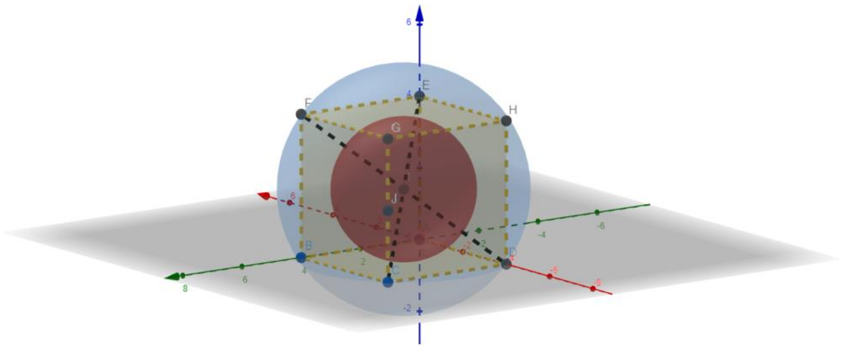


Рис.1

4. Інструмент «Сфера: центр та радіус», вибравши центр (І) та радіус (JG), будуємо сферу. Отримали сферу, вписану в куб.
5. Радіус сфери, описаної навколо куба, дорівнює половині діагоналі куба. За допомогою інструмента «Сфера: центр та радіус» будуємо сферу, описану навколо куба із центром (І) та радіусом (ІС).

Приклад 2. Знайти всі значення параметра a, при яких рівняння

$$a \cdot x + \sqrt{-7 - 8 \cdot x - x^2} = 2 \cdot a + 3 \qquad (3)$$

має єдиний розв'язок.

Розв'язання:

1. Побудуємо два графіки $y = a \cdot (2 - x) + 3$ та $y = \sqrt{-7 - 8 \cdot x - x^2}$ в середовищі $GeoGebra$
2. Перший графік – пряма, другий графік – півколо з центром в точці (-4;0) та радіусом 3 см.
3. За допомогою інструмента «Повзунок» знаходимо можливі варіанти розв'язку задачі.
4. Єдиний розв'язок отримаємо, якщо пряма має єдину точку перетину з півколом, а це можливо при наступних значенням параметра a:

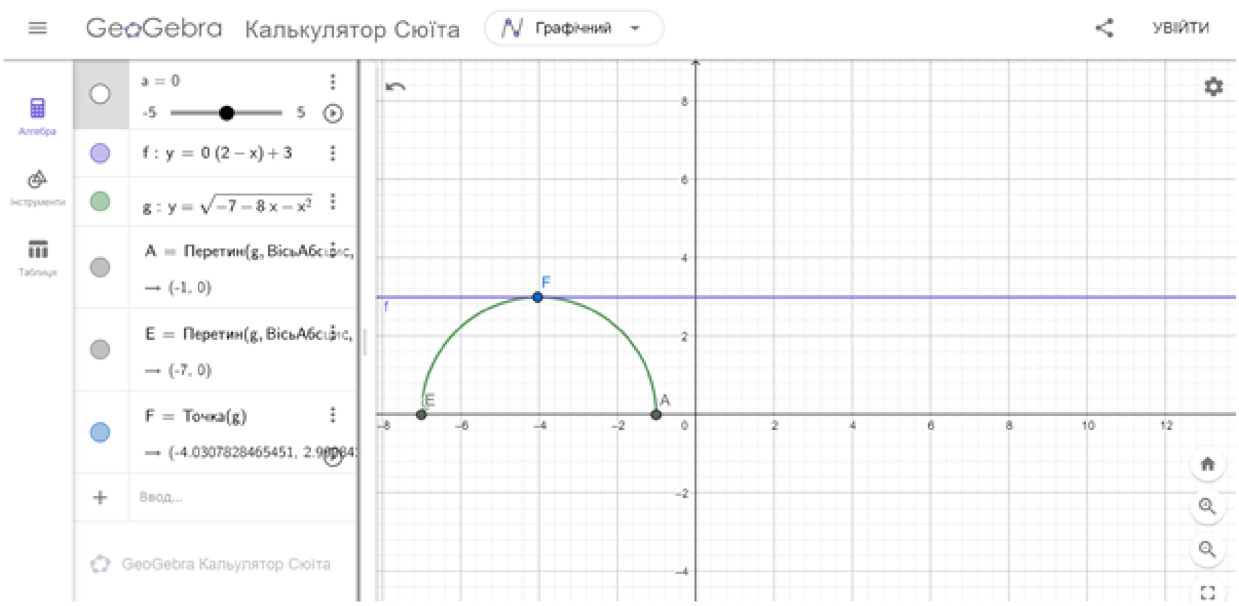


Рис. 2. Єдиний розв'язок рівняння (3) при $a = 0$.

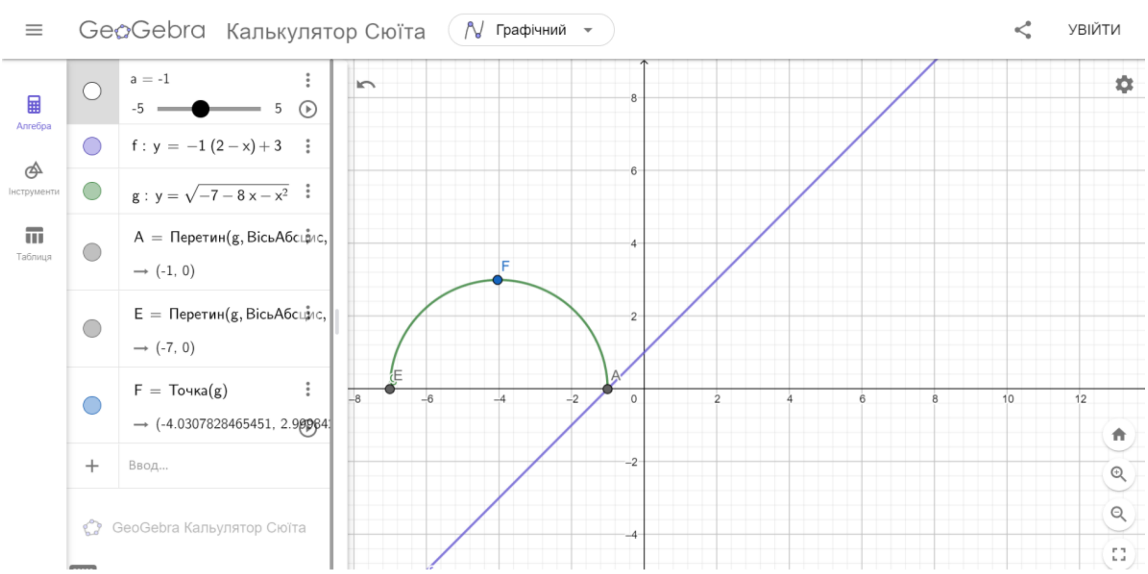


Рис. 3. Єдиний розв’язок рівняння (3) при $a = -1$

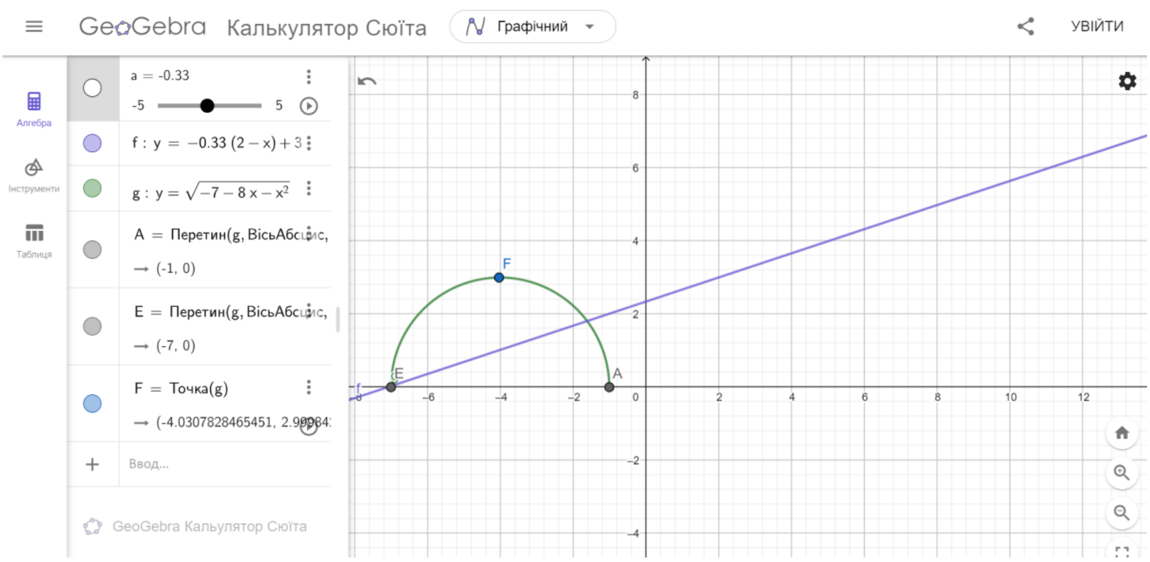


Рис. 4. Єдиний розв’язок рівняння (3) при $a \in \left[-1; -\frac{1}{3}\right)$.

Відповідь: при $a \in \left[-1; -\frac{1}{3}\right) \cup \{0\}$.

Дане динамічне середовище є необхідним для вивчення та пізнання студентами, як для майбутніх вчителів математики, оскільки програма GeoGebra має потужні функціональні можливості, які дозволяють легко і наочно вивчати математику як у вищому навчальному закладі, так і в школі під час професійного використання.

В подальшому, на гуртку «Комп’ютерна математика», будемо вивчати інші потужні інформаційні пакети та платформи для візуалізації та дослідження різних математичних задач, зокрема, такі як Desmos, Python, LaTex, Maple тощо.

Список використаних джерел

1. GeoGebra [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.geogebra. org/.
2. Математика : Алгебра і початки аналізу та геометрія. Рівень стандарту : підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз. К. : Видавничий дім «Освіта», 2019. 272 с.

Гончаренко Я.В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Требенко О.О.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТАМИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «СЕРЕДНЯ ОСВІТА (МАТЕМАТИКА)» В УМОВАХ ДУАЛЬНОЇ ФОРМИ ЗДОБУТТЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Підготовка магістерської роботи є однією з нормативних форм науково-дослідницької роботи студентів, яка є обов'язковою і передбачена навчальним планом. Написання магістерської роботи є завершальним етапом навчання студентів, а її захист – формою підсумкової атестації. Її головною метою є інтеграція освітньої, наукової та практичної (виробничої діяльності), що полягає у формуванні та вдосконаленні здатності студентів до застосування методології та методів творчого вирішення сучасних наукових, науково-практичних і виробничих (педагогічних) задач характеру на основі набутих знань та вмінь, набуття досвіду впровадження освітніх інновацій, аналізу отриманих результатів дослідження, обґрунтування та презентування власних наукових результатів.

Практична спрямованість дуальної освіти створює можливості здійснювати наукові дослідження, пов’язані з актуальною практичною педагогічною проблематикою, реалізувати всі етапи дослідження: від теоретичного обгрунтування до практичного впровадження і апробації результатів. Це дає можливість посилити інноваційність та трансферність результатів.

На всіх етапах підготовки магістерської роботи є необхідність реалізувати тісний зв`язок між науковим керівником, студентом та керівником за місцем роботи (наставником, тьютором). Нижче наведені (табл. 1) основні можливості та переваги, які надає дуальна форма освіти, студенту – магістранту під час підготовки магістерського дослідження, науковому керівнику, а також закладу освіти (керівнику від закладу освіти), в якому працює здобувач.

Таблиця 1.

Основні етапи та особливості підготовки магістерської роботи майбутніми вчителями математики в умовах дуальної форми навчання

Етап	Можливості, що надає дуальна освіта науковим керівникам та здобувачам освіти	Можливості, що надає дуальна педагогічним наставникам та закладам освіти, де працює здобувач
Визначення мети (проблеми), формулювання теми	Можливість постійного оновлення та збагачення переліку актуальних та практично значущих проблем для вивчення та дослідження. База для проведення констатуального етапу експерименту, обгрунтування актуальності проблеми дослідження.	Активізація науково-дослідницької роботи шляхом залучення молодих фахівців, а також співпраці з закладами вищої освіти. Проведення спільних наукових досліджень, підготовка публікацій, участь в наукових заходах тощо. Можливість впливати на

		формування тематики наукових досліджень студентів.
Постановка завдань	Узгодження практичних завдань з закладом освіти, уточнення завдань в процесі підготовки роботи та апробації результатів.	Участь в постановці завдань, можливість апробувати в навчальному процесі нові розробки (методи, технології, засоби тощо).
Науковий аналіз, систематизація та узагальнення фактичного матеріалу – теоретичної основи дослідження	Можливість ознайомитись не тільки те теоретичними розробками, а й з наявним практичним досвідом.	Обмін досвідом та участь в спільних наукових заходах з закладами вищої освіти.
Отримання власних результатів, що мають теоретичне, прикладне або науково-методичне значення	Можливість отримати результати, які вимагають практичної реалізації та(або) перевірки. Можливість коректувати завдання, методи та прийоми дослідження, враховуючи практичний досвід (як власний, так і колег-наставників).	Участь в наукових дослідженнях, можливість впливати на їх результати, а також використати їх в практичній діяльності.
Апробація отриманих результатів	Практична апробація, можливість проведення педагогічного експерименту та використання його результатів для обгрунтування ефективності запропонованих розробок.	Участь у наукових конференціях, підготовка публікацій у наукових журналах і збірниках

Рекомендації щодо підвищення ефективності підготовки магістерської роботи в умовах дуальної форми навчання:

- Надати студентам необхідні знання щодо особливостей і базових вимог до наукової роботи та її результатів.
- Ознайомити з переліком можливих і доступних форм участі в науково-дослідній роботі, з функціями та можливостями окремих структурних підрозділів, які опікуються науковою роботою (наприклад, студентського наукового товариства, проблемних груп, гуртків тощо).
- Систематично оновлювати зміст навчальних дисциплін актуальною науковою інформацією з доступними та мотивуючими прикладами, здатними сформувати інтерес до проблеми та спонукати до самостійної роботи і досліджень.
- Формувати завдання на практичні заняття з обов'язковою науковою складовою (як мінімум – для отримання високих балів) та передбачати «бонусні» бали за виконання дослідницьких завдань, в тому числі на базах практик або за місцем роботи.
- Обов`язковість практичної складової (розділу) в магістерській роботі, який передбачатиме розробку, теоретичне обгрунтування, та результати практичного впровадження нових педагогічних технологій, методів, методик, засобів, дидактичних матеріалів тощо.
- Різностороннє використання місць роботи здобувачів: для постановки завдань науково-дослідницької роботи, вивчення цільової аудиторії, обгрунтування актуальності проблеми дослідження, апробації отриманих результатів, експериментальної діяльності тощо.
- Широке використання групових форм роботи при обговоренні наукових результатів: семінари, конференції, гуртки тощо, можливість публічних презентацій, дискусій, конкурсів тощо.

Дробаха М.Б.
студентка,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОРГАНІЗАЦІЯ КОМБІНОВАНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Сучасні зміни, пов'язані із воєнним станом, повітряними тривогами та регулярними відключеннями електроенергії, потребують різних підходів до організації освітнього процесу школярів. Модель комбінованого навчання є однією з ключових педагогічних технологій, що дозволяє налагодити процес навчання учнів математики в таких екстремальних умовах. Метою даного дослідження є проаналізувати наявний інструментарій застосування технологій організації комбінованого навчання та їх застосування при організації освітнього процесу в умовах воєнного стану.

У роботі [1] А. М. Стрюк дає визначення комбінованого навчання як педагогічно виваженого поєднання технологій традиційного, електронного, дистанційного та мобільного навчання, спрямованого на інтеграцію аудиторного та позааудиторного навчання. Комбіноване навчання має три основні компоненти: очне навчання, самостійне навчання та онлайн навчання.

Очне навчання, власне в класах, в сучасних умовах має свої переваги та недоліки. Перевагами є можливість контролю учнів та їх роботи у класі. При очному навчанні в умовах воєнного стану важливо, навіть в регіонах віддалених від зони бойових дій, враховувати імовірність повітряної тривоги. В такому разі потрібно заздалегідь підготувати завдання для самостійного виконання учнями в укритті. При наявності в укритті доступного інтернет, можливо проводити онлайн тестування або давати учням самостійно опрацювати тему уроку за допомогою презентації чи інших матеріалів. Якщо в укритті облаштовані місця для проведення уроків, то необхідно зважати на можливу відсутність в учнів підручників, зошитів та канцелярського приладдя. За можливості, варто заздалегідь підготувати усе необхідне вчителем. Зауважимо, що організація очного навчання суттєво обмежена в багатьох регіонах України, особливо в районах безпосередньо наближених до зон бойових дій.

Така обмеженість організації освітнього очного простору ставить гостро вимагає організацію самостійного навчання. Самостійне навчання математики для учнів школи можливо організувати лише надавши їм усі інструменти та матеріали. Зокрема, учні, які вимушено навчаються закордоном не мають можливості бути присутніми на уроках, або урок неможливо було провести в силу певних причини, в таких випадках учні можуть засвоїти пропущений матеріал за допомогою наданих вчителем матеріалів. Це можуть бути посилання на відео-уроки Всеукраїнської школи онлайн [2], підготовлена вчителем презентація на тему уроку або інші, зручні для учнів, джерела інформації. Також потрібно враховувати доступність електроенергії та стабільної роботи мережі інтернет в учнів. В самих екстремальних випадках можуть допомогти роздруковані матеріали або підручники, наявні у школярів. Зазначимо, що при вивчені математики використання лише підручників є недостатнім через відсутність в них достатньої кількості прикладів розв'язання завдань та, часто, складних викладок.

Навіть для класів, які навчаються очно і вчитель готує матеріали до уроку онлайн (презентація, гра, тест тощо), також обов'язково слід врахувати можливі відключення електроенергії. Якщо при цьому зберігається стабільний доступ до мережі інтернет, то учням можна надати доступ до презентації або провести тестування використовуючи їх власні смартфони. Потрібно врахувати переваги та недоліки ресурсів, які вчителі використовують на уроках. Наприклад, ігрова навчальна платформа Kahoot має багато переваг, таких як: хороша реалізація, зручне та гарне оформлення, зручний інтерфейс. Онлайн-платформа Classtime, в свою чергу, працюватиме навіть в нестабільній мережі, дозволяючи учням оновити сторінку та повернутись до тестування. Однак дана система побудована у форматі індивідуального тестування, а не змагання, як Kahoot. Для практики учням також можна запропонувати вправи на LearningApps. Цей сервіс дозволяє створювати різні види завдань. Його недоліком є те, що учитель не має доступу до результатів учнів. Важливо акцентувати увагу на бібліотеках інтерактивних симуляцій PhET та mozaBook. Вони можуть зробити уроки математики цікавішими та ефективнішими, але мають обмежену кількість готових матеріалів.

Для створення матеріалів до уроку вчитель повинен використовувати ресурси, користування якими буде зручним як самому вчителю, так і його учням. Для уроків геометрії, за наявності у вчителя навичок, можна використовувати геометричне середовище GeoGebra. Цей сервіс надає багато можливостей для геометричної візуалізації, але має достатньо складний інтерфейс. Якщо вчитель використовує презентації, то хорошим вибором будуть Canva або Google Slides. Ці сервіси дають можливість завантажити презентацію або поділитись нею для доступу онлайн.

При організації онлайн навчання в умовах воєнного стану всім учасникам освітнього процесу доводиться долати багато обмежень. В такій ситуації вчитель може широко використовувати вищеописані сервісами для самостійного опрацьовування матеріалу учнями, використовуючи широкий арсенал методів та моделей комбінованого навчання [3]. В сучасних реаліях потрібно враховувати можливості учнів, їх матеріальний фізичний, моральний та психологічний стан. В умовах, що склалися не варто перенавантажувати учнів, але вчителю необхідно зробити все, щоб школярі могли навчатись, досягали програмних результатів навчання та відчували стабільність і підтримку педагогів.

Список використаних джерел

1. Стрюк А. М. Теоретичні основи комбінованого навчання / А. М. Стрюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. – С. 63-66.
2. Всеукраїнська школа онлайн [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://lms.e-school.net.ua/
3. Стрюк А.М., Семеріков С.О. Теоретичні та методологічні засади професійної освіт Вісник дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і Психологія». 2012. № 2 (4). С. 47–59.

Мартинюк О.В.
доктор фіз.-мат наук, професор,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Працьовитий М.В.
доктор фіз.-мат наук, професор,
Правіцка Н.С.
аспірантка,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ГЕОМЕТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В МАТЕМАТИЧНІЙ ОСВІТІ ШКОЛЯРІВ І МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Геометрія – одна з найдревніших галузей математики, яка зародилась з практичних потреб людини. Її витоками є прикладні задачі, які не втратили своєї актуальності і досі. З часом круг геометричних об’єктів розширювався, арсенал засобів дослідження збагачувався, а сама геометрія ставала багатогалузевою. Наразі у ній гармонічно поєднуються різні підходи, прийоми і методи: алгебраїчні, теоретико-групові, топологічні, метричні, стохастичні, конструктивні і аналітичні. Ставши на шлях алгебраїзації завдяки ідеям П. Ферма і Р. Декарта (ідеї координат і ідеї геометричного тлумачення рівнянь, 17 століття) та ідеї Ф. Клейна – розглядати геометричні теорії як теорії інваріантів певних груп перетворень простору (1872 р., Ерлангенська програма), геометрія не втратила свою самобутність. Більше того, саме геометрія стала полігоном для кристалізації сучасного погляду на аксіоматичний метод в науці, на вимоги до системи аксіом і методології їх перевірки (Д.Гільберт, К.Гьодель), зразком для побудови математичної теорії на аксіоматичній основі (аксіоматичний метод, Евклід – Гільберт). Не зважаючи на те, що існує багато відносно автономних геометричних теорій, геометрія залишається єдиною математичною теорією зі своїми внутрішніми принципами самоорганізації.

Геометрія як навчальна дисципліна (як ніяка інша з шкільних дисциплін) має багатий потенціал для розвитку психологічних якостей особистості, розвиває альтернативність мислення і дій, раціоналізм, лаконічність і алгоритмічність в формулюваннях і міркуваннях, формує цілісне уявлення про математику як науку дедуктивну, строгу і точну, нерозривно пов’язану з навколишнім світом і логікою. Шкода, але зміст курсу геометрії в загальноосвітній школі практично не оновлюється, хоча акценти в поглядах на математичну освіту зазнають змін. До цих пір у програмі ШКГ відсутні клітини Вороного, стиск до прямої, перетворення, що зберігають площу (об’єм) фігур, самоподібні фрактали тощо.

Геометричним перетворенням простору (площини, прямої, відрізка) називається бієктивне відображення простору на себе. Відносно автономними є теорії перетворень прямої, площини, тривимірного простору. Елементи цих теорій традиційно вивчались у загальноосвітніх школах України. Але їх вивчення завжди було фрагментарним, конструктивно-синтетичним. До програм шкільного курсу геометрії традиційно входили рухи (переміщення): центральна і осьова симетрії, паралельне перенесення, поворот (епізодично); перетворення подібності, зокрема гомотетія. В останній час ці питання зазнають “утисків”. Рівність і подібність трикутників залишились центральними питаннями блоку, ознаки рівності (конгруентності) і подібності трикутників – центральними фактами. Разом з цим метод геометричних перетворень є досить продуктивним загальним методом розв'язування задач елементарної математики, зокрема задач на максимум та мінімум, задач оптимізаційного плану.

Геометричні перетворення вивчають майбутні вчителі математики (студенти спеціальності середня освіта (математика)) у курсі аналітичної геометрії за збалансованою, замкненою, достатньо деталізованою програмою з відповідним повним аналітичним викладом. Програма включає 5 розділів: загальні питання теорії геометричних перетворень площини, рухи, перетворення подібності, афінні перетворення, інверсія. Метод геометричних перетворень – один з основних у конструктивній та проективній геометрії. Колінеації (перетворення, що зберігають інцидентність точок прямої) та інверсія широко використовується при розв'язуванні задач на побудову обмеженими засобами (зокрема циркулем та лінійкою). Методика вивчення майбутніми вчителями математики геометричних перетворень могла би бути змістовно збагаченою за допомогою використання сучасних засобів візуалізації, динамічного супроводу та кінематичних прийомів (методів) отримання висновків, тобто сучасних інформаційних технологій. Для цього можуть бути використанні існуючі засоби (візуалізації та динаміки), а також ті, які є натуральними і доцільними у контексті аналітики та суміжності. Дуже природним є долучення до теми фактів теорії комплексних чисел, а до навчального процесу – засобів комп'ютерних технологій. Комплексні числа – засіб задання рухів і перетворень подібності, компактизації даних про перетворення площини.

Вважаємо актуальною для сучасної педагогічної науки проблему розробки вдосконаленої методики вивчення геометричних перетворень (площини і простору) школярами і майбутніми вчителями математики на основі збагачення змісту дисциплін за рахунок нових досягнень математичної науки, зокрема фрактальної геометрії, різнопланового урізноманітнення задачного матеріалу (різного рівня складності) і широкого педагогічно виваженого використання сучасних засобів ІКТ. Вважаємо доцільним підготовку навчального посібника для самоосвіти вчителів математики «Перетворення подібності та теорія фракталів», який був би доступним школярам, які цікавляться математикою.

Складовою вказаної педагогічної проблеми є відсутність детального аналізу логічних прогалин ШКМ, які стосуються геометричних перетворень, а також взаємозв'язків теми з іншими темами та предметами.

На жаль, школярі не знайомляться з операцією «композиція перетворень». Осьова симетрія є особливим видом руху, оскільки кожен рух є або осьовою симетрією, або композицією не більш, ніж трьох осьових симетрій. Гомотетія –унікальне перетворення подібності, зокрема тому, що кожне перетворення подібності є композицією гомотетії і руху. Проблема якісного означення форми геометричної фігури неможливе без перетворення подібності і бінарного відношення еквівалентності – «подібность геометричних фігур». Всі ці питання та проблеми очікують свого вирішення засобами (методами) педагогіки та психології.

Список використаних джерел

1. Працьовитий М.В. До концепції розвитку математичної освіти // Сучасна

математика і математична освіта. Матеріали Місячника Інституту математики НАН України в НПУ імені М.П. Драгоманова (1 березня – 2 квітня 2004 р.). – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – С. 116 – 121.
2. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Теоретико-груповий погляд на геометрію. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. — 18с.
3. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Афінні перетворення площини. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. — 40с.
4. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Інверсія. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. — 20с.
5. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Перетворення подібності площини з елементами теорії фракталів. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. — 40 с.
6. Працьовитий М.В. Геометричні перетворення. Рухи площини. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. — 44с.

Матяш О.І.
доктор пед. наук, професор,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

РОЗВИТОК МЕТОДИЧНОЇ НАУКИ ЗА НАПРЯМОМ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ НА ВІННИЧЧИНІ

Постановка проблеми. Наше входження у Європейську наукову спільноту після нашої перемоги має відбутися із глибоким розумінням власних наукових досягнень та національної ідентичності. Безумовно нас цікавить нині прогресивний світовий досвід навчання математики. Маємо аналізувати й запозичувати кращі методичні інновації. Однак, маємо усвідомлювати власні національні надбання й традиції, маємо подбати про вивчення й збереження методичної спадщини, маємо здійснити, зокрема, глибокий аналіз розвитку української методичної науки за напрямом теорії і методики навчання математики. У Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського, який у 2022 році відзначив своє 110-ліття, існує знана нині в Україні наукова методична школа. У контексті вивчення та аналізу розвитку української методичної науки за напрямом теорії і методики навчання математики нас цікавить як розвивалася вказана галузь методичної науки на Вінниччині.

Аналіз останніх досліджень. Історія наукової та педагогічної діяльності колективу факультету математики, фізики та комп'ютерних наук різнобічно описана у ювілейних виданнях до 100 – річного та 110-річного ювілеїв Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, до 50-річного ювілею кафедри алгебри і методики навчання математики. Однак, ні в цих виданнях, ні в інших публікаціях викладачів університету не знаходимо інформації про дослідження викладачів університету за спеціальністю 13.00.02. Теорія і методика навчання (математика).

Мета даної статті проаналізувати дисертаційні дослідження викладачів Вінницького державного педагогічного університету за напрямом теорії і методики навчання математики з другої половини ХХ століття до сьогодення.

Виклад основних результатів. У репозитарії дисертацій Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова знаходимо автореферати дисертацій виконаних у різний час за спеціальністю 13.00.02. Теорія і методика навчання (математика) викладачами педагогічного університету у Вінниці: Глушков П.М (1952), Карелін Л.З. (1967), Войцехівський А.П. (1968), Шунда Н.М. (1969), Побережник І.Ю. (1973), Миронюк М.В. (1994), Матяш О.І. (1995, 2014), Калашніков І.В. (2003). Таким чином, у спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 13.00.02. Теорія і методика навчання (математика), яка функціонує вже багато років у нинішньому НПУ імені М.П.Драгоманова захищено в різний час дев'ять дисертацій викладачами Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, вісім з яких на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук, та одна на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук (О.І.Матяш).

Перша з вказаних і проаналізованих нами дисертацій захищена Петром Миколайовичем Глушковим у 1952 році під науковим керівництвом заслуженого діяча науки, першого завідувача кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П.Драгоманова, професора Олександра Матвійовича Астряба на тему «Боротьба за покращення викладання математики в перші роки будівництва радянської школи (1917 -1925 роки)». Зокрема, в цій дисертації [1] наголошується на важливій ролі для розвитку ідей з методики навчання математики значної кількості педагогічних журналів та методичних центрів, які існували у досліджуваний період у Києві та Харкові. Також у дисертації аналізується роль математиків, методистів та педагогів у вирішенні питання про значення, місце, роль та завдання навчання математики в школі. Окрема увага приділена діяльності К.Ф.Лебединцева. У дисертації також проаналізовані навчальні програми з математики для школи 1918-1925 років, проблеми підготовки вчителів математики та підготовки навчально-методичної літератури.

У 1967 році під науковим керівництвом Григорія Петровича Бевза (завідувача кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П.Драгоманова у 1971-1983 роках) захищає дисертацію Леонід Зінов'євич Карелін на тему «Задачі на дослідження в шкільному курсі геометрії». Л.З.Карелін став першим аспірантом Г.П.Бевза. Один із висновків дисертації [2] Л.З.Кареліна - якщо в процесі вивчення геометрії систематично вчити учнів розв'язувати задачі на дослідження, створюючи при цьому проблемні ситуації, то в учнів формується уміння самостійно «добувати» знання, а це дало б можливість значною мірою розвантажити шкільні програми.

У 1969 році під науковим керівництвом доцента кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П.Драгоманова Валентини Мефодіївни Кухар захищає дисертацію «Функція як основа сучасного викладання математики в школі» [5] Шунда Никифор Миколайович (ректор Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського у 1976-2003 роках). Докторську дисертацію Никифор Миколайович захистив у 1997 році в Інституті педагогіки і психології професійної освіти АПН України. У 1973 році під науковим керівництвом професора Івана Євгеновича Шиманського (завідувача кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П.Драгоманова у 1953-1971 роках) захищає дисертацію Побережник Іван Юхимович на тему «Формування уявлення про основні ідеї сучасної алгебри в шкільному курсі математики» [4].

Значний внесок у підготовку наукових кадрів для ВДПУ імені Михайла Коцюбинського за спеціальністю 13.00.02. Теорія і методика навчання (математика) здійснила професор Зінаїда Іванівна Слєпкань (завідувач кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П. Драгоманова у 1983-1992 роках). Зокрема, вона була офіційним опонентом на захисті кандидатської дисертації «Система вивчення вузлових питань курсу математичного аналізу в загальноосвітній школі» [3] Войцехівського Андрія Прокоповича (декан фізико-математичного факультету Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського у 1974-1985 роках). У 2003 році під науковим керівництвом професора З.І.Слєпкань захистив дисертацію Калашніков Ігор В'ячеславович на тему «Розвиток творчої діяльності учнів у процесі вивчення функцій в основній школі». У цій дисертації [6] розроблені методичні вимоги щодо розвитку творчої діяльності учнів при вивченні функцій в основній школі, та методичні рекомендації для вчителів математики відповідно цих вимог.

Особливе місце в системі підготовки наукових кадрів для Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського за спеціальністю 13.00.02. Теорія і методика навчання (математика) належить професору Швецю Василю Олександровичу (завідувач кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П. Драгоманова з 1992 року до нині). Його першими аспірантами, які успішно захистили кандидатські дисертації стали викладачі ВДПУ імені Михайла Коцюбинського М.В. Миронюк та О.І. Матяш. У 1994 році захищена дисертація «Реалізація професійної спрямованості викладання математики в професійно-технічних училищах сільськогосподарського профілю (на прикладі спеціальності «Тракторист-машиніст широкого профілю»)» Миронюка Михайла Васильовича. У 1995 році захищена дисертація «Вивчення рухів фігур в курсі геометрії школи ІІ ступеня» Матяш Ольги Іванівни, офіційним опонентом цієї дисертації був ректор НПУ імені М.П. Драгоманова Микола Іванович Шкіль. У 2014 році у спеціалізованій вченій раді НПУ імені М.П. Драгоманова за спеціальністю 13.00.02. Теорія і методика навчання (математика) захищена докторська дисертація О.І. Матяш «Формування методичної компетентності з навчання геометрії майбутніх учителів математики».

Висновки та перспективи подальших досліджень. Здивувала загальна значна кількість дисертацій (9) виконаних у різний час у ВДПУ імені Михайла Коцюбинського за спеціальністю 13.00.02 Теорія і методика навчання математики. Виявилося, що усі, без виключення, завідувачі кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М.П. Драгоманова (О.М. Астряб, І.Є. Шиманський, Г.П. Бевз, З.І. Слєпкань, В.О. Швець) були науковими керівниками дисертацій виконаних з 1950 року по наш час викладачами ВДПУ імені Михайла Коцюбинського за спеціальністю 13.00.02 Теорія і методика навчання математики. Один із висновків нашого дослідження: наукові методичні осередки Вінниччини та НПУ імені М.П. Драгоманова за напрямом методики навчання математики мають глибинні історичні зв'язки.

Список використаних джерел

1. Глушков П.М Боротьба за покращення викладання математики в перші роки будівництва радянської школи (1917 -1925 роки): автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)» / Глушков Петро Миколайович. – Київ, 1952. – 20 с.
2. Карелін Л.З. Задачі на дослідження в шкільному курсі геометрії: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)» /Карелін Леонід Зіновєвич. – Київ, 1967. – 20 с.
3. Войцехівський А.П. Система вивчення вузлових питань курсу математичного аналізу в загальноосвітній школі: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)» / Войцехівський Андрій Прокопович. – Київ, 1968. – 20 с.
4. Побережник І.Ю. Формування уявлення про основні ідеї сучасної алгебри в шкільному курсі математики: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)» /Побережник Іван Юхимович. – Київ, 1973. – 20 с.
5. Шунда Н.М. Функція як основа сучасного викладання математики в школі: автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)» /Шунда Никифір Миколайович. – Київ, 1969. – 20 с.
6. Калашніков І.В. Розвиток творчої діяльності учнів у процесі вивчення функцій в основній школі: автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)» /Калашніков Ігор Вячеславович. – Київ, 2003. – 20 с.

Михайленко Л.Ф.
доктор педагогічних наук, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ПРОВІДНІ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКІ ЖУРНАЛИ З МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ЯКІСНОЇ НАУКОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ

Для розвитку науки суттєве значення мають своєчасне отримання, поширення та використання наукової інформації. Особливе місце в поширенні наукової інформації належить науковій комунікації. Наукову комунікацію трактують як обмін науковою інформацією (ідеями, знаннями, повідомленнями) між ученими та фахівцями, а також майстерність репрезентації наукових знань для широкої аудиторії. Стан наукової комунікації визначає життєздатність наукової спільноти, ефективність професійного спілкування її учасників. Традиційно, структура наукових комунікацій включає: особисті бесіди, очні наукові дискусії, усні доповіді (особисті мережі); публікації книг, наукових журналів, реферативних журналів (опосередковані мережі); наукові конференції, науково-технічні виставки (інтерактивні мережі). Цифровізація науки та її розвиток сприяють тому, що однією із основних складових ефективної наукової комунікації є наукові журнали. У результаті, зростає вагомість ранжування та оцінювання наукових журналів. Важливо використовувати у дослідницькій діяльності журнали з високою науковою якістю, особливо, досліднику-початківцю у галузі методики навчання математики. З цих причин Освітній комітет Європейського математичного товариства (EMS) спільно з Виконавчим комітетом Європейського товариства досліджень математичної освіти (ERME) і за підтримки Міжнародної комісії з навчання математики (ICMI) вирішили в 2011 році організувати консультацію, щоб запропонувати класифікацію науково-дослідницьких журналів з математичної освіти на основі експертної оцінки.

Було сформовано робочу групу (об'єднала членів правління ERME та членів освітнього комітету EMS), які підготували список наукових журналів з математичної освіти для оцінювання. У той же час було створено групу з 91 експерта в галузі математичної освіти, що представляла 42 країни-члени EMS та ERME. Кожну країну представляли від одного до семи експертів, відповідно до розміру спільноти дослідників математичної освіти в кожній країні. Експертів попросили оцінити обрані журнали за шкалою, представленою нижче. Їм також було запропоновано сформулювати будь-які коментарі, які вони хотіли б зробити щодо процесу оцінювання, і запропонувати інші назви журналів, якщо вони вважають, що важливі журнали відсутні в списку.

Експертам було запропоновано оцінити журнали за чотирибальною шкалою: A*, A, B, C, або заявити, що вони не знають журнал, і позначити його знаком X. Шкала була визначена відповідно до чотирьох вимірів, що характеризують: визнання; процес рецензування та стандарти якості; редактори та редколегія; і цитування. Наприклад, критерії рангу A описуються так: *Визнання*: журнал визнаний серед дослідників у всьому світі як сильний журнал у галузі математичної освіти. *Процес рецензування та стандарти якості*: завдяки систематичному процесу рецензування журнал підтримує високі стандарти з метою публікації досліджень, які демонструють інтелектуальну строгість, оригінальність і значущість, які будуть визнані цінним внеском у цю сферу. *Редактор(и) і редакційна колегія*: Редактор(и) і члени редакційної колегії журналу самі є високоповажними дослідниками, багато з яких вже визнані міжнародними лідерами в галузі математичної освіти. *Цитування*: Журнал регулярно цитується в інших журналах, і багато високоякісних наукових публікацій з математичної освіти містять деякі посилання на опубліковану в ньому роботу.

У результаті, тільки 75 експертів, які представляють 32 країни дали свої відповіді. Робоча група, що об'єднала членів правління ERME та членів освітнього комітету EMS, прийняла такі рішення: 1) підтвердити оцінку A*, A, B, C для всіх журналів, які отримали оцінку A*, A, B, C від 50 експертів або більше (принаймні дві третини експертів); 2) вилучити зі списку всі журнали, які мають більше 25 позначок X (більше третини експертів заявляють, що не знають журналу). Деякі експерти запропонували додаткові журнали, що не були внесені до початкового списку, проте, жодна назва не була запропонована більш ніж 8 експертами, тому вирішили не додавати запропоновані журнали до списку. Отже: два журнали отримали оцінку A*; п'ять журналів отримали оцінку A; п'ять журналів отримали оцінку B; і п'ять журналів отримали оцінку C. З початкового списку з 28 було вилучено 11 журналів, оскільки понад 25 експертів заявили, що не знають цих журналів [1]. У наведеній нижче таблиці

1 представлено рейтинг журналів та деяка важлива інформація для дослідників у галузі методики навчання математики.

Таблиця 1

Остаточні результати процесу оцінювання наукових журналів з математичної освіти

	Назва журналу	Електронна адреса журналу	Доступ	Роки охоплення Scopus
A*	Educational Studies in Mathematics (Педагогічні дослідження з математики)	https://www.springer.com/journal/10649	Наявні статті у відкритому доступі	З 1968 року по теперішній час
	Journal for Research in Mathematics Education (Журнал досліджень математичної освіти)	https://pubs.nctm.org/view/journals/jrme/jrme-overview.xml	Платний доступ	З 1996 року по 2020 рік
A	For the Learning of Mathematics (Для навчання математики)	https://flm-journal.org/	Платний доступ	З 2011 року по теперішній час
	The Journal of Mathematical Behavior (Журнал математичної поведінки)	https://www.sciencedirect.com/journal/the-journal-of-mathematical-behavior	Наявні статті у відкритому доступі	З 1994 року по теперішній час
	Journal of Mathematics Teacher Education (Журнал підготовки вчителів математики)	https://www.springer.com/journal/10857	Наявні статті у відкритому доступі	З 2005 року по теперішній час
	Mathematical Thinking and Learning (Математичне мислення та навчання)	https://www.tandfonline.com/journals/hmtl20	Наявні статті у відкритому доступі	З 2009 року по теперішній час
	ZDM - International Journal on Mathematics Education (ZDM – Міжнародний журнал з математичної освіти)	https://www.springer.com/journal/11858/	Наявні статті у відкритому доступі	З 1997 року по теперішній час
B	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology (Міжнародний журнал математичної освіти в науці та техніці)	https://www.tandfonline.com/toc/tmes20/current	Наявні статті у відкритому доступі	З 1970 року по теперішній час
	International Journal of Science and Mathematics Education (Міжнародний журнал наукової та математичної освіти)	https://www.springer.com/journal/10763	Наявні статті у відкритому доступі	З 2003 року по теперішній час
	Mathematics Education Research Journal (Журнал дослідження математичної освіти)	https://www.springer.com/journal/13394	Наявні статті у відкритому доступі	З 1989 року по теперішній час
	Recherches en Didactique des Mathématiques (Дослідження в галузі дидактики математики)	https://revue-rdm.com/	Платний доступ	
	Research in Mathematics Education (Дослідження в галузі математичної освіти)	https://www.tandfonline.com/journals/rrme20	Наявні статті у відкритому доступі	З 1998, з 2000 року по теперішній час
C	Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education (Канадський журнал науки, математики та	https://www.springer.com/journal/42330	Наявні статті у відкритому доступі	З 2001 року по теперішній час

	технологічної освіти)			
	Journal für Mathematik-Didaktik (Журнал дидактики математики)	https://www.springer.com/journal/13138	Наявні статті у відкритому доступі	З з 1980 по 1995, з 1997 по 2002, з 2004 по 2005, з 2007 року по теперішній час
	Nordisk matematikkdidaktikk / Nordic Studies in Mathematics Education, NOMAD (Північні дослідження в математичній освіті)	https://ncm.gu.se/aktuellt	Платний доступ	
	Technology, Knowledge and Learning (formerly: International Journal of Computers for Mathematical Learning) (Технології, знання та навчання)	https://www.springer.com/journal/10758	Наявні статті у відкритому доступі	З 2011 року по теперішній час
	The Montana Math Enthusiast (Монтанський ентузіаст математики)	https://www.academia.edu/48920382/The_Montana_Mathematics_Enthusiast_ISSN_1551_3440	Вільний доступ	З 2013 року по теперішній час

Guenter Toerner, Ferdinando Arzarello [1] та деякі експерти висловили у своїх коментарях окремі зауваження, зокрема: оцінка, яку виробляють європейські експерти, ризикує бути євроцентричною; у перелік було включено лише журнали, які відкрито орієнтовані на математичну освіту. Журнали про освіту в цілому також є дуже важливими для дослідника в цій галузі і не згадуються в списку; у списку, в основному журнали, написані англійською мовою; журнали на більш конкретні теми, зокрема статистичну освіту, невідомі багатьом експертам, але також можуть мати високу наукову якість.

Усі ці зауваження свідчать про необхідність подальших досліджень про подібну оцінку на всесвітньому рівні, із включенням у список журналів мовами, відмінними від англійської, та журналів з певною тематикою. Таким чином, схема оцінювання та критерії оцінювання повині зберігати можливість оновлення та вдосконалення. Наукова якість журналів постійно удосконалюється, процес рецензування може сприяти покращенню журналів, що цього разу не ввійшли у рейтинговий список. Варто відзначити, що даний список провідних наукових журналів у галузі математичної освіти є актуальним вже понад десятиліття.

Список використаних джерел

1. Guenter Toerner, Ferdinando Arzarello. Grading Mathematics Education Research Journals [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://erme.site/wp-content/uploads/2021/06/EMS-ERME-Ranking_Journals_Project.pdf

Наконечна Л.Й.
кандидат пед. наук, доцент,
Наконечний Я.В.
аспірант,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ РІЗНИМИ СПОСОБАМИ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ

Постановка проблеми. Сучасний стан суспільного розвитку, динамічні зміни в усіх сферах людської діяльності зумовлюють зростання потреби суспільства у формуванні творчої особистості з високим рівнем інтелектуального розвитку, творчих можливостей, здатної до створення та засвоєння інновацій у будь-якій галузі. Саме така особистість є найбільшою цінністю в усіх країнах, а проблема розвитку творчих здібностей, активізації творчої діяльності її громадян набуває пріоритетного значення.

Короткий аналіз останніх досліджень. Проблема розвитку творчих здібностей особистості активно досліджується педагогами і психологами. Аналіз сутності творчих здібностей, їх склад і структура представлені в роботах В.І.Андрєєва, Д.Б.Богоявленської, О.М.Луки, В.А.Сластьоніна, М.А.Холодної, Н.Ю. Теплова та ін.

Калашніков І.В. переконаний, що розвитку творчого мислення сприяють: проблемний виклад матеріалу, евристична бесіда, дослідницький метод, розв'язування пізнавальних задач, завдань, вправ, котрі передбачають суттєві зміни в структурі знань та метод моделювання [1].

Розділяємо думку Лимар Ю. М., яка визначає поняття "творчих здібностей" як здібність до самостійного, нестандартного рішення певних проблем, до оригінального, не шаблонного виконання того чи іншого завдання або створення нового продукту на основі власних роздумів, поглядів [2]. Вважаємо, що вагомим засобом розвитку творчих здібностей студентів є математичні задачі, зокрема «задачі, які розв'язуються різними способами; задачі, при розв'язуванні яких доводиться розглядати різні випадки; задачі, до яких можна скласти та розв'язати аналогічну задачу, узагальнену або обернену» [3].

Мета статті – обґрунтувати можливості розв'язування математичних задач різними способами для розвитку творчого мислення учнів та студентів.

Розв'язування задач різними способами сприяє інтенсивному розвитку творчого мислення учнів та студентів, дозволяє узагальнювати та систематизувати їхні знання з різних тем курсу математики, дає можливість здійснювати особистісно орієнтований підхід у навчанні. Привчати учнів шукати різні способи розв'язування задач потрібно цілеспрямовано та систематично. Важливим засобом розвитку творчого мислення студентів є також завдання по створенню задач. Спочатку варто практикувати завдання на складання аналогічних задач, обернених. А наступним кроком заохочувати студентів до створення власних задач.

До кожної теми шкільного курсу математики варто добирати завдання, які можна розв'язати різними способами. У посібнику [4] кожній темі наводяться приклади завдань, які можна розв'язати різними способами.

Наведемо приклад розв'язування ірраціонального рівняння п'ятьма різними способами. Основними методами розв'язування ірраціональних рівнянь є такі: рівносильних перетворень, піднесення до степеня обох частин рівняння та заміни змінних. В деяких випадках є більш раціональними графічний метод розв'язування та використання властивостей функцій.

Розв'язати рівняння: $\sqrt[3]{x-4}+1=\sqrt{9-x}$.

1 спосіб.

Відокремимо кубічний корінь $\sqrt[3]{x-4}=\sqrt{9-x}-1$ та піднесемо обидві частини рівняння до кубу. Отримаємо $x-4=(9-x)\sqrt{9-x}-3(9-x)+\sqrt{9-x}+1$.

Згрупуємо доданки, які мають спільний множник $\sqrt{9-x}$:

$$x-4=\sqrt{9-x}(9-x+3)-27+3x-1,$$

$$x-4+28-3x=\sqrt{9-x}(12-x),$$

$$24-2x=\sqrt{9-x}(12-x).$$

Помічаємо, що в лівій та правій частині рівняння є спільний множник. Винесемо його за дужки та розв'яжемо отримане рівняння.

$$2(12-x)-(12-x)\sqrt{9-x}=0, \quad (12-x)\left(2-\sqrt{9-x}\right)=0.$$

$$\begin{cases}\left[\begin{array}{l}12-x=0,\\ \sqrt{9-x}=2;\end{array}\right.\\ 9-x\geq 0.\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}\left[\begin{array}{l}x=12,\\ 9-x=4;\end{array}\right.\\ x\leq 9.\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}\left[\begin{array}{l}x=12,\\ x=5;\end{array}\right.\\ x\leq 9.\end{cases}$$

2 спосіб.

Відокремимо квадратний корінь $\sqrt{9-x}=\sqrt[3]{x-4}+1$ та піднесемо обидві частини рівняння до квадрата. Отримаємо $9-x=\sqrt[3]{(x-4)^2}+2\sqrt[3]{x-4}+1$.

Нехай $\sqrt[3]{x-4}=t$, тоді $\sqrt[3]{(x-4)^2}=t^2,\ x-4=t^3$. Звідки $x=t^3+4$, $9-\left(t^3+4\right)=t^2+2t+1$.

Розв'яжемо отримане рівняння.

$$9-t^3-4-t^2-2t-1=0, \quad -t^3-t^2-2t+4=0,$$

$$t^3+t^2+2t-4=0, \quad (t-1)\left(t^2+2t+4\right)=0, \quad t=1.$$

Повернемося до заміни та отримаємо x. $x=t^3+4=1+4=5$.

3 спосіб.

Введемо дві змінних, поклавши $\sqrt{9-x}=v,\ \sqrt[3]{x-4}=u$, звідки $9-x=v^2,\ x-4=u^3,\ u^3+v^2=5$. У результаті одержимо систему рівнянь, яку розв'яжемо методом підстановки:

$$\begin{cases}u+1=v,\\ u^3+v^2=5.\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}v=u+1,\\ u^3+(u+1)^2-5=0.\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}v=u+1,\\ u^3+u^2+2u-4=0.\end{cases}$$

Оскільки ліва частина одержаного рівняння – многочлен з цілими коефіцієнтами, то його раціональні корені можна спробувати знайти серед дільників вільного члена. Отримаємо $(u-1)\left(u^2+2u+4\right)=0$, тобто рівняння має один дійсний корінь $u=1$. Повернемося до заміни та отримаємо $\sqrt[3]{x-4}=1$, $x=5$.

4 спосіб.

Розв’яжемо дане рівняння графічно. Побудуємо в одній системі координат (рис.1) графіки функцій $f(x)=\sqrt[3]{x-4}+1$, $g(x)=\sqrt{9-x}$

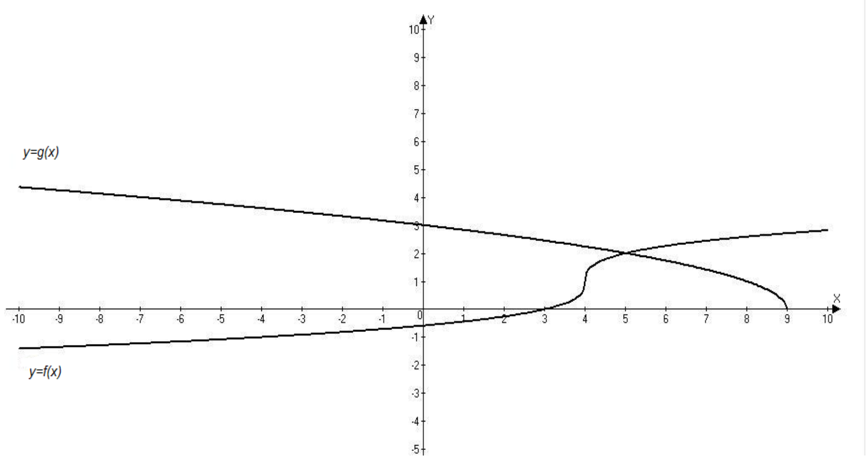


Рис. 1.

Помічаємо, що абсциса точки перетину цих графіків, тобто розв’язок рівняння, x = 5.

5 спосіб. Використаємо властивості функцій для розв’язування цього рівняння. Звертаємо увагу на те, що вираз, який стоїть у лівій частині рівняння, задає функцію $f(x)=\sqrt[3]{x-4}+1$, яка зростає на області визначення рівняння, а вираз, який стоїть у правій частині рівняння, – спадну функцію $g(x)=\sqrt{9-x}$. Тобто, дане рівняння не може мати більше одного кореня. Легко помітити, що ним є x = 5.

Як бачимо, три перших запропоновані способи розв’язування даного рівняння є порівняно нелегкими. Найбільш красивим та швидким є останній спосіб. Цим способом рівняння розв’язується усно.

Висновки. Вважаємо, що систематичне та виважене використання прийому розв’язування задач різними способами сприятиме розвитку творчого мислення студентів, дає можливість систематизувати та узагальнити знання студентів, демонструє зв'язок між різними математичними темами.

Список використаних джерел

1. Калашников І.В. Розвиток творчої діяльності учнів у процесі вивчення функцій в основній школі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук. Київ, 2003. 19 с.
2. Лимар Ю. М., Ігнатова К. В. Експериментальне дослідження стану розвитку творчих здібностей майбутніх учителів початкової школи. Інноваційна педагогіка. 2019. Випуск 14. Том. 1. С. 120–123.
3. Наконечна Л.Й. Система задач як засіб розвитку пізнавальної самостійності майбутніх учителів математики. Науковий вісник Південноукраїнського державного педагогічного університету ім. К.Д. Ушинського. № 6-7. Одеса, 2008. С. 184-188.

4. Наконечна Л.Й. Рівняння та нерівності: самостійно вдосконалюємо знання та вміння Вінниця, 2018. 142 с.

Новіцька Т.В.
кандидат філософ. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В ГАЛУЗІ МАТЕМАТИЧНИХ ТА ПРИРОДНИЧИХ НАУК У КОНТЕКСТІ ЗМІНИ СУЧАСНОЇ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ

Вузькоспеціалізованого професійного мислення, яке домінує сьогодні в освіті, недостатньо для вирішення глобальних проблем людства. У час коли наукові дослідження стають все більш комплексними, набувають трансдисциплінарного характеру. Існуюча система освіти потребує трансформації. А особливо, якщо мова йде про підготовку фахівців у галузі математичних та природничих наук. Тих які мають безпосереднє відношення до експерименту (фізик, хімік, математик тощо), тих які повинні постійно приймати рішення та нести за них відповідальність. Постає питання які інноваційні освітні технології необхідно використовувати, щоб забезпечити якісну освітню підготовку, а головне якими компетентностями має володіти фахівець, щоб відповідати сучасним запитам суспільства та бути спроможним осягнути між-, мульти-, плюро-, трансдисциплінарні підходи? Не менш актуальними видаються й питання щодо дисциплін, які повинна містити програма підготовки здобувачів вищої освіти, щоб забезпечити необхідні компетентності.

Характерними ознаками сучасної освіти має стати відмова від шаблонного мислення, підтримка ініціатив молоді, орієнтації на розвиток творчого потенціалу, індивідуальний підхід до кожного студента.

Реагуючи на виклики сьогодення, а саме: процеси інтеграції теоретичних і експериментальних досліджень, прикладних і фундаментальних знань, міждисциплінарні і проблемно-орієнтовані форми дослідницької діяльності, комплексні дослідницькі програми, зміни форми виробництва знання із дисциплінарних на між- і трансдисциплінарні, система освіти XXI століття трансформується. З’являються нові форми, засоби, способи її організації.

Таким актуальним на сьогодні освітнім трендом, який поєднується з наукою та інноваціями є «STEM» – інтегроване навчання в міждисциплінарному та прикладному контексті.

Акронім STEM вживається для позначення популярного напряму в освіті, що охоплює природничі наукит (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering) та математику (Mathematics). Водночас, у STEM активно включається сукупність творчих, мистецьких дисциплін, що об’єднані загальним терміном Arts (позначення відповідного підходу – STEM and Arts).

Враховуючи вище зазначене, особливої уваги у процесі підготовки фахівців в галузі математичних та природничих наук заслуговують інформаційно-комунікаційні технології. До таких можна віднести web-орієнтовані системи комп'ютерної математики та мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання. За час навчання студенти повинні мати змогу ознайомитися з програмними засобами, які розв'язують ряд задач, зокрема аналітичного, обчислювального, графічного характеру. Вміти їх застосовувати у професійній діяльності. Використання у навчальному процесі даних технологій забезпечить якісну і головне, сучасну підготовку спеціаліста, зробить його ще більш конкурентоспроможним на ринку праці [4].

Існує думка, що фахівець, який має відношення до експерименту (фізик, хімік, математик, інженер…), повинен постійно приймати рішення, а, отже, він не може мислити «штампами», бо це призведе до ілюзії, а згодом, і краху дослідження. А значить, може поставити під загрозу людське життя. Тому мислити він має творчо. До цього його спонукає і робота з людьми та обставини, що супроводжують його діяльність. Готових відповідей на запитання не існує. Існують поради, настанови, дискусії, досвід. Та все таки, приймаючи рішення, науковець має підійти творчо, зважити всі «за» та «проти», пам'ятати про відповідальність та наслідки його рішення [1, с. 235].

Говорячи про підготовку студентів математичних, природничих спеціальностей, на нашу думку, доцільно було б розширити блок загальних компетентностей та додати – «Здатність нести відповідальність за прийняті рішення». Її зміст полягає в наступному:

- дотримуватися принципу: «не зашкодь собі, іншій людині, природі»;
- ухвалюючи рішення, пам'ятати про можливі наслідки;
- уміти критично оцінювати ситуацію, власні дії та дії оточуючих;
- уважно та досконало аналізувати отриману інформацію.

Таким чином, освіта – одна з провідних сфер людської діяльності, оскільки саме в процесі освіти формується особистість та її світогляд. А для студентів, що навчається в галузі математичних та природничих наук є незамінним джерелом інформації, для становлення їх наукового світогляду. Отже, важливим суспільно значущим завданням є осмислення сутності освітніх процесів.

Список використаних джерел

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. Бистрова Ю. В. Інноваційні методи навчання у вищій школі України [Електронний ресурс] / Ю. В. Бистрова // Право та інноваційне суспільство. – 2015. – Вип. 1(4). – С. 27 – 33. – Режим доступу до ресурсу : http://apir.org.ua/wp-content/uploads/2015/04/Bystrova.pdf.
3. Новіцька, Т. В. Природознавство як освітній проект: сучасні трансформації та тенденції : дис. ... канд. філос. наук : 09.00.10 / Новіцька Таміла Валентинівна ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2015. – 211 с.
4. Триус Ю.В. Інноваційні інформаційні технології у навчанні математичних дисциплін / Ю.В. Триус // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» / Серія «Інформатизація вищого навчального закладу». – Львів, 2012. – Випуск № 731. – С. 76 – 81.

Панченко Л. Л.
кандидат пед. наук, доцент,
Шаповалова Н. В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

РІЗНОРІВНЕВІ ТЕСТИ ЯК ЗАСІБ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Важливою особливістю сучасного стану розвитку вищої освіти є широке впровадження рівневої диференціації навчання, яка передбачає максимальну гнучкість як у визначенні самого обсягу інформації, так і до рівня оволодіння цією інформацією студентами. Система вищої освіти має забезпечити кожній людині можливість зайняти у суспільстві місце, яке б максимально розкрило його творчі здібності з одночасною адекватною оцінкою його внеску у розвиток суспільства та належною повагою до його особистості як до самостійної цінності.

Методична система навчання майбутнього вчителя математики спрямовується на пріоритет розвиваючої функції навчання по відношенню до його освітньої та інформаційної функції. Акцент переноситься із збільшення об'єму інформації, призначеної для засвоєння студентами, на формування вмінь її використання.

Під диференціацією розуміють таку систему навчання, при якій кожен студент, оволодівши деяким мінімумом загальноосвітньої підготовки, має можливість приділяти переважну увагу тим напрямам, які у найбільшій своїй мірі відповідають його схильностям (це виражається у розвитку творчих здібностей студентів і проявляється у науковій роботі різних видів, зокрема, при написанні бакалаврських та магістерських робіт).

Основним видом диференціації навчання у вищому навчальному закладі є рівнева диференціація. Рівнева диференціація передбачає вивчення матеріалу кожної навчальної дисципліни на різних рівнях. При цьому визначаючим є рівень обов'язкової підготовки і на його основі формуються більш високі рівні оволодіння матеріалом.

Диференціація математичної освіти майбутнього вчителя математики – це відмові від однакового, зрівняльного викладання математичних дисциплін, яке уніфікує як зміст навчання, так і рівень вимог математичної підготовки студенті. Математичну освіту майбутнього педагога треба побудувати так, щоб він перш за все мав свідоме уявлення про структуру сучасної математики в цілому. Математик-педагог повинен добре знати зв'язки математики з іншими науками та з практичними застосуваннями бачити в математиці знаряддя пізнання і мати значний набір прикладів, які може розповісти учням. Вивчаючи різні математичні дисципліни, майбутній вчитель повинен правильно оцінювати місце і значення шкільного курсу математики у сучасній науці.

При читанні математичних курсів не досить обмежуватись тільки формальним повідомленням математичних знань. Вони повинні формуватися у свідомості майбутнього педагога як результат природнього прогресу людських знань, бути пов'язані з розвитком фізики, астрономії, економіки, біології та інших наук. Педагог повинен мати чітку уявлення про те, як в математиці виникли нові напрямки досліджень, як і в чому абстрактна наука знаходила і знаходить різносторонні застосування у природознавстві, науці та техніці, щоб у майбутній практичній роботі скористатися цими знаннями.

Виникає необхідність у перегляді та значному оновленні методичної системи навчання математичних дисциплін у педагогічному університеті, а також відповідної їй системи контролю знань та вмінь студентів.

Об'єктивність контролю знань можна забезпечити трьома послідовними етапами: визначення вимог до засвоєння навчального матеріалу, вибір форм контролю, аналіз досягнутих результатів навчання.

Останнім часом найбільш поширеною формою контролю стали тести.

Як спосіб дослідження, тести використовувались у різних галузях людської діяльності. Під навчальними тестами розуміють завдання, спрямовані на виконання навчальної діяльності певного рівня, та систему оцінки її результатів. Серед вимог, які ставляться до тестів, важливе місце займає здатність диференціювати індивідуальні здібності і можливості особи.

Тести з математичних дисциплін, а зокрема, і геометрії, як систему контролю, можна використовувати у навчальному процесі при проведенні всіх видів контролю: поточного (під час усіх форм організації навчання), тематичного (після вивчення певної теми або розділу програми), рубіжного (при проведенні заліків за окремими розділами курсу, підготовці рефератів, курсових робіт тощо), підсумковому (при проведенні курсових заліків та екзаменів), заключному (під час державних екзаменів, захисті дипломних та кваліфікаційних робіт).

Тестові завдання для поточного контролю повинні спрямовуватись на з'ясування рівня засвоєння матеріалу певної вивченої теми, простеження динаміки помилок, їх рецидивів, конкретних досягнень і невдач кожного студента. Помилковим є те, що тестування з математики має виявити тільки результати, а не сам хід мислення, не сам процес розумової праці. Такими можна використовувати для формування відповідних розумових якостей і математичного мислення.

Цінність тестів з геометрії виявляється в процесі їх стандартизації за змістом, формою і призначенням відповідно до вікових особливостей видів навчальної діяльності та завдань формування розумових дій. Тестові завдання, диференційовані за рівнем навчальної діяльності, можуть бути трьох рівнів: репродуктивні (засвоєння навчального матеріалу на рівні ознайомлення або відтворення – І рівень), продуктивні (знання перетворюються в уміння і навички – ІІ рівень), творчо-наукові (уміння розв'язувати нестандартні задачі – ІІІ рівень).

Наведемо приклад таких тестових завдань з диференціальної геометрії:

І рівень (кожна задача оцінюється в 6 балів)

1. Вказати спосіб задання кривої.
2. Яка з вказаних кривих задана параметрично:
3. Чому дорівнює радіус кривини кола?
4. Які координати має особлива точка криво?
5. До якого виду відносяться дотична та нормаль до плоскої кривої в довільній точці цієї кривої?
6. Скільки еволют має плоска крива?
7. Скільки евольвент має плоска крива?
8. Яка із вказаних кривих задана натуральним параметром?

ІІ рівень (кожна задача оцінюється в 12 балів)

9. Записати рівняння асимптот кривої, заданої рівнянням.
10. Записати рівняння еволюти кривої, заданої рівняннями.
11. Скласти натуральну параметризацію кола.
12. Знайти радіус кривини кривої.
13. Знайти порядок дотику кривих.
14. Знайти обвідну однопараметричної сім'ї кіл.
15. Скласти рівняння еволюти кривої.
16. Знайти довжину дуги кривої:

ІІІ рівень (кожна задача оцінюється в 14 балів)

17. Записати рівняння дотичної до лінії, перпендикулярної до вектора..
18. Знайти обвідну сім'ї кривих.
19. Написати рівняння елементів тригранника Френе для просторової кривої: в т..
20. Знайти асимптоти кривої.
21. Знайти головну нормаль кривої, , що перпендикулярна до вектора.
22. Записати рівняння параболи, яка має з синусоїдою в точці найвищий порядок дотику.
23. Записати рівняння дотичної до лінії , яка була б паралельна до площини .
24. Обчислити головні кривини поверхні в точці.

Тести являє собою препарований аналог певної якості особистості – інтелекту, уваги, пам'яті… Тренуючи ці якості за різними варіантами тестів можна досягти значного розвитку їх в особистості майбутнього вчителя математики в умовах диференціації та особистісно-орієнтованого навчання.

Список використаних джерел

1. Геометрія в тестах: практикум для організації самостійної роботи студентів / Королюк О. М., Прус А. В., Фонарюк О. В., Чемерис О. А. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018. 165 с.
2. https://moodle.npu.edu.ua/course/view.php?id=1463
3. Диференціальна геометрія і топологія (Шаповалова Н.В.) 2 курс, 2 семестр, Математики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://moodle.npu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=25268
4. Шаповалова Н.В. , Панченко Л.Л. Навчальної програми нормативної навчальної дисципліни Диференціальна геометрія і топологія. К. 2017.
5. Шаповалова Н.В. Робоча програма нормативної навчальної дисципліни Диференціальна геометрія і топологія. К. 2022.
6. Шаповалова Н. В., Панченко Л.Л. Диференціальна геометрія як складова професійної підготовки майбутнього вчителя математики // Збірник тез конференції «Методика викладання математики в середній та вищій школі», присвяченої 75-річчю лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, академіка Академії наук вищої освіти, професора Колесник Тамари Всеволодівни, 4-5 грудня 2013 р., м. Київ, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2013. – С. 23-25.
7. Шаповалова Н. В., Панченко Л.Л. Диференціальна геометрія у формуванні професійних компетентностей майбутніх вчителів математики і фізики //

Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 47: збірник наукових праць. [Електронний ресурс] / Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – С. 300-309. – Режим доступу до ресурсу: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/8113/1/Shapovalova_Panchenko.pdf, http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/8113

Подолянчук С. В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ПРИ ОБРОБЦІ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ФАХІВЦЯМИ РІЗНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Постановка проблеми. Серед великої кількості методів наукових досліджень останнім часом достатньо широкого розповсюдження набув метод експертного оцінювання. Його важливою перевагою є можливість застосування в недостатньо досліджених наукових напрямах, у випадку невизначеного характеру процесу чи явища або при вирішенні тих наукових проблем, в яких ще не сформувались єдині підходи або узгоджені погляди науковців.

Використання методів експертного оцінювання можна розглядати як один з напрямків підвищення рівня наукової освіти загалом [5, с. 777–778]. Виняткової необхідності набуває також забезпечення поглибленої теоретичної та практичної підготовки компетентного й незалежного фахівця освітньої галузі до експертної діяльності [4]. Все це робить достатньо актуальним питання вивчення методу експертного оцінювання при підготовці фахівців у системі вищої освіти загалом та ознайомлення з особливостями математичної обробки отриманих результатів зокрема.

Короткий аналіз останніх досліджень. В загальному розумінні експертна оцінка – процедура визначення кількісних або якісних характеристик процесу чи явища [2]. Фактично сутність експертних методик полягає в усередненні різними способами думок (суджень) спеціалістів-експертів з питань, що розглядаються [3, с. 13]. Експертну оцінку здійснюють експерти на основі професійних знань і досвіду та надають у вигляді висновку, описової інтерпретації, ранжирування, рейтингу [2].

Проведення експертного оцінювання є доволі складною багатоетапною процедурою. В самих загальних рисах вона включає визначення кількості експертів, формування персонального складу експертної групи, безпосереднє проведення експертного оцінювання, математичну обробку та аналіз отриманих результатів. Кожен з цих етапів є важливим та має свої характерні особливості. Наприклад, при визначенні персонального складу експертів потрібно не лише сформувати відповідні критерії, а й використовувати спеціальні числові показники, наприклад, коефіцієнт компетентності [6, 7], для визначення кваліфікації експертів.

Проте чи не найважливішим у цьому процесі є саме математична обробка отриманих результатів. Особливої ваги така обробка набуває у випадку здійснення експертного оцінювання фахівцями, які не мають поглибленої математичної підготовки. В той же час ознайомлення з основними математичними алгоритмами, можливо ще на стадії навчання у закладі вищої освіти, дозволить суттєво розширити коло фахівців, які будуть здатні ефективно використовувати експертні методи у наукових дослідженнях.

Метою дослідження є визначення змістовного наповнення математичної складової при обробці результатів експертного оцінювання фахівцями різних спеціальностей.

Виклад основних результатів. Математична обробка результатів значною мірою залежить від методів, які дослідники безпосередньо використовують при проведенні експертного оцінювання. На сьогодні арсенал таких методів є доволі різноманітним. Основними та найбільш розповсюдженими серед них є ранжирування та бальне оцінювання.

В загальному розумінні метод ранжирування полягає в розміщенні об’єктів досліджуваної множини за спаданням певної характеристики тієї чи іншої властивості. При цьому сама процедура ранжирування є простою і зрозумілою: перший (найвищий) ранг привласнюється об’єкту, який на думку експерта, має найбільшу величину (ступінь вираженості) досліджуваної ознаки. Особливістю методу є те, що у випадку, коли експерт не може диференціювати порядок для двох або декількох об'єктів, він привласнює їх однаковий ранг. Тоді під час обробки необхідно визначити стандартизований ранг, значення якого представляє середнє суми місць, поділених між собою об'єктами з однаковими рангами.

Описана процедура застосовується для обробки результатів експертного оцінювання одного експерта. Для отримання узагальнюючих результатів у випадку залучення багатьох експертів необхідно використовувати метод середніх арифметичних рангів, а потім за потреби визначати підсумкові ранги. При цьому слід пам’ятати, що хоча ранги формально виражаються звичайними числами, але з ними не можна здійснювати більшість звичних арифметичних операцій. В той же час математична складова обробки результатів ранжирування є нескладною і фактично включає в себе ознайомлення з процедурою ранжирування, визначення за потреби стандартизованих рангів, знаходження середніх рангів та визначення підсумкових рангів.

Достатньо широкого розповсюдження при проведенні експертизи отримало бальне оцінювання. Загалом таке оцінювання полягає в тому, що кожному елементу досліджуваної множини ставлять відповідне числове значення (бал) з чітко визначеного інтервалу значень та відповідно до заздалегідь окреслених правил. При цьому також зазначають ціну розподілу шкали, яка фактично визначає точність оцінювання.

Слід зазначити, що оцінювання в балах є найбільш розповсюдженим методом, перш за все в освітній галузі. Узагальнена математична обробка отриманих результатів часто зводиться до знаходження середнього балу як інтегративного показника. Тому при математичній обробці результатів експертного оцінювання подібний підхід також може бути ефективно застосований широким колом фахівців різних спеціальностей.

Результатами експертного оцінювання, яке здійснюється як за допомогою ранжирування, так і за допомогою бального оцінювання, в більшості випадків є побудова рейтингу. Згідно з [1, с. 285] рейтинг – термін, який означає суб'єктивну оцінку якогось явища за заданою шкалою. За його допомогою здійснюється первинна класифікація соціально-педагогічних об'єктів за ступенем вираженості спільної для них властивості (експертні оцінки).

З формальної точки зору рейтинг фактично являє собою нумерований список, в якому об'єкти розміщуються за спаданням ступеня вираженості тієї чи іншої ознаки. При цьому слід враховувати, що способи формування рейтингів суттєво залежить від обраного методу оцінювання. При ранжируванні першу рейтингову позицію займе об'єкт з найнижчим підсумковим рангом, а при бальному оцінювання – з найвищим середнім балом.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, експертні методи є одними з найважливіших методів при проведенні наукових досліджень у випадках, коли процеси чи явища мають невизначений характер і до оцінювання (вимірювання) яких складно застосувати методи точних наук. В той же час потреба у їх використанні у різних галузях є достатньо великою. Важливою складової цих методів є математична обробка отриманих результатів. Тому для успішної реалізації методів експертного оцінювання фахівцями різних спеціальностей, принаймні в частині формування рейтингів, достатньо використати доволі нескладну математичну складову. Вона фактично включає вивчення особливостей ранжування, знаходження середньоарифметичних значень та ознайомлення з основними правилами складання рейтингів.

Очевидно, що формування рейтингів не може бути єдиним результатом експертного оцінювання. Часто виникає потреба у знаходження вагових коефіцієнтів та використанні статистичних критеріїв, наприклад, коефіцієнту узгодженості думок експертів (коефіцієнту конкордації). Тому розгляд саме цих питань і може скласти перспективи подальших наукових досліджень.

Список використаних джерел

1. Гончаренко С. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 376 с.
2. Гриценко О. А. Експертна оцінка. *Енциклопедія Сучасної України : енциклопедія* [Електронний ресурс] / ред.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін. Київ, 2009. Т. 9. – Режим доступу до ресурсу: https://esu.com.ua/article-18826 (дата звернення: 12.01.2023).
3. Групове експертне оцінювання та компетентність експертів / Величко О. М. та ін.; за загал. ред. О. М. Величка. Одеса, 2015. 286 с.
4. Єрьоменко О. Підготовка майбутніх фахівців педагогічної галузі до експертної діяльності на адаптивних засадах. [Електронний ресурс] // *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка».* 2022. № 13 (25). – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.33296/2707-0255-13(25)-08.
5. Подолянчук С. В. Актуалізація змісту наукової освіти під час підготовки майбутніх учителів. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали II Всеукраїнської наук.-практ. конф. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2022. С. 773–779.
6. Подолянчук С. В. Визначення компетентності експертів з оцінювання наукової

діяльності у вищому педагогічному навчальному закладі. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія.* 2014. №4. С. 112–122.

7. Подолянчук С. В. Методика визначення уточненого коефіцієнта компетентності експертів з оцінювання наукової діяльності. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2017. №1 (87). С. 123–128.

Строгонова Т.В.
кандидат екон. наук, доцент,
Запорізький державний медичний університет

ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Особливе місто в системі освіти займають медичні та фармацевтичні вищі. Відомо, що підготовка медиків та фармацевтів потребує не тільки міцної матеріальної бази, а й прискіпливої системи контроля знань. В цієї системі методи навчання відрізняються. Діалог між студентом та викладачем, наставником-лікарем відіграє найважливішу роль у становленні фахівця.

В умовах військового стану дистанційна форма навчання фактично стала засобом збереження освітнього потенціалу суспільства, оскільки надає можливість студентам, не переривати навчальний процес. В той же час, дистанційна форма не може, на жаль, забезпечити традиційну форму спілкування, що може негативно впливати на якість навчання. Тому, пошук нових та вдосконалення існуючих методів реалізації зворотнього зв’язку між викладачем та студентом фармацевтичних факультетів в умовах дистанційного навчання є актуальною проблемою.

Сучасні науковці, спеціалісти з методики викладання фізико-математичних наук, ретельно аналізували існуючи проблеми. Так, в роботах (1, 2) розглянути сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки, які впливають на мотивацію студентів: немотивововане зменшення уваги до вивчення фізики і математики, завантаження навчальних планів дрібними курсами предметів, які часто дублюються, як наслідок неготовність випускників середніх шкіл до сприйняття навчальної програми математики у вишу. В умовах дистанційної освіти, очевидно, що ці фактори будуть ускладнювати або негативно впливатиме на якість спілкування.

Існує багато наробок вітчизняних науковців щодо методики викладання математики. Наприклад, в роботі (3) пропонуються методи організації самостійної роботи студентів з підготовці з вищої математики, які можуть бути ефективними при розробці навчально методичних комплексів для дистанційного навчання.

Однак, методики організації зворотного зв’язку потребують досліджень. Ми пропонуємо використати зразки міжнародного досвіду та звернути увагу на відомі дистанційні курси. Так, одними з перших у світі були дистанційні курси Масачусетського технологічного інститут, які пропонують безліч курсів з вищої математики різних рівнів складності. Студенти цих безкоштовних курсів займаються практично самостійно. Як вирішується проблема відсутності допомоги викладача?

Головними методами реалізації зворотного зв'язку студента з викладачем та оточенням на таких курсах є форум (рис.1) та проект.

На форумах відбувається спілкування викладачів та тьюторів курсу зі студентами.

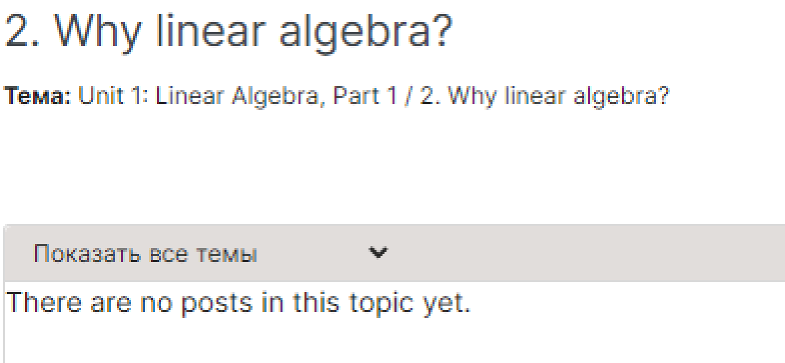


Рис.1. Скриншот вікна форума курсів MIT з лінійної алгебри та диференційних рівнянь

У американських дистанційних курсах окрім широкого використання відеороликів лекцій викладачів, методом взаємодії та засобом стимулювання та заохочення студента є захист так званого проєкта. Він полягає у вирішенні якоїсь важливої науково-практичної задачі методами дисципліни, що вивчається, зокрема математики. Крім того, він може містить проблеми, що є предметом інших дисциплін, які вивчаються паралельно, або предметів, що вже були пройдені. Такий комплекс завдань не тільки поєднає наукове знання та сприяє формуванню різних компетенцій, а й виводить взаємодію студента з викладачем на новий рівень, зміцнює їх зв'язок. Використання форумів та проектів сприяє формуванню компетенцій групової роботи.

Ми пропонуємо розробити проєкт «Побудування каліброваної прямої» для студентів 1 курсу фармацевтичного факультету. Проєкт повинен розроблятись у зв'язку з кафедрами аналітичної хімії, біохімії та фізичної хімії. Проект дозволить ознайомитись не тільки з математичними методами логарифмування, диференціювання, основами регресійно-кореляційного аналізу(МНК), але й дав змогу доторкнутись студентам 1 курсу до потужних сучасних хімічних методів аналізу.

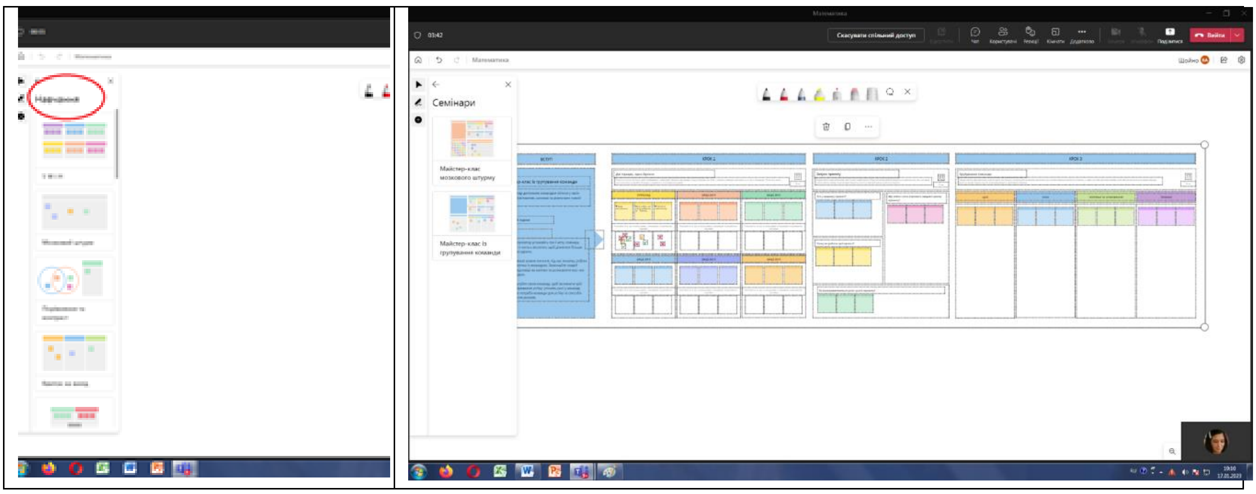


Рис 2. Скриншот вікон Teams MS Office

Середовищем для організації групової роботи повинна бути LMS, обрана для дистанційного навчання. Різні програмні продукти містять різні інструменти для рішення цієї задачі. Наприклад, у MS Office Teams передбачені такі зручні інструменти для організації групової роботи, які можуть бути використані для організації проектів (рис.2)

Методичні основи організації проекту є метою наступних досліджень.

Список використаних джерел

1. Шут М.І. Використання внутрішніх резервів освітньої системи з метою поліпшення якості фахової підготовки майбутніх учителів фізики / М.І. Шут, Л.Ю. Благодаренко // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія № 3 «Фізика і математика у вищій і середній школі» : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2016. – Вип. №2. – С.63-65.
2. 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 Дущенка В.П. 25-26 травня 2017 року, Київ, Україна – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – С.120-122.
3. Вища математика. Опорні схеми та алгоритми для самостійної роботи студентів [Текст] : навч. посіб. : [у 2 ч.] / М. В. Працьовитий, М. Б. Ковальчук, Н. В. Сачанюк-Кавецька ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2019 . Ч. 1. - 2019. - 102 с. : іл. - Бібліогр.: с. 96. - 50 (1-й запуск 1-21) прим.

Сушко-Крикун О.С.
канд. пед. наук,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ФІНАНСОВОЇ ГРАМОТНОСТІ СТУДЕНТІВ

Підвищення рівня фінансової грамотності населення є одним із пріоритетних завдань як для держави, так і учасників ринку, тому Національний банк України розглядає підвищення фінансової грамотності населення як важливий фактор розвитку фінансового ринку України, підвищення стабільності фінансової системи та конкурентоспроможності вітчизняної економіки, що визначено у «Стратегії Національного банку України до 2025 року» [6].

Для підвищення рівня фінансової грамотності у студентів другого курсу всіх напрямів підготовки Українського державного університету імені Михайла Драгоманова кафедрою методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи було розроблено та впроваджено у навчальний процес робочу програму з дисципліни «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту».

У доповіді будуть представлені результати використання інтерактивних освітніх методів, які розширюють можливості та способи подання матеріалу дисципліни «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту», сприяють підвищенню ефективності освітнього процесу.

Аналіз наукової літератури показав, що питання підвищення рівня фінансової грамотності є об’єктом наукових досліджень багатьох зарубіжних і вітчизняних науковців. Серед зарубіжних учених варто відзначити Д. Фернандеса, А. Уортингтона, С. Х’юстона, М. Хасана [1]. Питанням фінансової грамотності населення в Україні присвячені роботи таких вітчизняних вчених, як Л. Примостка, І. Краснова [2], Т. Кізима [4], І. Соркін, Т. Смовженко [5] та багатьох інших.

Мета дослідження полягає підборі інтерактивних методів навчання вивчення курсу «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту» для підвищення фінансової грамотності студентів другого курсу Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.

Проблема недостатньої фінансової грамотності населення є для України відносно новою. Результати проведеного вхідного тестування серед студентів другого курсу різних спеціальностей свідчать про те, що сьогодні лише частина українців вміють раціонально розпоряджатися своїми грошима. При отриманні кредиту кожен десятий громадянин ставить підпис у договорі з фінансовою організацією, не читаючи його умов. Громадяни можуть втратити свої заощадження, повіривши пропозиціям із обіцянкою гарантованої високої прибутковості з боку різних недобросовісних фінансових структур. При цьому бажання швидкого поліпшення свого рівня фінансового благополуччя призводить до того, що людина не порівнює потенційні ризики та прибутковість.

Як підсумок, більше 40% опитаних студентів мають рівень не нижчий від середнього, тоді як низький рівень фінансової грамотності демонструють 59% студентів. Результати дослідження показали, що: 53 % опитаних студентів як одну з проблем назвали недолік у них знань з питань фінансової безпеки, що не дозволяє їм убезпечити особисті фінанси від шахрайства та інших фінансових ризиків; 65% помиляються в тому, що криптовалюта – це найбільш надійний і доходний варіант інвестування коштів; 59% учасників дослідження при купівлі товарів в інтернет-магазинах, не звертають уваги на захист своїх персональних даних.

Наслідком невисокого рівня фінансової грамотності населення, насамперед молодих людей, які є активними споживачами фінансових послуг, веде до: – зниження довіри фінансовим інститутам, неефективності, прийнятих фінансових рішень; – невміння формувати та керувати власними накопиченнями; – зростання рівня закредитованості населення; – відсутності резервів і заощаджень; – високим ризикам втрати накопичень внаслідок дій фінансових шахраїв; – невміння повною мірою задіяти можливості фінансового ринку [3].

Так, для підвищення рівня фінансової грамотності у студентів другого курсу всіх напрямів підготовки було впроваджено курс «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту», метою вивчення якого є необхідність формування уявлення про відповідальний, раціональний вибір при прийнятті фінансових рішень з урахуванням довгострокового горизонту фінансового планування, чинних правових норм, наявних ресурсів та обмежень. Підвищення рівня фінансової грамотності студентів дасть їм можливість розробляти та реалізовувати найбільш збалансовані стратегії особистої фінансової безпеки, приймати ефективні рішення у сфері особистих фінансів з урахуванням оцінки можливих ризиків та провадити інвестиційну діяльність.

Одним із способів ефективного навчання студентів закладів вищої освіти фінансової грамотності є застосування інтерактивних методів. Це дозволить підвищити пізнавальну активність студентів, і дасть змогу якнайповніше врахувати вимоги прийняття обґрунтованих фінансових рішень у різних сферах життєдіяльності. Під час процесу інтерактивного навчання студенти є учасниками, що активно діють. Вони стають суб'єктами, які, вступаючи у комунікаційну взаємодію з викладачем, стають співорганізаторами своєї навчальної, практичної та проектної діяльності.

У робочій програмі дисципліни «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту» передбачається розгляд таких основних питань, як: – фінансова грамотність та поведінка споживача: раціональний вибір та обмеження; – активні доходи, їх види та джерела формування; – структура особистих витрат та можливості її оптимізації; - фінансові організації та правила взаємодії з ними; – способи збереження заощаджень та пасивний дохід; - кредити та позики; -інвестиції та управління ними; -податки; - пенсійні заощадження; -створення власної справи; - особиста фінансова безпека.

Для більш глибокого освоєння змісту дисципліни «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту» доцільно використовувати такі форми та методи інтерактивного навчання (табл. 1).

Таблиця 1.

Методи інтерактивного навчання, чкі доцільно застосовувати при викладанні курсу "Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту"

Назва	*Характеристика*	*Приклад використання*
Інтерактивний вебінар	Дозволяє поєднати традиційну лекцію з методами активної взаємодії–дискусія, обговорення ситуацій, аналіз матеріалів презентації та відео.	У межах кожної теми дисципліни.
Метод кейсів	Описується конкретна ситуація і студенти розробляють модель її розв'язання.	«Активні доходи, їх види та джерела формування», «Фінансові організації та правила взаємодії з ними» у системі Moodle.
Дискусія	Передбачає висловлювання студентами своїх точок зору з різних аспектів теми, що вивчається, їх аргументація, обговорення та формулювання висновків.	На основі аналізу результатів структури особистих витрат, обговорення напрямів їх оптимізації в рамках теми «Вступ до власних фінансів».
Мозковий штурм	Полягає у спільному пошуку варіанта вирішення нестандартної ситуації з урахуванням наявних можливостей та обмежень.	Аналіз існуючих застосунків з кредитування (мобільних застосунків різних банків з метою вибору кращого) на тему «Як обрати найкращий варіант кредитування».
Рольова гра	Дозволяє занурити студентів у близьку до реальності життєву ситуацію, розв'язання якої дає змогу набути практичного досвіду прийняття фінансових рішень та уникнути помилок у майбутньому.	Моделювання конкретної життєвої ситуації на тему «Особиста фінансова безпека», «Податки» тощо.

В Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова протягом кількох років широко застосовується віртуальне навчальне середовище – Moodle, яке спеціально розроблене для створення онлайн-курсів викладачами. Кожна тема онлайн-курсу «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту» включає лекційний матеріал, завдання для семінарських занять: завдання, кейси, тести, домашні завдання, а також в курсі розміщені гіперпосилання на різні корисні ресурси. Гіперпосилання можна постійно оновлювати та доповнювати, що дозволяє постійно застосовувати актуальну інформацію. Всі елементи, що застосовуються, є інтерактивним ресурсом і сприяють кращому освоєнню матеріалу студентами.

Таким чином, застосування системи Moodle дозволяє вирішити низку проблем у вивченні курсу «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту» за рахунок можливості швидкого оновлення матеріалів курсу з урахуванням нововведень у законодавстві та фінансовій сфері, а також широких можливостей щодо наповнення курсу. Система дозволяє використовувати завдання різного рівня складності, гнучку систему оцінювання, враховувати індивідуальні особливості студентів, виявляти «прогалини» у знаннях та аналізувати результати. Застосування інтерактивних методів навчання у викладанні дисципліни «Фінансова грамотність та основи інвестиційного менеджменту» сприяють підвищенню ефективності освітнього процесу, активному залученню студентів до процесу навчання, кращому засвоєнню матеріалу та, як наслідок, досягненню ними високих результатів навчання і підвищення рівня фінансової обізнаності.

Список використаних джерел

1. Hasan M., Le T., Hoque A. How does financial literacy impact on inclusive finance? [Електронний ресурс] / Financial Innovation. 2021. Vol. 7. No. 1.– Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1186/s40854-021-00259-9
2. Prymostka L. et al. Integrated Evaluation of Financial Inclusion in Ukraine / Prymostka L., Krasnova I., Prymostka O., Biloshapka V., Lavreniuk A. Фінансово-кредитна діяльність: проблеми науки та практики [Електронний ресурс] / 2021. № 2. С. 62–71.– Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.18371/ fcaptp.v2i37.229696
3. Бонд Р. Фінансова грамотність та обізнаність в Україні: факти та висновки [Електронний ресурс] / Роберт Бонд, Олексій Куценко, Наталя Лозицька [FINREP, Проект розвитку 13 фінансового сектору]. Київ, грудень 2010 року. 40 с.– Режим доступу до ресурсу: http://www.finrep.kiev.ua
4. Кізима Т.О. Методика викладання фінансової грамотності: навч. посіб. / Т.О. Кізима, В.В. Письменний, С.Л. Коваль, Н.І. Карпишин та ін.; за ред. д.е.н., професора Кізими Т.О. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2017. 200 с.
5. СмовженкоТ.С. Фінансова грамотність. Фінанси. Що? Чому? Як?: навчальний посібник / авт. кол.; К., 2019. 272 с.
6. Стратегія Національного банку України до 2025 року: фокус на активізацію економічного зростання та цифровізацію [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/ua/news/all/strategiya-natsionalniy-bank-do-2025-roku-fokus-na-aktivizatsiyu-ekonomichnogo-zrostannyata-tsifrovizatsiyu

Школьний О.В.
доктор пед. наук, професор,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

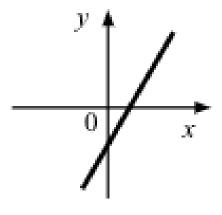
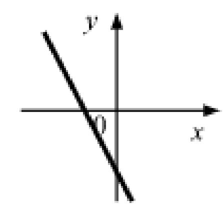
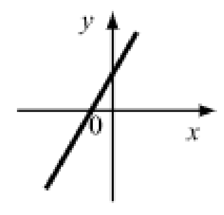
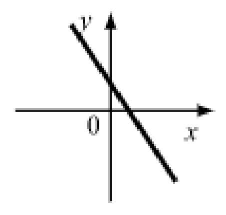
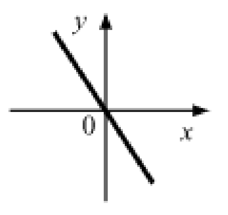
ТИПОВІ ЗАДАЧІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО ЗНО З МАТЕМАТИКИ: ЛІНІЙНА І КВАДРАТИЧНА ФУНКЦІЇ

Актуальність досліджень, присвячених методиці підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) якості знань з математики нині не викликає сумнівів. Олександр та Олена Школьні разом із Юрієм та Ліліаною Захарійченко протягом майже 20 років активно працюють у цьому напрямку. Теоретичні основи та окремі практичні аспекти такої підготовки до ЗНО з математики висвітлено в монографії [1], а для реалізації пропонованої методики ми використовуємо навчальні посібники [2]-[4]. Цією доповіддю ми продовжуємо серію публікацій, присвячених типовим задачам, які ми вважаємо корисними під час підготовки до незалежного тестування з математики.

Курс шкільної математики під час систематизації знань і вмінь у процесі підготовки до ЗНО нами розбито на 10 тематичних блоків (розділів): «Числа і вирази», «Функції», «Рівняння», «Нерівності», «Текстові задачі», «Елементи математичного аналізу», «Планіметрія», «Стереометрія», «Координати і вектори», «Елементи стохастики». Така послідовність вивчення матеріалу зумовлена ідеєю спірального повторення: кожен новий тематичний блок використовує матеріал більшості попередніх блоків. Це дозволяє постійно повторювати попередній матеріал і не дає його забувати при переході до нового тематичного блоку.

Розділ «Функції та їх графіки» можна повторювати по-різному. Нами було апробовано два приблизно рівноцінні підходи. За першим із них спочатку вивчаються загальні властивості функцій, потім властивості основних елементарних функцій, а на завершення розглядається побудова графіків методом геометричних перетворень. За другим підходом розділ розбивається на підтеми «Лінійна та квадратична функції», «Степенева функція», «Показникова та логарифмічна функція» та «Тригонометричні функції». Обидва підходи добре себе зарекомендували під час практичної реалізації. Тут оберемо другий із них і розглянемо дві типові задачі підтеми «Лінійна та квадратична функції», подані в двох різних формах тестових завдань – із альтернативами та з короткою відповіддю.

<u>Задача 1.</u> Укажіть рисунок, на якому *може* бути зображений ескіз графіка функції $y = -3x + 4$.

А	Б	В	Г	Д
				

Розв'язання. Дана функція є лінійною. Її кутовий коефіцієнт $k = -3$, отже, ця функція є спадною. При $x = 0$ значення $y = 4$, тому точка перетину з віссю ординат $(0; 4)$. Цим двом вимогам, очевидно, задовольняє лише графік функції з альтернативи **Г**.

Методичний коментар. Лінійна та квадратична функції є одними з найбільш затребуваних у практичних застосуваннях, тому важливо добре розуміти їх властивості залежно від параметрів. Дана задача сприяє перевірці сформованості розуміння учнями залежності виду графіка лінійної функції від знаків їх параметрів. Учителю важливо звернути увагу на те, що при додатному кутовому коефіцієнті лінійна функція зростає, а при від'ємному – спадає. Вільний член у формулі лінійної функції є ординатою точки перетину її графіка з віссю *Oy*. За цими відомостями встановити вид графіка даної функції стає зовсім просто.

Задача 2. Знайдіть *найбільше* значення функції $y = -2x^2 + 8x + 1$.

Розв'язання. Дана функція є квадратичною. Її графіком є парабола вітками донизу, $a = -2 < 0$. Тому ця функція досягає свого найбільшого значення у вершині. Знайдемо абсцису вершини: $x_0 = -\frac{b}{2a} = \frac{-8}{-4} = 2$. Знайдемо ординату вершини: $y_0 = -2 \cdot 4 + 8 \cdot 2 + 1 = 9$. Отже, шукане значення $y_{max} = \mathbf{9}$.

Методичний коментар. У багатьох учнів знаходження найбільшого та найменшого значення функції асоціюється виключно з використанням похідної. Однак, для окремих елементарних функцій це завдання можна розв'язати і без її використання. Зокрема, це стосується квадратичної функції. При підборі числових даних до цієї задачі варто зробити акцент саме на знанні властивостей функції, не перевантажуючи розв'язання технічно. Бо за умови використання, наприклад, дробових чисел учень може зробити технічну помилку і вчитель ніколи не дізнається, чому відповідь неправильна – учень не знає формули знаходження координат вершини чи не вміє правильно виконувати обчислення.

Під час підготовки до ЗНО з математики важливо звертати увагу учнів на суттєві особливості розв'язування задач кожної окремої теми шкільного курсу математики. Для цього варто серед усіх задач теми чи підтеми виокремити типові задачі та добитися від учнів уміння їх впевнено розв'язувати. Це дозволить у подальшому, спираючись на такі задачі, розвинути успіх, закріпити матеріал і добитися впевненості у власних силах у майбутнього учасника тестування.

Список використаних джерел

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. – 424с.
2. Повний курс математики в тестах. Енциклопедія тестових завдань: У 2 ч. Ч. 1: Різнорівневі завдання / Ю.О. Захарійченко, О.В. Школьний, Л.І. Захарійченко, О.В. Школьна. – 11 вид. – Х.: «Ранок», 2021.– 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. – 4 вид. – Х.: «Ранок», 2020.– 192 с.

4. Сучасна підготовка до ЗНО з математики / Ю.О. Захарійченко, О.В. Школьний, Л.І. Захарійченко, О.В. Школьна.– 2-ге вид., змін. і доповн. – Кам'янець-Подільський: «Аксіома», 2021. – 232 с.

Шляхтич В.І.
магістр,
Лешко Д.В.
магістр,
Яблонь Л.С.
доктор фіз.-мат. наук, професор,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

ІНТЕГРОВАНІ ЗАНЯТТЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ ПЕРЕВЕРНУТОГО НАВЧАННЯ ЯК ОДНІ ІЗ СУЧАСНИХ ФОРМ ВИКЛАДАННЯ

У зв'язку із стрімким науково-технічним розвитком, виникла потреба у розробці та застосуванні новітніх форм та методів викладання, які б стимулювали сучасних здобувачів освіти до навчання та допомогли здобути основні навички, якими повинна володіти кожна людина після закінчення закладу загальної середньої освіти. Ці навички є прописаними у Законі України «Про освіту» у ІІ розділі 12 статті, де особлива увага відведена тому, що після закінчення школи особистість повинна бути всебічно розвинена та готовою до самореалізації в житті [1]. Саме для цього потрібно сформувати такі важливі навички як самонавчання протягом життя та наявність цілісної картини світу. На жаль, застосовуючи тільки традиційні методи викладання сформувати ці компетентності важко.

Тому на допомогу приходить інтеграція знань, яка безпосередньо поєднує близькі за змістом теми різних навчальних предметів в єдине ціле і повинна будуватись на основі міжпредметних зв'язків [2]. Особливо актуальною дана методика є для предметів, які входять до природничого циклу. Однак, варто зазначити, що паралельно з нею потрібно використовувати і інші сучасні форми та методи викладання. Зокрема хочемо звернути увагу на таку форму викладання як перевернуте навчання, яка виникла досить недавно, однак, зважаючи на переорієнтацію освіти на повну онлайн чи змішану форми навчання, стає затребуваною серед вчителів. Слід зауважити, що застосування даної методики на практиці із дотриманням всіх норм та правил побудови такого навчання допоможе досягнути надзвичайно позитивних результатів і під час звичайного формату навчання [3].

Тому актуальним є питання систематизації та узагальнення наукової інформації з тем: «Інтеграція знань в освіті» та «Перевернуті заняття»; аналіз популярності перевернутих занять в загальній середній освіті.

Дослідження рівня застосування інтеграції знань і елементів перевернутого навчання в школах Прикарпаття та ставлення здобувачів загальної середньої освіти до такої форми викладання показало, що ці методи навчання поступово впроваджуються в школах, а більшість опитаних учнів (84 %) позитивно ставляться до даних методик.

Однак проаналізувавши відповіді на поставлене питання щодо полегшення процесу запам‘ятовування та осмислення навчального матеріалу при використанні вказаних вище методів навчання, на жаль, у здобувачів та деяких педагогів присутнє «хибно» сформоване уявлення про «перевернуте навчання». Якщо розглянути детальніше цю лінію, то однозначно можна стверджувати, що така картина спричинена недотриманням (або ж незнанням) основних правил, які потрібно враховувати для забезпечення ефективності навчання під час даної методики.

Тому, визначено основні правила використання елементів перевернутого навчання. Зокрема, домашнє завдання, яке повинні опрацювати учні, повинно бути доступним для них заздалегідь; врахування вчителем під час підготовки контенту для домашнього завдання освітніх та фізіологічних можливостей всіх учасників навчального процесу; наявність контролю з допомогою сучасних онлайн ресурсів за процесом виконання домашнього завдання; присутність наперед визначених годин, відведених для індивідуальних консультацій в синхронному та асинхронному режимі; забезпечення розуміння здобувачами завдань та мети домашнього завдання; присутність чітких, зрозумілих та доступних для кожного інструкцій до домашнього завдання; вказівка учням про те, що під час опрацювання теоретичних матеріалів було б доцільно занотовувати найважливіше (конспект, ментальна карта, хмара слів, нотатки); опрацювання здобувачами теоретичних ресурсів не повинно займати багато часу (5-10 хв), а також повинно бути доступним, легким та цікавим за рівнем інформаційного навантаження [4].

Таким чином, з‘ясовано, що застосування інтеграції знань та елементів перевернутого навчання на практиці із дотриманням всіх норм та правил його побудови допоможе досягнути надзвичайно позитивних результатів у самонавчанні учнів (зокрема, при викладанні дисциплін природничого напрямку) та виховувати здобувачів, які зможуть успішно самореалізуватись у житті.

Список використаних джерел

1. Закон України про освіту [Електронний ресурс] / Портал Верховної ради України – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19.
2. Мельничук С.Г., Радул О.С., Довга Т.Я., Омельяненко С.В. Короткий термінологічний словник з педагогіки. Кіровоград, 2004. 36 с.
3. Перевернуте навчання. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://phys.ippo.kubg.edu.ua/?page_id=517.
4. Методичний електронний журнал «На Урок» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://naurok.com.ua/post/model-navchannya-perevernutiy-klas-zminyuemo-osvitniy-proces.

Ящук К.І.
аспірантка,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ОГЛЯД ПРОБЛЕМАТИКИ ДИСЕРТАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ТЕОРІЇ І МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ПЕРШОГО ДЕСЯТИЛІТТЯ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Постановка проблеми. Згідно паспорту спеціальності 13.00.02 Теорія і методика навчання (математика), одним із напрямів досліджень за цією спеціальністю є розвиток теорії та методики навчання математики в Україні. Ми проаналізували дисертаційні дослідження розвитку теорії та методики навчання математики в Україні, які захищені за вказаною спеціальністю починаючи з другої половини XX століття. Це дисертації П.М.Глушкова (1952), О.Ф.Хічій (1960), В.Н.Боровик (1970), П.Ф.Данилюк (1971), Л.В.Кузьмич (1998). Вважаємо, що необхідність вивчення історії методики навчання математики обумовлена нині не лише зростаючим інтересом українського суспільства до формування вітчизняного методичного досвіду, але й внутрішньою потребою самої української методичної науки.

Аналіз останніх досліджень. У докторській дисертації В.Г.Бевз «Історія математики як інтеграційна основа навчання предметів математичного циклу у фаховій підготовці майбутніх учителів» (2007) науково обґрунтовано і розроблено концепцію вивчення і використання історії математики як інтеграційної основи навчання предметів математичного циклу; висвітлено методичну систему окремих математичних галузей та запропоновано варіант такого комплексу. У кандидатській дисертації Т.Годованюк «Методика індивідуального навчання історії математики студентів педагогічних університетів» (2009) теоретично та експериментально обґрунтована система індивідуального навчання історії математики у педагогічних університетах та розроблено її методичне забезпечення. Професор В.О.Швець у книзі «Під знаком інтеграла» підготовленій до 70-річного ювілею кафедри математики і теорії та методики навчання математики педагогічного університету імені М.П.Драгоманова, описує історію розвитку методичної науки на кафедрі та подає розгорнуті історичні нариси про науково-педагогічну діяльність завідувачів кафедри, корифеїв української методики навчання математики.

Мета даної статті проаналізувати, які проблеми досліджувалися в Україні у дисертаціях з теорії і методики навчання математики в 2000 - 2010 роках.

Виклад основних результатів. Аналіз тематики дисертаційних досліджень виконаних в Україні в останнє десятиліття XX століття дозволяє стверджувати про увагу науковців до різних проблем організації ефективного навчання математики в школі. З проаналізованих нами 35 дисертацій зі спеціальності 13.00.02. Теорія і методика навчання математики першого десятиліття незалежності України виокремимо наступну проблематику:

- <u>пропедевтика навчання математики в 5-6 класах:</u> «Диференційоване навчання математики учнів 5-6 класів основної школи» (В.Я.Забранський), «Екологічне виховання учнів при вивченні математики в 5-7 класах загальноосвітньої школи»

(В.В.Коваль), «Система диференційованих вправ з логічним навантаженням як засіб розвитку логічного мислення учнів 5-6 класів при вивченні математики» (І.А.Акуленко), «Методична система навчання учнів 5-6 класів елементів геометрії» (Н.В.Гібалова);

- навчання учнів алгебри в основній та старшій школі: «Формування обчислювальних навиків і умінь учнів 7-8 класів по алгебрі» (А.К.Цорієва), «Систематизація та узагальнення математичних знань учнів при вивченні алгебраїчних структур» (О.В.Бич), «Розвиток продуктивного мислення при вивченні алгебри і початків аналізу» (С.П.Семенець), «Вивчення алгебри і початків аналізу в професійно-технічних училищах в умовах впровадження освітнього стандарту» (О.Є.Волянська), «Використання обчислювального експерименту для формування математичних уявлень учнів в курсі «Алгебра і початки аналізу» (Т.О.Олійник);
- навчання учнів геометрії в основній та старшій школі: «Формування в учнів 7-9 класів загальних геометричних умінь» (М.Я.Ігнатенко), «Організація групової навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів на уроках геометрії» (І.Я.Василенко), «Формування в учнів 7-9 класів умінь узагальнювати геометричні знання» (А.О.Розуменко), «Вивчення рухів фігур в курсі геометрії школи ІІ ступеня» (Матяш О.І.), «Вивчення елементів стереометрії в курсі математики основної школи» (Л.Г.Філон), «Формування геометричних умінь старшокласників шкіл (класів) гуманітарного профілю» (С.В.Іванова);
- міжпредметні зв'язки та прикладна спрямованість навчання математики в школі: «Єдиний підхід до вивчення величин в курсах математики і фізики основної школи» (В.В.Михеєв), «Методика розв'язування геометричних і фізичних задач з використанням елементів тригонометрії в шкільному курсі математики» (В.Г.Опанасенко), «Реалізація професійної спрямованості викладання математики в професійно-технічних училищах сільськогосподарського профілю (на прикладі спеціальності «Тракторист-машиніст широкого профілю»)» (М.В.Миронюк), «Формування вмінь студентів розв'язувати прикладні задачі при навчанні математики в коледжах економічного профілю» (Г.Я.Дутка);
- загальна методика навчання математики в школі: «Активізація пізнавальної діяльності в умовах лекційно-практичної системи навчання математики в школі» (Н.А.Тарасенкова), «Задачі як засіб контролю й оцінювання математичних знань і розвитку учнів» (Л.Б.Шалева), «Інтелектуальні тренажери і методика їх використання у викладанні математичних дисциплін» (І.М.Забара), «Методика організації узагальнення і систематизації знань і вмінь учнів при навчанні математики» (Л.Я.Федченко), «Організація навчально-виховного процесу на уроках математики в класах з поглибленим вивченням предмета основної школи» (С.Є.Яценко).

У порівнянні з попереднім десятиріччям зросла увага дослідників до проблем пропедевтики навчання математики в 5-6 класах, загальної методики навчання математики в школі. У період 1990-2000 років активно велися дослідження щодо міжпредметних зв'язків та прикладної спрямованості навчання математики. Значна увага приділялася дослідженням використання нових інформаційних технологій на уроках математики в школі: «Використання нової інформаційної технології при викладанні математики в старших класах середньої школи» (А.В.Пеньков), «Вплив нової інформаційної технології на практичну значимість результатів навчання математики в старших класах середньої школи» (Ю.В.Горошко), «Методика вивчення елементів теорії границь числових последовностей на основі використання НІТ» (В.В.Дровозюк), «Вивчення стереометрії в старшій школі в умовах використання нової інформаційної технології» (Н.В.Кульчицька), «Використання НІТ для розвитку розумової діяльності учнів 7 класів середньої школи при вивченні математики» (О.Б.Жильцов), «Розвиток пізнавальної активності учнів в процесі навчання алгебри і початків аналізу на основі НІТ» (М.С.Головань).

У порівнянні з попереднім десятиріччям також зросла увага дослідників до проблем методичної підготовки майбутніх учителів математики: «Наступність у побудові методичних систем навчання математики в школі та педвузі» (В.І.Шавальова), «Система навчання алгебри в школах, ліцеях і гімназіях фізико-математичного профілю при педагогічних вузах» (В.М.Козира), «Професійна спрямованість викладання математичного аналізу в умовах диференційованої підготовки вчителя математики» (О.П.Томащук), «Елементи дискретної математики в професійній підготовці вчителя» (Н.М.Войнолович).

У період 1990-2000 років захистили кандидатські дисертації українські математики-методисти, які згодом започаткують відомі методичні школи, підготують значну кількість дослідників теорії та методики навчання математики: Н.А.Тарасенкова «Активізація пізнавальної діяльності в умовах лекційно-практичної системи навчання математики в школі» (1991), О.І.Матяш «Вивчення рухів фігур в курсі геометрії школи ІІ ступеня» (1995). У 1997 році була захищена докторська дисертація з теорії і методики навчання математики Миколою Яковичем Ігнатенком на тему «Методологічні та методичні основи активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики». У цій докторській дисертації розроблено методологічні та методичні основи активізації навчально пізнавальної діяльності учнів при вивченні математики в старшій школі; застосовано системно-структурний підхід до визначення змісту понятійного апарату; теоретично та експериментально обґрунтовано концепцію активізації навчально-пізнавальної діяльності, реалізація якої сприяє підвищенню рівня загального і математичного розвитку учнів; презентовано методичну систему активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів з урахуванням особливостей взаємозв’язку базових її компонентів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Маємо значну кількість методичних ідей, наукових розробок, практичних рекомендацій удосконалення шкільної математичної освіти, сучасний науковий аналіз яких, у контексті розбудови Нової української школи, на нашу думку, є актуальним. Серед очікуваних результатів нашого дослідження курс історії методики навчання математики для майбутніх учителів математики, з ґрунтовним аналізом тенденцій розвитку теорії і методики навчання математики в Україні та за кордоном.

Список використаних джерел

1. Репозитарій НПУ імені М.П.Драгоманова [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://enpuir.npu.edu.ua/

2. Бевз В. Г. Історія математики у фаховій підготовці майбутніх учителів: Монографія / Бевз В. Г. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. 2005. 360 с.

3. Під знаком інтеграла: до 70-річного ювілею кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М. П. Драгоманова / Упорядник В. О. Швець. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. 92 с.

Секція
Сучасні комп'ютерні технології в освіті та науці

Войтович І.С.
доктор пед. наук, професор,
Войтович В.І.
викладач,
Рівненський державний гуманітарний університет

ПІДГОТОВКА ПЕДАГОГІВ ДО РОБОТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Постановка проблеми. Під дистанційним навчанням розуміють таку організацію освітнього процесу, під час якої викладач розробляє навчальну програму, що базується переважно на самостійному навчанні студента. Активний розвиток дистанційної освіти сприяв появі нових педагогічних проблем, а саме: організації навчального процесу, форм і методів надання навчальних матеріалів.

Короткий аналіз останніх досліджень, на які спирається автор. Були проведені дослідження використання дистанційних курсів у кількох країнах, які вказують на те, що цей формат навчання є потенційно цікавим для студентів [2]. Українські студенти та викладачі обирали безкоштовні відкриті системи набагато частіше, ніж студенти та педагоги з інших країн [1].

Формулювання мети та завдань дослідження. Метою нашого дослідження був пошук шляхів впровадження технологій дистанційного навчання та підготовка педагогів до практичного застосування технологій дистанційного навчання на прикладі системи дистанційного навчання Moodle.

Виклад основних результатів з обґрунтуванням. Враховуючи досвід викладання, дистанційний курс має містити такі компоненти:

- опис курсу (силабус), який містить відомості про автора курсу, опис зв'язку даної дисципліни з іншими дисциплінами освітньо-професійної програми, перелік компетентностей, результати навчання, змістові модулі та теми, оцінювання та розподіл балів;
- опорні конспекти лекцій, відеолекції;
- завдання до практичних, семінарських, лабораторних робіт;
- методичні вказівки до самостійного опрацювання матеріалу з розробленого дистанційного курсу;
- тести поточного контролю навчальних досягнень студентів підсумковий залік;
- перелік рекомендованих ресурсів із посиланнями на репозитарій навчального закладу та зовнішні відкриті освітні ресурси.

Таким чином, дистанційний курс є одним із способів представлення матеріалів навчально-методичного комплексу дисципліни в електронному вигляді. Крім того, електронні навчальні курси вигідно використовувати під час навчання студентів заочної та денної форми навчання в дистанційній формі.

Впровадження дистанційного навчання у ЗВО України здійснюється переважно на базі LMS MOODLE. Для адміністрування платформи дистанційної освіти достатньо одного адміністратора на заклад вищої освіти, і адміністратори повинні бути призначені на кожному факультеті/інституті для консультування та зв’язку як зі здобувачами, так і з викладачами в системі дистанційної освіти.

З метою підготовки педагогів до роботи в системі дистанційної освіти нами розроблено та впроваджено тренінг «Створення дистанційних курсів на платформі Moodle» з організації роботи в системі дистанційної освіти, який включає такі теми:

Тема 1. Дистанційний курс. Структура дистанційного курсу. Налаштування параметрів дистанційного курсу.

Тема 2. Робота з меню «Додати ресурс».

Тема 3. Робота з меню «Додати діяльність».

Тема 4. Організація тестового контролю знань студентів.

Тема 5. Реєстрація користувачів на дистанційний курс. Робота з групами.

Тема 6. Журнал обліку дистанційних оцінок

Тема 7. Управління файлами в системі дистанційної освіти.

За результатами опитування учасників тренінгу, 78,6% залишилися задоволені курсом, 7,1% не відчули від нього видимого ефекту. Інші 14,3% викладачі спочатку не пройшли повний курс у встановлений термін і були незадоволені як їхніми результатами, так і програмою курсу. Нами запропоновано повторити тренінг, що згодом змінило ставлення до тренінгу на позитивне. Наразі тренінгом скористалися викладачі ряду ЗВО України, які створили свої власні курси відповідно на своїх платформах.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином було доведено, що для успішного впровадження дистанційного навчання в освітній процес закладів освіти необхідно забезпечити підготовку педагогів до якісного впровадження принципів дистанційного навчання, формувати в них уміння використовувати різні форми навчання в сучасних умовах, зокрема використовувати інформаційне середовище закладів освіти.

Список використаних джерел

1. Fidalgo, P., Thormann, J., Kulyk, O. et al. (2020). Students’ perceptions on distance education: A multinational study. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 17, 18.
2. Gonçalves, V., Chumbo, I., Torres, E., & Gonçalves, B. (2016). Teacher education through MOOC: A case study. In ICERI2016 Proceedings. 8350–8358.

Галецький С.М.
кандидат пед. наук, доцент,
Національний університет «Острозька академія»
Туржанська О.С.
кандидат пед. наук, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського
Галецька Т.І.
кандидат економ. наук, доцент,
Національний університет «Острозька академія»

НАВЧАЛЬНИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ У СИСТЕМІ MAXIMA ЯК ЕЛЕМЕНТ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Сучасна цифрова трансформація та цифровізація освіти України визначально впливає на характер наукових досліджень, культуру та освіту. Це зумовлює прямий вплив на зміст освіти і, як наслідок, на зміну форм і методів навчання [1]. У Національній доповіді «Про стан і перспективи розвитку освіти в Україні» [6] одним із напрямів цифровізації освіти України є насичення науково-освітнього простору комп'ютерно орієнтованими засобами, електронними освітніми ресурсами. Одним із напрямів впровадження комп'ютерно орієнтованих засобів в освіту є використання математичних середовищ у навчанні математики як засобу саморегуляції знань молоді.

Зазначимо, що останнім часом у вищій школі спостерігається зменшення кількості аудиторних годин та збільшення ролі самостійної роботи студентів, дистанційного навчання. За таких умов, одним із перспективних напрямів навчання вищої математики є використання систем комп'ютерної математики, зокрема для створення навчальних тренажерів.

Теоретичними основами дослідження є: – концепція цифрової трансформації та цифровізації освіти в Україні (М. І. Жалдак [7], В. Г. Кремень [6], В. Ю. Биков [1], Н. В. Морзе [2]);

- теоретичні та практичні аспекти комп'ютерно орієнтованих засобів візуалізації навчального контенту у вищій школі (О. В. Семеніхіна [9], В. М. Михалевич [4], О. І. Тютюнник [5], В. І. Клочко [3]).

Використання комп'ютерних програм математичного призначення при викладанні курсу вищої математики у педагогічному університеті розглядалось нами у роботі [8].

Метою роботи є висвітлення технологій створення навчального тренажера у середовищі Maxima для геометричного зображення комплексних чисел.

Під навчальним тренажером розв'язування математичних задач розуміємо прикладне програмне середовище, що призначене для автоматизації етапів розв'язання задач з наявністю текстового коментаря.

Постановка задачі: зобразити на комплексній площині число $z = a + i \cdot b$.

Пропонується навчальний тренажер в системі комп'ютерної математики Maxima, який призначений для покрокового відтворення розв'язування вказаної задачі.

Тренажер для геометричного зображення комплексних чисел представлений відповідним алгоритмом у програмі Maxima:

z:a+b*(%i) (задати комплексне число);

realpart (z) (виділити дійсну частину комплексного числа);

imagpart(z) (виділити уявну частину комплексного числа);

arg(z) (обчислити головне значення аргументу комплексного числа);

arg(z)·180/(%pi), numer (знайти у градусах кут між віссю абсцис та вектором);

load(“draw”) (завантажити пакет “draw” для зображення комплексних чисел);

wxdraw2d(xrange, yrange, head_lengh, head_angle) (зобразити вектор),

де xrange, yrange – відрізки на осях абсцис та ординат, в межах яких відображається вектор;

head_lengh – модуль комплексного числа;

head_angle – кут між віссю абсцис та вектором.

Навчальний тренажер для геометричного зображення комплексних чисел протестований на конкретних прикладах. Розглянемо один із них.

Приклад. Зобразити на комплексній площині число $z = 5 + 2 \cdot i$.

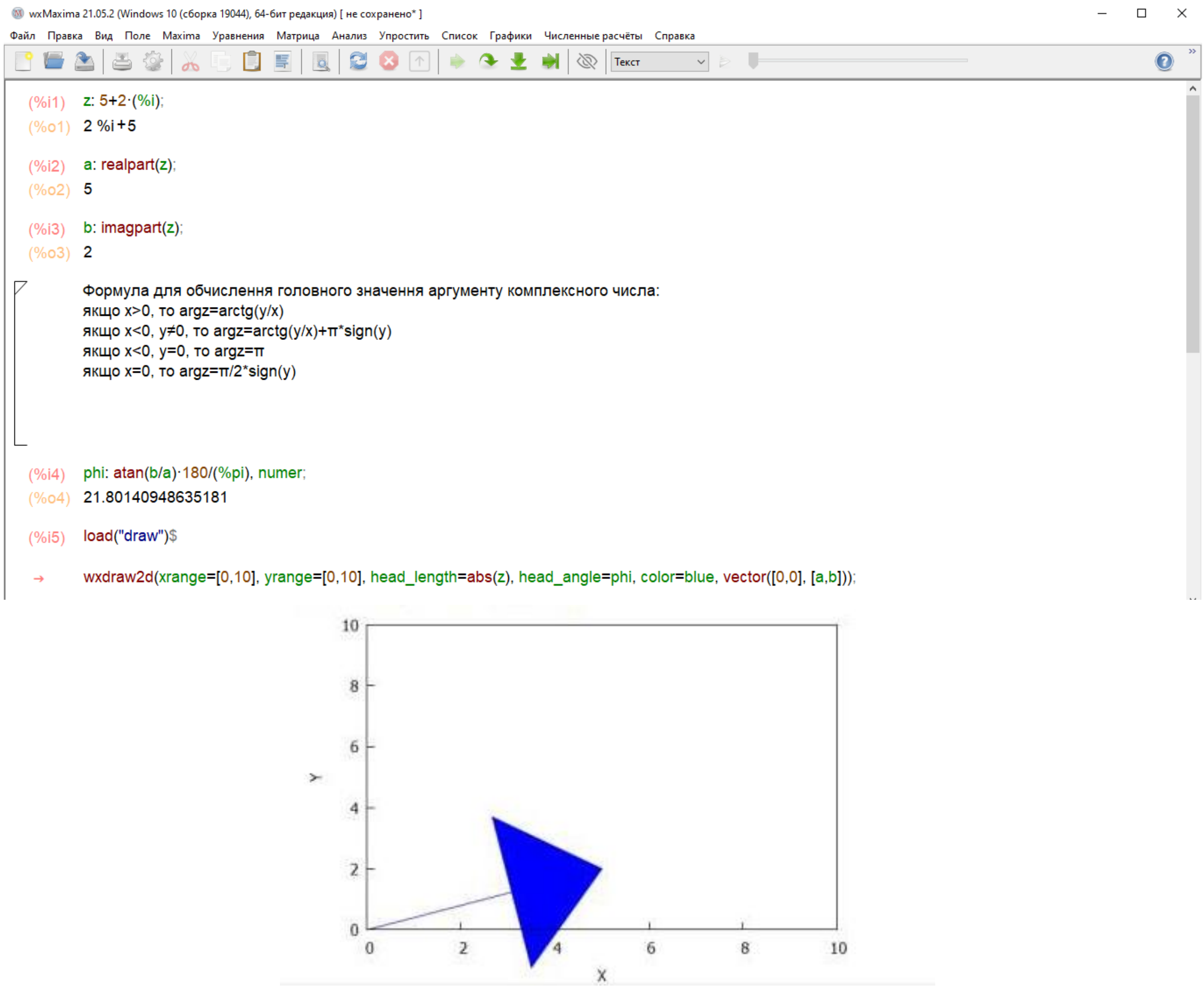


Рис. 1. Копія екрана навчального тренажера в Maxima щодо геометричного зображення числа $z = 5+2 \cdot i$

Отже, навчальні тренажери у математичних середовищах використовують у навчанні математики у двох основних напрямках: як засіб подання, ілюстрації навчального матеріалу та як засіб розв’язування задач, дослідження математичних моделей.

Використання навчальних тренажерів у програмних середовищах для навчання математики сприяє інтеграції інформатики та математики, саморегуляції математичних знань молоді, підвищенню їхньої інформатичної та математичної культури.

Список використаних джерел

1. Биков В. Ю., Спірін О. М., Пінчук О. П. Проблеми та завдання сучасного стану інформатизації освіти. Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики. 2017. С. 191-198.
2. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Бойко М. А. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Том 77, №3. С. 1-22.
3. Клочко В. І., Кирилащук С. А. Вища математика з комп’ютерною підтримкою. Теорія функцій комплексної змінної : навч. посіб. Вінниця, 2010. 128 с.
4. Михалевич В.М., Крупський Я.В. Розвиток системи Maple у навчанні вищої математики майбутніх інженерів механіків : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2013. 236 с.
5. Михалевич В.М., Матвійчук В.А., Тютюнник О.І. Електронний ресурс в середовищі Maple як елемент дистанційного навчання у процесі опанування методом числового інтегрування: матеріали міжнародної науково-методичної інтернет-конференції «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності», 1-3 червня 2020 р. Вінниця, 2020. С. 36-42.
6. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні: монографія / Нац. акад. пед. наук України; за заг.ред. В. Г. Кременя. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 384 с.
7. Теоретико-методологічні засади інформатизації освіти та практична реалізація інформаційно-комунікаційних технологій в освітній сфері України : монографія / В. Ю. Биков, О. Ю. Буров, А. М. Гуржій, М. І. Жалдак, М. П. Лещенко, С. Г. Литвинова, В. І. Луговий, В. В. Олійник, О. М. Спірін, М. П. Шишкіна. Київ : Компринт, 2019. 214 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://lib.iitta.gov.ua/718652/
8. Туржанська О. С. Використання комп’ютерних програм математичного призначення при викладанні курсу вищої математики у педагогічному університеті Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2018. Вип. 50. С. 394-398.
9. Drushlyak M. G., Semenikhina O. V., Proshkin V. V., Kharchenko S. Y., Lukashova T. D. Methodology of formation of modeling skills based on a constructive approach (on the example of GeoGebra). CEUR Workshop Proceedings. 2021. Vol. 2879. P. 458-472.
10. Kiv A., Shyshkina M., Semerikov S., Striuk A., Striuk M., Shalatska H. CTE 2019 - When cloud technologies ruled the education [Електронний ресурс] / CEUR Workshop Proceedings. 2020. P. 1–59. – Режим доступу до ресурсу: http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper00.pdf.

Гончаренко Я.В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Сергійко Д. М.
студентка,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ОЗНАЙОМЛЕННЯ З МОЖЛИВОСТЯМИ МАТЕМАТИЧНИХ БІБЛІОТЕК PYTHON ЯК ОДНЕ З ЗАВДАНЬ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ

Навчальними планами підготовки студентів освітнього рівня «бакалавр» спеціальностей 111 Математика та 014 Середня освіта (математика) в НПУ імені М.П. Драгоманова передбачена обчислювальна практика. Організація і проведення обчислювальної практики повинні сприяти:

- поглибленню і закріпленню здобутих за час навчання теоретичних і практичних знань з математичного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії;
- набуттю студентами вмінь та навичок використання систем комп'ютерної математики, використання та розробки програмного забезпечення, орієнтованого на розв'язання задач обчислювальної математики;
- поглибленню знань та удосконаленню навичок використання інформаційних технологій у навчальному процесі;
- розвитку логічного мислення студентів, підвищенню рівня їх математичної і обчислювальної культури.

При вирішенні завдання використання та розробки програмного забезпечення для розв'язання математичних задач, на нашу думку, одним найкращих середовищ програмування є Python.

Python є універсальною мовою програмування, за допомогою якої можна вирішувати велику кількість задач: від веб-розробки до наукових обчислень. Особливістю Python є велика кількість бібліотек, які суттєво спрощують розв'язання окремих класів завдань. Математичні бібліотеки Python за простотою використання порівнянні з кращими зразками систем комп'ютерної математики (Maple, Mathematika тощо). В той же час Python э мовою програмування, що надає широкі можливості для створення програмних кодів.

Дана робота присвячена огляду деяких бібліотек Python, які використовуються при розв'язання математичних задач. Вміння використовувати саме ці бібліотеки, на нашу думку, доцільно формувати під час обчислювальної практики студентів математичних спеціальностей.

Бібліотека **Numpy** Python. Містить інструменти для чисельних обчислень, обчислення значень математичних функцій, дії з матрицями, векторами та масивами даних, перетворення Фур'є, генератори випадкових чисел.

Matplotlib – графічна бібліотека Python, за допомогою якої можна створювати статичні, анімовані або інтерактивні візуалізації даних.

Pandas – бібліотека для аналізу великих наборів даних. Численні вбудовані методи дозволяють генерувати, групувати, індексувати, отримувати, розділяти, реструктурувати дані, фільтрувати набори даних, створювати та аналізувати одновимірні та багатовимірні таблиці.

SciPy – це розширення NumPy, яке додає інструменти для вирішення математичних задач, зокрема:

- scipy.special – спеціальні функції для вирішення задач математичної фізики;
- scipy.integrate – функції для чисельного інтегрування звичайних диференціальних рівнянь
- scipy.optimize – алгоритми оптимізації (задачі математичного програмування);
- scipy.interpolate – методи інтерполяції;
- scipy.fft – перетворення Фур'є;
- scipy.linalg – операції лінійної алгебри. Аналогічні модулі є в NumPy, але в SciPy їх кількість та функціонал розширені;
- scipy.sparse.csgraph – методи для роботи з графами;
- scipy.stats – методи для статистичних розрахунків.

SymPy – бібліотека для виконання символьних обчислень. SymPy включає різноманітні функції, зокрема: символьну арифметику та алгебру, комбінаторику, дискретну математику, геометричні модулі, елементи статистики та криптографії. Результати обчислень в SymPy можна форматувати як код LaTeX.

Представимо приклад програми, розробленої з використанням наступних бібліотек та функцій Python:

- Бібліотека NumPy:
  - $np.array$ – задання масиву (матриці);
  - $np.cross$ – обчислення векторного добутку двох векторів у тривимірному просторі;
  - $np.dot$ – обчислення скалярного добутку двох масивів (у нашому випадку – векторів);
  - $np.linalg.norm$ – обчислення норми масиву (тобто, довжини вектора).
- Бібліотека MatPlotLib:
  - $plt.figure$ – відображення поля найвищого рівня, таке собі тла, на якому малюється графік;
  - $fig.add\_subplot$ – додавання області графіка до новоствореного тла;
  - $plt.show$ – функція ввімкнення відображення сітки.
- Бібліотека Tkinter: було використано ряд функцій для задання та форматування вікон, робочих областей, кнопок тощо.

  Створена програма дозволяє вирішувати наступні завдання:

  - ввести координати чотирьох точок в тривимірній декартовій системі координат;
  - визначити чи лежать задані точки в одній площині;
  - обрати один з двох об'єктів: паралелепіпед або піраміду, що визначаються даними точками;
  - обчислити об'єм обраного тіла;
  - знайти координати векторів напрямку бічних ребер та координати центру мас;
  - обчислити довжини бічних ребер, площі бічних граней, довжини висот, кути між бічними ребрами;

- побудувати тіло в тривимірній декартовій системі координат.

На рис. 1 та 2 представлені результати роботи програми.

Зазначимо, що дана програма була підготована під час ознайомлення з можливостями Python на гуртку з комп'ютерної математики.

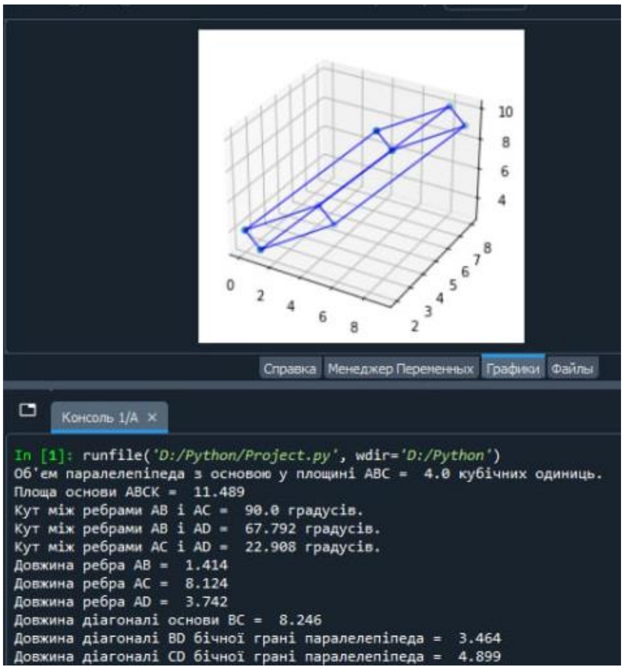


Рис.1.

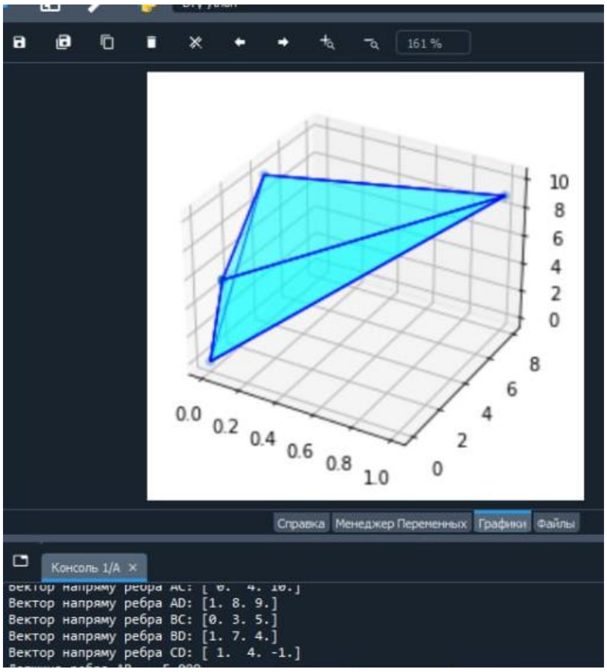


Рис.2.

Виходячи з досвіду використання мови програмування Python та навчання студентів елементів програмування в Python для розв'язання математичних задач, можна зробити наступні висновки: використання Python під час обчислювальної практики студентами математичних спеціальностей є доцільним і, поряд з ознайомленням з можливостями деяких систем комп'ютерної математики та ППЗ спеціального призначення, має ряд переваг. До таких переваг можна віднести:

- сучасність, поширеність та динамічність Python, великий набір постійно оновлюваних бібліотек;
- широкі функціональні можливості, які дозволяють відносно просто автоматизувати розв'язання найрізноманітніших математичних задач;
- відносну простоту в засвоєнні принципів написання коду;
- безкоштовність;
- можливість формувати навички програмування мовою високого рівня, використовуючи наявні, а також розширюючи та поглиблюючи математичні знання студентів.

Список використаних джерел

1. Python Software Foundation. The Python Tutorial [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://docs.python.org/3/tutorial/index.html
2. Python Software Foundation. Python 3.7.12 documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://docs.python.org/3.7/
3. Lutz M. Learning Python, 5th Edition. – O'Reilly Media Inc., 2013. – 1648 p.

Єфименко В.В.
кандидат пед. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

Анотація: В статті розглядається проблема пошуку нових підходів до удосконалення змісту, форм, методів та засобів навчання. Використання мережевих технологій дозволяє будувати гнучкі стратегії навчання, вводити інновації для його підтримки.

Ключові слова: цифрові компетенції, електронне навчання, технології Web 2.0, мережеві інформаційні технології.

Глобалізаційні процеси, що відбуваються по всьому світу, технологічні та демографічні зміни, а також інші трансформації, збільшують попит на високий рівень володіння навичками і одночасно вимагають нових, більш широких наборів навичок. Можливість одержати освіту в іншій країні є складовою частиною інтернаціоналізації взаємин між країнами та людьми. Одержання освіти в інших регіонах і країнах стало своєрідною відповіддю молодих людей на розуміння ними глобальних питань, проявом їхньої зацікавленості в підготовці себе до життя та роботи у взаємозалежному світі..

В нашій країні відбувається постійна модернізація освіти. Ключова реформа Міністерства освіти і науки це створення школи, в якій буде приємно навчатись і яка даватиме учням не тільки знання, а й уміння застосовувати їх у повсякденному житті. Для цього постійно проводиться робота як на законодавчому рівні, так і практична, психологічна, методична допомога вчителям, які працюють в умовах реалізації Концепції нової української школи.[1]

Перелік ключових компетентностей та наскрізних умінь, закладений в Державний стандарт, базується на «Рекомендаціях Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя». Інформаційно-комунікаційна компетентність, передбачає впевнене, критичне і відповідальне використання цифрових технологій для власного розвитку і спілкування; здатність безпечно застосовувати інформаційно-комунікаційні засоби в навчанні та інших життєвих ситуаціях, дотримуючись принципів академічної доброчесності. [2] Альтернативи цифровій компетенції особистості сьогодні у світовому освітянському просторі просто не існує.

Використання комп`ютерів та мережі Інтернет роблять навчання більш ефективним та цікавим. Вони є засобом наочності і виразності навчальних матеріалів, збільшення темпу уроку, самостійного вивчення, інтерактивної взаємодії учнів, організації досліджень,сприяють розвитку пошукової активності учнів, збільшують якість інформативного простору, розвивають аналітико-синтетичне мислення, увагу. Дають можливість проводити цікаві інтегровані уроки, які спираються на інноваційні технології та особистісно-орієнтоване навчання.

З точки зору сучасної дидактики та психології оволодіння самим змістом курсу інформатики не веде автоматично до розвитку мислення чи дослідницьких умінь студентів. Необхідно сформувати таке вміння. Проблема вимагає пошуку нових підходів до удосконалення змісту, форм, методів та засобів навчання. Знання, що здобуваються студентами у ВНЗ, у переважній більшості випадків не є дієвими, оскільки випускник не вміє їх використовувати у конкретних ситуаціях.

Дослідницький підхід у навчанні – це розгляд кожного курсу, кожної теми курсу, кожного питання з точки зору дослідження.

Електронне навчання (e-Learning) в цифровому суспільстві знань забезпечує підтримку у створенні та підвищенні ефективності освітніх ресурсів, вносить значний внесок у стійкість та відкритість процесу навчання, його сталість, розширює можливості участі в ньому студентів. Застосування комп'ютерного навчання і сучасних засобів комунікації дозволяє посилити соціально - значущі мотиви: діловий, пізнавальний, співробітництва, самореалізації і розвитку, афіліації, самоствердження і комунікативності. Використання e-Learning дозволяє будувати гнучкі стратегії навчання, вводити інновації для його підтримки, але потребує невідкладної оцінки наявних знань і нових методів, підходів та інструментальних засобів.

Аналіз сучасної науково-методичної літератури дає змогу виділити такі основні сфери використання мережевих інформаційних технологій у формальному та неформальному навчанні як джерело даних та інформаційно-методичного забезпечення; як засіб організації і керування навчально-виховним процесом; як засіб покращення психолого-педагогічних умов навчальної діяльності; як засобу комунікації високого рівня; як засіб автоматизації проведення експерименту та обробки результатів; як засіб автоматизації процесів контролю і корекції результатів навчальної діяльності, тестування і діагностики; як засіб організації інтелектуального дозвілля. [3]

Важко переоцінити той величезний об'єм освітнього контенту, що зосереджений у Інтернет-технологіях Web 2.0: починаючи від освітніх порталів, статей у Вікіпедії і закінчуючи відеозаписами лекцій на YouTube з різних предметів від ведучих Вузів США, Англії та ін. (відеозаписи лекцій по хімії, фізиці та біології на YouTube Каліфорнійського університету в Берклі) [4].

Доступність технологій Веб розповсюджується на навчальний процес. Такі технології надають можливість студентам у виборі індивідуального виду навчання, дослідження. Вони передбачають спільні способи роботи та гарантії збереження авторських прав. Перевагою технології Веб є можливість індивідуалізації навчального процесу шляхом складання завдань та розширення діапазону знань із спеціальності та в середовищі Інтернет.

Упровадження в навчальний процес Веб технологій сприятиме якісній самостійній роботі, особливо в процесі впровадження кредитно-модульної системи, здійснення досліджень, а також закріплення навчального матеріалу, розширення та поглиблення знань. Все це сприяє індивідуалізації навчального процесу, робить його особисто орієнтованим.

Використання Веб-технологій в освітній діяльності має певні переваги та недоліки, проте за певних умов їх використання допомагає розв'язати соціальні та міжособистісні проблеми (дослідження, мовленнєва грамотність), когнітивні аспекти навчання (співпраця, публікації).

Список використаних джерел

1. Закон України про освіту [Електронний ресурс] Портал Верховної ради України – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19.

2. Державний стандарт базової середньої освіти від 30 вересня 2020 р. № 898. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898
3. Рамський Ю.С. Зміни в професійній діяльності вчителя в епоху інформатизації освіти// Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць/ Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – №5(12). – С. 10-12.]
4. Стеценко Г.В. Методика використання освітніх веб-ресурсів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики: автореф. дис… канд. пед. наук: 13.00.02 / Київ, 2010. — 19 с.

Development of digital competences of future teachers of mathematics, physics and informatics

Efimenko V.V.

Annotation: The article deals with the problem of finding new approaches to improving the content, forms, methods and means of teaching. The use of network technologies allows you to build flexible training strategies, introduce innovations to support it.

Key words: digital competences, e-learning, Web 2.0 technologies, network information technologies.

Зазимко Н.М.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Малежик П.М.
доктор пед. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ОСНОВНІ КОНЦЕПТИ ПРАКТИКО-ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В СИСТЕМІ НЕПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ

На нинішньому етапі впровадження компетентнісного підходу в освітньому процесі окремі педагоги продовжують навчати студентів дотримуючись традиційної методики і не поспішають використовувати нові сучасні методики навчання, що формують необхідні для сьогодення компетентності. В результаті такі фахівці, маючи необхідний рівень знань не можуть повною мірою реалізувати себе у професійній діяльності в наслідок чого їм доводиться необхідні уміння та навички розвивати вже в процесі практичної діяльності. Навчання в системі післядипломної освіти має виправляти такі перекоси впровадженням сучасних інноваційних педагогічних технологій.

Питання концептуальних засад підготовки учителів інформатики висвітлювали в своїх дослідженнях такі вчені, як І. С. Войтович, Ю. В. Горошко, М. І. Жалдак, Н. В. Морзе, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, С. О. Семеріков, О. В. Спірін, О. В. Струтинська, Ю. В. Триус, В. М. Франчук та інші. Наукові праці та розробки цих дослідників сприяли вдосконаленню технічної підготовки майбутніх учителів інформатики, формуванню в них технічної компетентності, проте поза увагою їх залишилося питання теоретичних і методичних засад технічної підготовки вчителів інформатики в системі післядипломної освіти [1,2].

Результати аналізу процесів, що відбуваються в сучасному інформаційному суспільстві та усвідомлення змін, які відбуваються в структурі професійної діяльності вчителя інформатики надали можливість створити основу для побудови концепції практико-технічної підготовки вчителів інформатики в умовах системи післядипломної освіти.

На нашу думку необхідно акцентувати увагу на ретельний аналіз і удосконалення змісту освіти та методик викладання навчальних дисциплін та на залучення слухачів до наукової та науково-методичної діяльності з проведенням різноманітних експериментальних досліджень, зокрема при опануванні змістом таких дисциплін які є найбільш придатними до формування практико-орієнтованого дослідницького досвіду. Під час навчання майбутній фахівець повинен бути поставлений в умови, наближені до його практичної діяльності за допомогою активних методів та засобів навчання, що формують готовність до професійної діяльності. Метод проектів саме й надає таку можливість. Головним при використанні проектної технології: є наявність значущої у дослідницькому і творчому плані проблеми; практична теоретична, пізнавальна цінність результатів; можливість самостійної діяльності суб'єктів навчання; можливість структурування змістовної частини проекту; перспектива виконання результатів.

Метод це дидактична категорія, тобто сукупність прийомів, операцій оволодіння певною галуззю практичного або теоретичного знання, тієї чи іншої діяльності. Якщо ми говоримо про метод проектів, то маємо на увазі саме спосіб досягнення дидактичної мети через детальну розробку проблеми (технологію), яка повинна завершитися цілком реальним, відчутним практичним результатом, оформленим тим чи іншим чином. В основу методу проектів покладена ідея, що становить суть поняття «проект», його прагматична спрямованість на результат, який буде отримано при вирішені тієї чи іншої практично або теоретично значущої проблеми. Отриманий результат можна буде побачити, осмислити, застосувати в реальній практичній діяльності. Щоб досягти такого результату, необхідно навчати слухачів самостійно мислити, знаходити і вирішувати проблеми, залучаючи до цієї мети знання з різних областей, вміння прогнозувати результати і можливі наслідки різних варіантів рішення, уміння встановлювати практично наслідкові зв'язки.

Таким чином, розробка концепції практико-технічної підготовки вчителів інформатики в системі післядипломної освіти спрямована на удосконалення шляхом впровадження проектного навчання в основі якого окреслимо три взаємопов'язані концепти: методологічний; теоретичний і практичний.

Оскільки, в навчальному процесі вищої школи методологія – це сукупність принципів, методів і форм наукового пізнання, то нами м*етодологічний концепт* ґрунтується на провідних фундаментальних філософських ідеях, насамперед філософських положеннях теорії пізнання про активну роль особистості в перетворенні дійсності, діалектичної теорії про загальний зв'язок, взаємозумовленість і цілісність явищ об’єктивної дійсності. Окрім того, методологічний аспект відображає взаємозв’язок і взаємодію різних підходів загальнонаукової й конкретно-наукової методології до вивчення проблеми формування технічних знань і умінь вчителів інформатики.

Теоретичний концепт містить систему теоретичних положень концепції технічної підготовки вчителів інформатики:

1) формування й уточнення основних визначень, що містять в собі найістотніші ознаки визначуваних понять;

2) виділення сутнісних характеристик технічної підготовки;

3) використання індивідуального підходу до суб'єктів навчання, який забезпечує всебічний розвиток вчителів інформатики враховуючи їх базову професійну підготовку та можливості, здібності і навчальні досягнення кожного суб’єкта;

4) визначення теоретичних засад розробки моделі навчання технічних дисциплін, як підґрунтя для її реалізації в практиці вищої освіти;

5) передбачення та проектування механізмів постійного оновлення знань та архівація другорядної інформації;

6) застосування інтегративного підходу до формування змісту, методів, засобів і форм навчання;

7) створення поліпредметних комплексів знань, орієнтованих на практичні розроблення, що передбачає інтеграцію відповідних професійних знань, умінь і навичок.

Практичний концепт передбачає розробку науково обґрунтованої, виваженої і раціонально організованої моделі методичної системи навчання технічних дисциплін вчителів інформатики, що характеризується чітко визначеною структурою, змістом, оптимально дібраною сукупністю методів, прийомів, послідовною реалізацією технологічних етапів, і дає змогу отримати запланований результат. Також, передбачає впровадження розроблених теоретичних і методичних положень у процесі технічної підготовки вчителів інформатики, та експериментальну перевірку ефективності запропонованої методичної системи технічної підготовки їх в системі післядипломної освіти.

Основні концепти провідної мети дослідження втілені в загальній гіпотезі дослідження, в основі якої покладено припущення про те, що технічна підготовка в системі післядипломної освіти забезпечуватиме ефективніше формування, порівняно з наявною практикою, технічниї компетентності вчителя інформатики, якщо вона буде здійснюватись на основі науково обґрунтованої та експериментально перевіреної методичної системи технічної підготовки в умовах проектного навчання.

Список використаних джерел

1. Ткачук Г. В. Практично-технічна підготовка майбутніх учителів інформатики в умовах змішаного навчання: монографія. Умань: Видавець «Сочінський М.М.», 2018. 318 с.
2. Малежик П. М. Технічна підготовка майбутніх фахівців з інформаційних технологій: монографія / П. М. Малежик. – Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня «Волиньполіграф», 2020. – 337 с.

Ковтонюк М. М.
доктор пед. наук, кандидат фіз.-мат. наук, професор,
Тютюн Л. А.
кандидат пед. наук, доцент,
Соя О. М.
кандидат пед. наук, старший викладач,
Косовець О. П.
кандидат пед. наук, старший викладач,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ВІРТУАЛЬНИЙ МАТЕМАТИЧНИЙ ОСВІТНІЙ ПАРК ЯК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ РЕСУРС УНІВЕРСИТЕТУ

Роль математики в житті кожної людини, безумовно, колосальна. Вона в усі часи мала незаперечне культурне й практичне значення, її роль у технічному й економічному розвитку суспільства важко переоцінити. Сьогодні кожний має усвідомлювати, що математика є ефективним інструментом моделювання й дослідження процесів і явищ навколишньої дійсності, базовим компонентом загальної та професійної освіти сучасної людини, дієвим засобом розвитку мислення, просторової уяви й уявлень, наукового світогляду особистості, невід'ємною складовою загальнолюдської культури. Якісна математична освіта є необхідною умовою успішного опанування цілою низкою важливих для економіки та суспільства спеціальностей.

Результати зовнішнього незалежного оцінювання та Програми міжнародного оцінювання учнів (Programme for International Student Assessment – PISA) свідчать про наявність проблем у математичній освіті багатьох розвинених країн, зокрема і в Україні. Актуальності цій проблемі додають різні зовнішні чинники: епідемії світового масштабу, збройні конфлікти, екологічні та економічні негаразди. Тому науковці та викладачі в освітніх системах держав вчаться швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища, зокрема, це організація навчального процесу в дистанційному та змішаному режимах із застосуванням цифрових технологій та віртуальних інтерактивних можливостей для представлення навчального контенту різного формату.

Мета дослідження – ознайомити зацікавлених освітян із сучасним підходом до вирішення проблем популяризації, мотивації вивчення й практичного застосування знань у математичній освіті шляхом реалізації через інноваційні ресурси прикладних досліджень у галузі математики та інформатики.

В освітньому просторі підготовки бакалавра та магістра математики звернемо увагу на формування і створення так званого математичного парку. Великий тлумачний словник сучасної мови слово «парк» тлумачить як «великий сад спеціального призначення, звичайно відкритий для відвідувачів» [1]. Колектив авторів під терміном «математичний парк» розуміє природну або віртуальну територію з підготовленою інфраструктурою, на якій демонструється зв'язок математики з природою та суспільством. Головна мета створення математичного парку – показати, що математика є основою закономірностей природи та суспільства, викликати не лише позитивні емоції відвідувачів, захват, подив і насолоду від математичних об'єктів, а й бажання вивчати математику.

Математичний парк розділимо на дві взаємопов'язані частини: ландшафтний математичний парк і віртуальний освітній математичний парк (Рис.1).

Рис. 1. Структурна модель проєктування й моделювання математичних парків

Ідея ця не нова. У світі відомі Національний музей математики (США) [6], Сад Архімеда у Флоренції (Італія) [3]. У 2010 році в Інституті математики імені А. Пуанкаре в Парижі на конференції Європейського товариства математики і мистецтва (ESMA) запропоновано проєкт Національного математичного парку (http://mathpark.ru/project). Звичайно, реалізація таких масштабних проєктів вимагає вкладення значних коштів.

Отож пропонується проводити віртуальні екскурсії по вже відомих ландшафтних математичних парках або музеях світу. Інший шлях – створити у місті чи університеті власний парк або його частину. Саме автори тез у 2021 році розробили проєкт «*Математичний сквер «Платонові тіла»*» і взяли участь у конкурсі громадських ініціатив міської територіальної громади м. Вінниця. Цей проєкт – унікальний арт-об'єкт математичного спрямування із зеленими насадженнями і універсальним кольоровим підсвічуванням, що гармонійно поєднує в собі архітектурний комплекс з п'яти правильних многогранників, насичений різними креативними елементами публічного простору, з розміщеними спеціальними QR-кодами та інформаційною підтримкою на спеціально створеному сайті Проєкту, що дозволить мешканцям і гостям міста за допомогою цифрових технологій візуалізувати інформацію про цей об'єкт кількома мовами (Рис. 2).

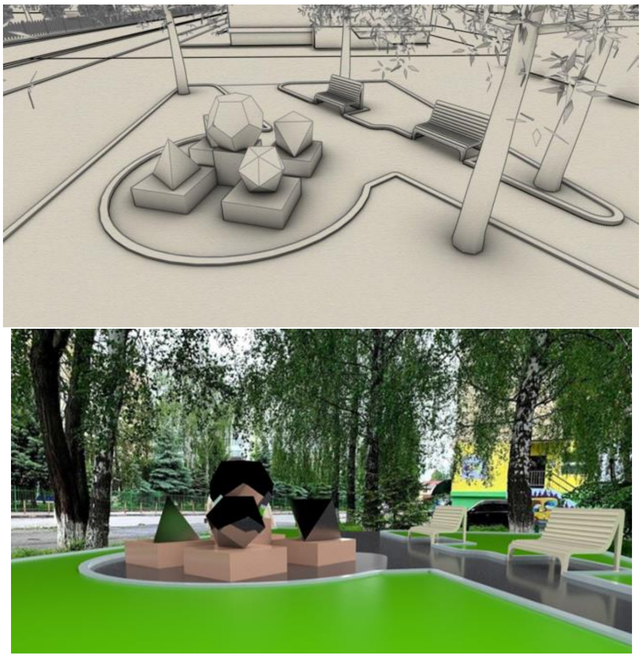


Рис. 2. 3D-модель математичного скверу «Платонові тіла»

Створення у місті, де знаходиться сучасний освітній осередок, ландшафтного математичного парку має багато переваг: збільшується привабливість міста для освітнього туризму; задоволення потреб молоді у відкритих культурних і освітніх просторах; популяризація математики серед мешканців і гостей міста; створення креативного і творчого середовища на території міста; візуалізація малих архітектурних форм публічного простору за допомогою цифрових технологій; підвищення привабливості міста для носіїв нових ідей, досвіду та знань; з'являється спокійний затишний куточок, який слугуватиме місцем відпочинку та естетичної насолоди мешканців, створяться безпечні й екологічно чисті умови мікрорайону та міста в цілому.

Автори розрахували також орієнтовний кошторис проєкту.

Створення нового унікального освітньо-культурного арт-об'єкту математичного спрямування сприятиме, на нашу думку, популяризації математики серед мешканців і гостей міста Вінниці, дозволить трансформувати зовнішній естетичний вигляд міського простору і наситити його креативним архітектурним об'єктом, доповнити своєрідний вінницький освітньо-культурний простір, а також підвищити привабливість міста для носіїв нових ідей, досвіду та знань.

Інший напрямок – це створення віртуального математичного освітнього парку в інтелектуальному середовищі університету. Це спільний науково-дослідницький проєкт студентів і викладачів. Він передбачає 3D-моделювання і 3D-друк математичного парку, а також створення віртуальних навчальних лабораторій з аналітичної й диференціальної геометрії й топології, математичного та функціонального аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, алгебри й теорії чисел, комп'ютерної математики та тривимірного моделювання.

Віртуальний математичний освітній парк через 3D-моделювання і 3D-друк реалізує візуальну та інтерактивну складову навчання здобувачів вищої освіти. Віртуальні математичні тривимірні моделі можна обертати, переміщувати та масштабувати у цифровому 3D-просторі. У процесі роботи з моделлю студенти опановують основні способи створення і роботи з об’ємними моделями. У програмах для тривимірного моделювання доступно проєктування об’єктів на основі примітивів, полігонів, NURBS-кривих, кривих Безьє, метасфер, булевих операцій, Subdivision Surface. Є можливість завантажити створену математичну 3D-модель для редагування текстури, створення анімації або надрукувати на 3D-принтері. Здобувачі освіти набувають професійних компетентностей щодо роботи з програмами тривимірного моделювання для створенні математичних моделей, які є основою для створення складних геометричних форм в дизайні, будівництві, архітектурі, медицині тощо. Наприклад, фахівці Лабораторії гібридної реальності NASA створили цифрові моделі інструментів, які використовують в космічних експедиціях, і помістили їх в віртуальну реальність для моделювання умов експедицій [7]. Тривимірне моделювання застосовується на різних стадіях впровадження 3D-моделей продукту у промисловості та виробництві, оскільки це дозволяє значно прискорити його тестування та введення в експлуатацію та задіяння у робочий процес.

Як один із способів організації віртуальних навчальних лабораторій ми вбачаємо використання у навчальному процесі персонального сайту викладача. На створеному М. Ковтонюк 10 років тому сайті викладача www.kovtonyuk.inf.ua функціонує стандартний для такого типу структур перелік матеріалів: *новини; електронний посібник* (для самостійного опрацювання теоретичного й практичного матеріалу, створений на гіпертекстовій основі, що дає можливість студенту працювати за індивідуальною освітньою траєкторією); *файловий розділ* (тут користувачам сайту доступні додаткові матеріали); *виставки* (можливість показати кращі студентські навчально-дослідницькі чи науково-дослідні проєкти); *інформація про кураторів проєкту* в цілому і окремих розділів; *галерея фото* з конференцій, конкурсів, олімпіад, захисту дипломних робіт [5].

Автори (кандидати педагогічних наук Л. Тютюн і О. Соя) спільно створили навчально-методичне середовище засобами Google Диск, на якому розміщено тексти лекцій, завдання практичних занять, самостійних робіт, методичні розробки, збірники задач, навчальні презентації, запитання до екзаменів, заліків, колоквіумів для контролю знань із дисциплін «Аналітична геометрія», «Конструктивна геометрія» та «Основи геометрії». Кожний студент відповідно має спільний доступ до усіх матеріалів теоретичного і практичного спрямування. Завдяки можливостям створення і редагування документів, таблиць, презентацій, форм і малюнків та прив’язки до хмарного сховища Google Диск інших освітніх програм засобами віддаленого доступу, без необхідності встановлення їх на власний комп’ютер, вирішується проблема одночасної роботи великої кількості користувачів над спільними документами. Також є можливість синхронізувати файли в хмарному сховищі з файлами у вказаній папці на локальному комп’ютері [2]. Наразі ми продовжуємо інформаційно наповнювати сайт з геометрії https://sites.google.com/site/geometryvspu. Навігація сайтом здійснюється за допомогою розгалуженої системи меню: «Аналітична геометрія», «Конструктивна геометрія» та «Основи геометрії». Кожна з них включає в себе «Теоретичний матеріал», «Практичну частину» та «Контроль, діагностика успішності навчання» відповідно. На будь-якому етапі організації навчальної діяльності студент може перейти до теоретичного матеріалу, відповідних методичних вказівок, програмного забезпечення, ознайомитись з питаннями й підготуватись до модульного контролю, заліку чи екзамену.

Віртуальні освітні середовища, які реалізовані, наприклад, засобами освітньої платформи LMS Collaborator, надають можливість для викладачів створювати адаптивні авторські освітні курси за навчальною програмою відповідної дисципліни. Учасники освітнього процесу отримують вільний доступу до навчальних матеріалів, завантаження файлів для виконання завдань, засобів для тестування та спілкування, засобів для групової роботи (форуми, чати, вебінари, семінари та ін.), перегляд результатів проходження навчального курсу (сформувати звіти різних типів), результатів проходження тесту тощо. Студенти мають доступ до дистанційного курсу на платформі Collaborator при наявності реєстрації.

У статті О. Косовець, О. Сої, Я. Крупського та Л. Тютюн [4] зроблено аналіз LMS Collaborator як адаптивної системи навчання математиці та інформатиці студентів Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, що забезпечує оптимальну адаптацію освітнього процесу до індивідуальних особливостей і персональних уподобань студента, сприяє активізації їхньої пізнавальної діяльності, підвищує мотивацію до навчання, надає можливість здійснювати моніторинг навчання і його коригувати для досягнення запланованих індивідуальних результатів. Адаптивна система навчання реалізована засобами LMS Collaborator має потенціал для забезпечення повного залучення студентів у процес побудови власної індивідуальної освітньої траєкторії, розвитку їхньої активності, удосконалення індивідуалізації освітнього процесу тощо.

Ідея авторів дозволяє гармонійно поєднати минуле й сьогодення: визначні здобутки математики, візуалізувати засобами сучасних досягнень в галузі використання цифрових технологій в освіті. Перспективи подальших досліджень вбачаємо у спорудженні ландшафтного математичного парку на території міської громади та його інформаційному супроводі, а також у повномасштабній реалізації проєкту віртуального математичного парку як інтелектуального ресурсу університету.

Список використаних джерел

1. Великий тлумачний словник сучасної мови [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://slovnyk.me/dict/vts/%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA
2. Тютюн Л. А., Соя О. М. Забезпечення E–learning за допомогою персонального сайту викладача. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. наук. праць ІІ Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. з нагоди святкування 30–річчя кафедри інформатики та методики її навчання (м. Тернопіль, 8–9 листоп. 2018 р.). Тернопіль, 2018. С. 247–249. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15333/1/Tiutiun_Soia.pdf
3. Il Giardino Di Archimede Un Museo Per La [Matematica] : [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://web.math.unifi.it/archimede/

4. Kosovets O., Soia O., Krupskyi Y., Tyutyun L. Digital technologie sas a means of adaptive learning for higher education informatics and mathematics [Електронний ресурс] / *Фізико-математична освіта*, 33(1), 14–19. 2022. Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-033-1-002
5. Kovtoniuk M., Kosovets O., Soia O., Tyutyu L. Virtual educational environments: the main trends in the use of modern digital technologies in higher education institutions [Електронний ресурс] / *10th Workshop on Cloud Technologies in Education. Educational Technology Quarterly*. – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.55056/etq.35
6. MoMath. National Museum Mathematics [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://momath.org
7. NASA. Explore with Perseverance [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://mars.nasa.gov/mars2020/ surface-experience/?drive=1222&site=26

Констанченко О.Е.
магістрант,
Харківський національний університет радіоелектроніки

ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Долучення системи машинного зору до техніки сільського господарства набирає все більшої популярності, машинний зір стає більш доступним і знаходиться в стадії зростання, особливо на борту сільськогосподарської техніки, незалежно від автономної техніки або ще з механізатором [1]. Системи розпізнавання образів для сільськогосподарської техніки можуть виконувати безліч завдань, на допомогу сільському господарстві. Вони виконують такі завдання як: виявлення рядів посівів культур, розрізнення сільськогосподарських культур від бур'янів, ґрунту, каміння та сміття, можуть допомагати водію більш точно дотримуватися траєкторії водіння, проводити моніторинг зрілості плодів.

Спільно з прогресом, підсистеми машинного зору або розпізнавання образів стають обов'язковими у транспортних засобах. Такі модулі дуже корисні для допомоги водіям у неавтономних транспортних засобах як у сільському господарстві, так і у звичайному житті. Потрібно враховувати той факт, що системи машинного зору для сільськогосподарської техніки працюють не в найсприятливіших умовах для роботи із зображенням і іноді можуть помилятися.

Ідентифікація культур та бур'янів, виявлення рядів посівів на даний момент є основними завданнями у точному землеробстві. В даний час нові технічні досягнення дозволяють використовувати системи комп'ютерного зору навіть на безпілотних літальних апаратах, які також можна використовувати в сільському господарстві, і зараз цьому приділяють велику увагу [2].

Основна частина систем машинного зору, які використовують у сільському господарстві, використовують методи обробки зображення для того, щоб виявити на них певні спектральні ознаки. Вегетаційні індекси (індекси рослинності) дозволяють знаходити і працювати зі спектральними ознаками через поєднання кількох або зазвичай двох спектральних смуг, на основі відбивних властивостей зеленої рослинності. Так як зображення складаються з трьох колірних каналів, а саме: червоного, зеленого і синього, тоді мета полягає в тому, щоб посилити якийсь один із кольорів, для посилення тих спектральних ознак, які становлять інтерес [3-5]. Виходячи з вищесказаного, можна зрозуміти, що якщо на зображенні потрібно відокремити смуги посівів сільськогосподарських культур, бур'яни, листя або іншої зеленої рослинності, тоді спектральні ознаки зеленого кольору повинні бути збільшені. Якщо на зображенні цікавить ґрунт для визначення будь-яких його характеристик, тоді значення смуги червоного кольору мають бути збільшені. У зв'язку з цим, якщо цікавить більше зелений колір, значення смуги G повинні бути збільшені, коли цікавить більше сегментація ґрунту, значення смуги R повинні бути збільшені, надлишок зеленого та надлишок червоного є двома добре відомими показниками для цієї мети [6].

На даний момент практично у всіх фото/відеокамерах використовуються датчики зображення CCD (прилад із зарядним зв'язком) або CMOS (кмоп-технологія). CCD є аналоговим датчиком, незважаючи на дискретність світлочутливої структури. Коли світло потрапляє на матрицю, у кожному пікселі накопичується заряд або пакет електронів, який перетворюється при зчитуванні на навантаженні в напругу відеосигналу, пропорційне освітленості пікселів. Мінімальна кількість проміжних переходів цього заряду та відсутність активних пристроїв забезпечують високу чутливість елементів CCD. CMOS-матриця є цифровим пристроєм із активними чутливими елементами (Active Pixel Sensor). З кожним пікселем працює свій підсилювач, що перетворює заряд чутливого елемента на напругу. Це дозволяє практично індивідуально обробляти кожен піксель [7].

Кількість електронів залежить від інтенсивності світла. Джерело світла випадково генерує фотони з часом. В ідеальному варіанті кожен фотон буде перетворено на електрон, таке перетворення регулюється фізичними законами. Але існують зовнішні впливи, які впливають на перетворення та генерують шум, що зчитує, викликаний операціями з електронами, шум обробки зображення камерою або шум темнового струму (малий струм, який протікає через фотодетектор) все це призводить до відмінності між ідеальним уявленням і реальною ситуацією.

Кожен поглинений фотон утворює одну пару «електрон - дірка» і відповідний заряд, який накопичується в кожному пікселі пропорційно кількості падаючих фотонів. Накопичення та переміщення зарядів, що накопичуються протягом заданого інтервалу часу, здійснюється зовнішніми напругами, що прикладаються до електродів кожного пікселя. Спочатку кожен піксель фоточутливої матриці працює як потенційна яма для зберігання заряду в процесі його накопичення. І хоча в потенційній ямі можуть накопичуватися як негативно заряджені електрони, так і позитивно заряджені дірки (залежно від конструкції матриці ПЗ), елементи заряду, що створюються падаючим світлом, як правило, називають фотоелектронами.

Отриманий заряд називатиметься сигналом, а помилка, отримана при вимірі даного сигналу, буде називатися шумом зчитування, насправді шум зчитування може бути навіть за відсутності світлового сигналу на матриці камери. На наступному кроці значення сірого зображення проходить через перетворення сигналу, вираженого в кількості електронів. На даний момент виробники датчиків зображення надають дані про різницю між ідеальним значенням та реальною ситуацією, інформація надається в децибелах та визначається за формулою співвідношення сигналу до шуму. Зазвичай це значення становить 50-60 децибелів і легко визначається за допомогою відомих способів калібрування камери. Також існує ще одна характеристика, так званий абсолютний поріг чутливості, що говорить про мінімальне кількості фотонів, необхідних для того, щоб отримати сигнал, співвідносний з шумом, що генерується датчиком зображення. Якщо значення кількості фотонів нижче абсолютного порога чутливості, сигнал не видається. Коли можна порахувати щільність світла, за відомою формулою (кількість фотонів / площа поверхні мкм у квадраті) тоді відповідний датчик руху визначається за формулою (величина сигналу / шум).

В залежності від типу використовуваної системи датчиків, в якій використовується один датчик CCD або декілька, необхідно використовувати різні технології виготовлення камер. Зазвичай, якщо в камері використовується тільки одна ПЗС-матиця тоді розташування датчиків відоме і називається фільтром Байєра. Червоно-зелені та синьо-зелені пікселі розташовуються таким чином, щоб отримувати зображення у колірній схемі RGB. Фільтри кольорів: блакитний, пурпуровий, жовтий, також можуть використовуватися для отримання зображення в колірній схемі CMY. В даний час сучасні програмні засоби та методи легко дозволяють переходити від однієї колірної схеми до іншої [8].

Результати цього дослідження показують, що існують переваги технологій комп’ютерного зору для класифікації врожайності овочів на основі їх колірних особливостей, для виявлення, ідентифікації та боротьби з бур’янами загального призначення, тощо.

Проте досі залишається невирішеною проблема сегментації кольорових зображень, тобто відокремлення цікавої зеленої рослини від загального фону.

Список використаних джерел

1. Wan P., Toudeshki A., Tan H., Ehsani, R. A methodology for fresh tomato maturity detection using computer vision. *Comput. Electron. Agric*. 2018, 146, 43–50.
2. Slaughter D.C. Giles D.K., Downey, D. Autonomous robotic weed control systems: A review., *Comput. Electron. Agric*. 2008, P. 63 – 78.
3. Meyer G.E., Camargo-Neto J. Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications. *Comput. Electron*., 2008, P. 293.
4. Zheng, L., Wang, Q Mean-shift-based color segmentation of images containing green vegetation. *Comput. Electron. Agric*. 2009, P. 93– 98.
5. Kounalakis, T.; Triantafyllidis, G.A.; Nalpantidis, L. Image-based recognition framework for robotic weed control systems. *Multimed. Tools Appl*. 2018, 77, 9567–9594.
6.. Hamid U. Z. A., Pushkin K., Zamzuri H., Gueraiche D., and Rahman M. A. A.. Current collision mitigation technologies for advanced driver assistance systems ˆaa survey. *PERINTIS eJournal*, vol. 6, no. 2, 2016.
7. O. Miller. Robotic cars and their new crime paradigms. [Online]. Available: https://www.linkedin.com/pulse/ 20140903073835-260074537-robotic-cars-andtheir-new-crime-paradigms/
8. Kamilaris, A.; Prenafeta-Boldú, F.X. Deep learning in agriculture: A survey. *Comput. Electron. Agric*. 2018, 147, 70–90.

Крупський Я. В.
кандидат пед. наук, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

АКТИВІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ MAPLE

У сучасній освіті спостерігається тенденція на зменшення кількості годин які відведені на аудиторне вивчення математики. Але в це й же час, на ринку праці, постійно підвищуються вимоги до бакалаврів, зокрема до їх інформаційної та математичної компетентності. Такі умови створюють необхідність постійного пошуку та розробки нетрадиційних педагогічних технологій які надають можливість викладачу активізувати самостійну роботу студентів за допомогою систем комп'ютерної математики.

Система комп'ютерної математики Maple надає можливість створити та впровадити навчально-контролюючий комплекс з математичного аналізу який сприятиме суттєвому підвищенню ефективності навчання та зменшенню об'єму рутинних робіт по підготовці та перевірці індивідуальних завдань студентів. Генерування індивідуальних завдань та перевірка ходу розв'язку завдань є самостійним ефективним засобом при організації навчальної роботи студентів. Крім того, застосування систем комп'ютерної математики при підготовці студентів спеціальності 014.Середня освіта (Математика) стимулює пізнавальну активність студентів, що сприяє інтелектуальному розвитку особистості. Наявність розробленого навчально-контролюючого комплексу з математичного аналізу надасть можливість студентам перевіряти свої уміння та навички або в разі труднощів програма підкаже наступний крок.

В роботах В. Ю. Бикова [1], М. І. Жалдака [2], В. І. Клочка, Н. В. Морзе, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, С. О. Семерікова, Ю. В. Триуса [2], О. В. Співаковського [4], велика увага приділялась питанням впровадження у навчальний процес вищих навчальних закладів інформаційних комп'ютерних технологоій на основі систем комп'ютерної математики.

Метою дослідження є створення та аналіз навчально-контролюючого комплексу для генерування, в середовищі системи комп'ютерної математики Maple, типових завдань з математичного аналізу та перевірка якості знань студентів.

Система комп'ютерної математики Maple - це потужна інтегрована обчислювальна система, яка надає можливість виконувати чисельні й аналітичні розрахунки широкого класу математичних задач й володіючи власною мовою програмування. Складається зі швидкого ядра, написаного на Сі, має основні математичні функції, а також існує велика кількість бібліотек, що розширюють її можливості для різних розділів математики. Бібліотеки складаються з підпрограм, написаних власною мовою Maple, спеціально призначеному для створення програм символьних обчислень. Maple - відкрита система, тобто в ній передбачене поповнення бібліотек підпрограмами користувача.

Для підвищення ефективності самостійної пізнавальної діяльності студентів та зменшення рутинного навантаження на викладача розроблено Maple-програма тренажер, що відтворює весь хід розв'язання завдань з розкриття невизначеності при обчисленні границь функцій без використання правила Лопіталя. Авторські процедури-тренажери надають можливість студентам отримати весь хід розкриття невизначеності при обчисленні границь функцій. Аргументи авторської процедури-тренажера співпадають з аргументами стандартної Maple-команди limit для обчислення границь. Продемонструємо результат який видає програма (Рис. 1.).

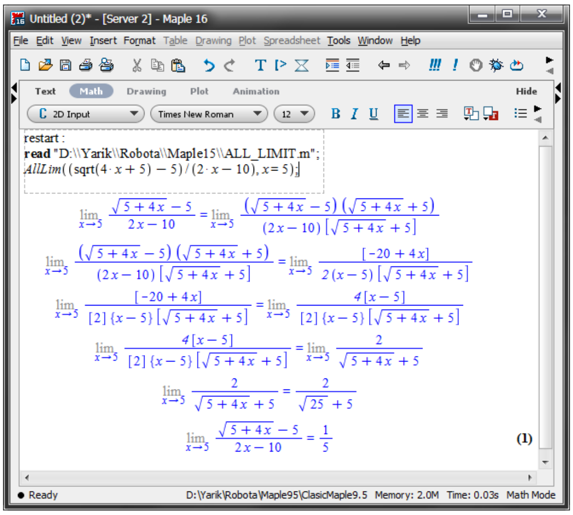


Рис. 1. Робота авторської процедури-тренажера по темі границі

Процедури створено за допомогою стандартних Maple-команд. В результаті при виклику процедури студент має змогу самостійно отримувати відповіді на запитання, які у нього виникають, в багатьох випадках, в яких раніше це було можливо лише за допомогою викладача.

Таким чином, можна побачити, що за допомогою системи комп’ютерної математики Maple викладач має можливість оптимізувати навчальний процес за рахунок створення умов для активізації самостійної навчальної діяльності студентів, для здійснення диференційованого і індивідуалізованого підходу при навчанні студентів. Дослідження показують, що застосування систем комп’ютерної математики в сучасних умовах суттєво змінює роль і функції викладача та студентів, значною мірою впливає на всі компоненти навчального процесу: змінюється сам характер, місце і методи.

Список використаних джерел

1. Биков В. Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп’ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. Матеріали методологічного семінару НАПН України “Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку». 4 квітня 2019 р. / За ред. В. Г. Кременя, О. І. Ляшенка. К, 2019. С.20–26.
2. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп’ютерно-орієнтованих систем навчання математики. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання: НПУ імені М. П. Драгоманова. 2003. Вип. 7. С. 3–16.
3. Словак К. І., Семеріков С. О., Триус Ю. В. Мобільні математичні середовища:

сучасний стан та перспективи розвитку. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2012. С.102–109.

4. Співаковський О. В. Теорія й практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей: монографія. Херсон: Айлант, 2003. 229 с.

Малежик М.П.
доктор фіз.-мат. наук, професор
Малежик П.М.
доктор пед. наук, доцент
Майданюк І.В.
кандидат техн. наук
Український державний університет імені Михайла Драгоманова

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА PROTEUS ДЛЯ НАВЧАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОКОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ

Конкурентоспроможні фахівці з інформаційних технологій, які здатні до генерування та практичної реалізації нових ідей, розроблення та використання технічних пристроїв для інформатичного забезпечення є затребуваними в сучасному суспільстві, отже, вдосконалення їх професійної підготовки являється однією з найважливіших умов модернізації освіти.

Метою роботи є встановлення загальних методичних аспектів проєктування та налагодження схем з використанням мікроконтролера моделі STM32 в програмному середовищі Proteus – 8.11. Це надає основу для формування технічних умінь і навичок у майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Процес розроблення електронних пристроїв в Proteus забезпечується через виконання кількох етапів, таких як: створення принципової схеми в графічному редакторі; віртуалізація та моделювання електричної схеми; розробка друкованої плати, включаючи 3D-візуалізацію.

Як приклад розглянуто методичні засади проєктування схеми електричної принципової літерно-цифрового дисплею LMO16I, що керується мікроконтролером STM32F103C4 сімейства Cortex-M3. Зокрема, розглядається передача даних та команд через порти вводу /виводу загального призначення, написання коду, налагодження програми ініціалізації мікроконтролера в редакторі ISIS. Показано етапи проектування електронних пристроїв: створення електричної принципової схеми в графічному редакторі; моделювання схеми з використанням віртуальних приладів.

Для проєктування вузла друкованої плати в Proteus використали майстер **New Project Wizard**, а створення електричної принципової схеми виконувалася в редакторі ISIS. Вибір мікроконтролера здійснювали через вікно New Project Wizard: **Firmware** та параметр Create Firmware Project, який надає доступ до наступних полів: Family – сімейство мікроконтролера; Controller – модель мікроконтролера, в нашому випадку

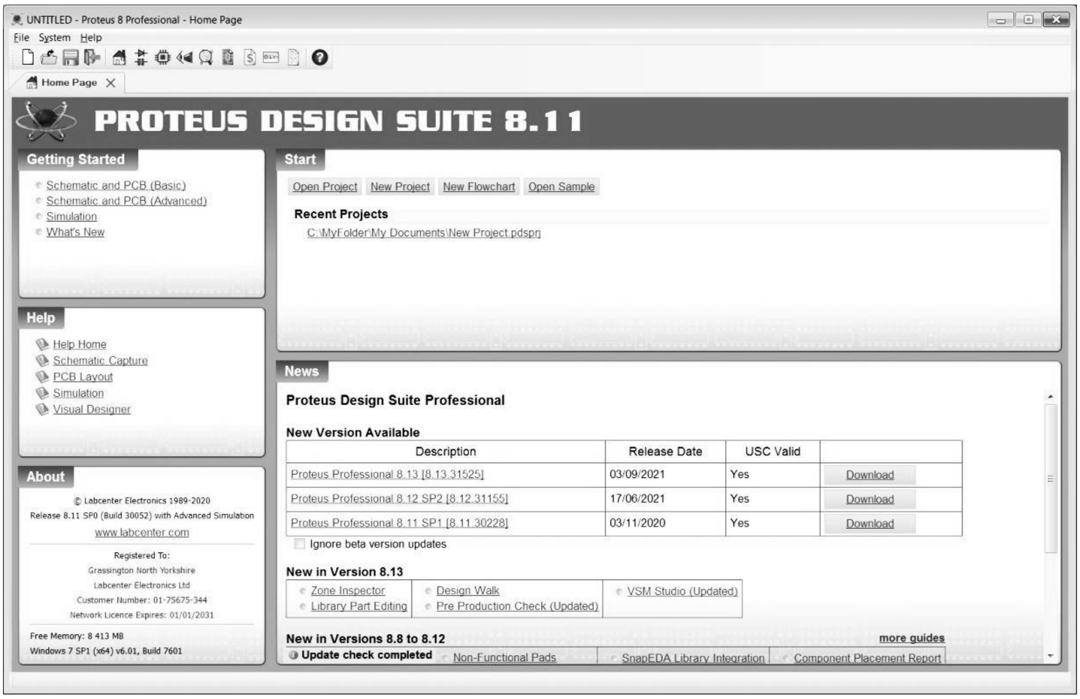


Рис.1. Стартова сторінка програми Proteus – 8.11

STM32F103C4; Compiler – доступ до компілятора, що використовується для компіляції програми управління мікроконтролером написаній на мові С; Create Quick Start Failes – створення заготовки програмного коду для мікроконтролера *(Рис. 2)*.

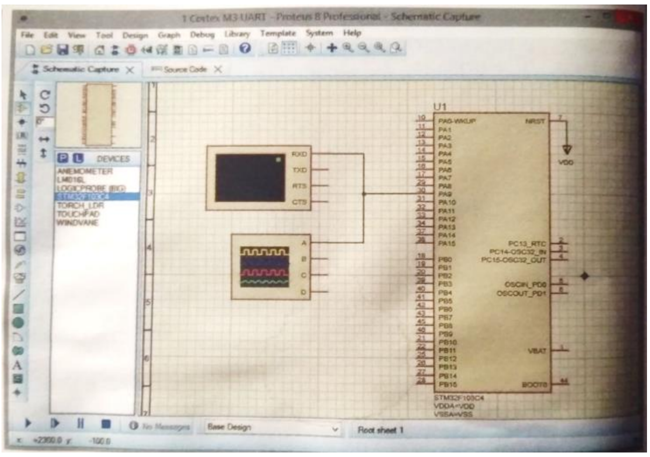


Рис. 2. Формування проєкту на базі мікроконтролера STM32F103C4

Редагування параметрів розміщеного на схемі мікроконтролера здійснюється у вікні **Edit Component.** У випадку, коли проєкт вже містить мікроконтролер, його можна створити без використання майстра – за допомогою кнопки **Schematic Capture,** що знаходиться у верхній панелі інструментів стартового вікна Proteus. Пошук і вибір компонентів в базі даних для їх розміщення у полі схемотехнічного редактора виконується у вікні **Pick Devices**, яке відкривається командою контексного меню **Place /Component/ From Libraries**. В нашому випадку для додавання мікросхеми контролера в робоче поле проєкту, в лівій верхній частині вікна **Pick Devices,** у полі **Category** виберемо у списку бібліотеку Microprocessor |Cs. Цей пакет дозволить включать в емуляцію змішаної схеми визначені мікроконтролери з можливістю написання і налагодження програмного коду. Для перевірки роботи зібраної схеми на мові програмування С було написано програму код якої наведено на рис.3. Мікроконтролер STM32F103C4 містить три модулі USART, тому при написані програмного коду необхідно посилатися на номер модуля, до якого ми звертаємося.

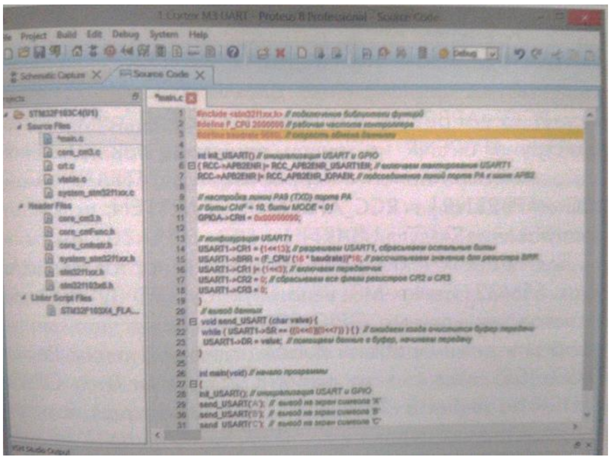


Рис. 3. Код написаної програми

Програмне середовище Proteus надає можливість моделювати і відлагоджувати досить складні пристрої, які містять в собі декілька мікроконтролерів різних сімейств одночасно.

Після зібрання схеми проекту та введення на вкладці **Source Code** коду програми виконувалося її моделювання. Процес моделювання запускається кнопкою **Run the simulation**, яка знаходиться у лівому нижньому куті вікна програми. Підключення віртуального чотириканального осцилографа до схеми здійснюється за допомогою його піктограми. Прилад надає можливість спостерігати за формою сигналів у часі. Для того, щоб послати дані через USART в нашому мікроконтролері необхідно виконати наступні процедури: увімкнути тактування вибраного модуля USARTx (x – номер модуля); налагодити режим роботи лінії передачі на вивід даних з альтернативною функцією; дозволити роботу з вибраним модулем USARTx та ввімкнути передавач; записати в регістр USARTx_BRR значення швидкості передачі; після встановлення в «1» прапорців TXE TC регістра USARTx_SR записати дані в регістр USART1_DR. Призупинення симуляції здійснюється за допомогою **Pause the simulation**, а зупинка процесу моделювання – **Stop the simulation.**

Отже, сучасні інформаційні технології надають основу для модернізації усіх сфер діяльності людини в тому числі - освітній. Це в свою чергу надає змогу значно підвищити рівень підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Представлений процес проєктування електричних принципових схем мікроелектронних пристроїв в програмному середовищі Proteus активно використовується для набуття технічних знань та практичних навичок під час підготовки ІТ-фахівців.

Список використаних джерел

1. Филатов М. Проектирование схем электрических принципиальных с использованием LCD-дисплеев и светодиодных матриц в программной среде

Proteus 8.1. Часть 1 / М. Филатов [Електронний ресурс] // Компоненты и технологии. 2017. №4 (189). С. 114-122. – Режим доступу до ресурсу: https://rucont.ru/efd/597049.
2. Malezhyk P., Malezhyk M., Maidanyuk I. Design of schemes of microelectronic devices based on AVR family microcontrollers // Scientific discussion. Vol.I., N62, P. 22-25. (2021).

Моклюк М.О.
кандидат пед. наук, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського,
Лисий М.В.
кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
Вінницький національний технічний університет
Сільвейстр А.М.
доктор пед. наук, професор,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського,

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Сучасний світ досить важко уявити без використання цифрових технологій, що пронизують усі сфери людської діяльності, зокрема, освіту. Однією із сучасних технологічних інновацій в освіті є застосування технології доповненої реальності. Її використання, на нашу думку, є доцільним і необхідним під час вивчення фізики в закладах вищої освіти (ЗВО).

Термін «доповнена реальність» (AR - *augmented reality*) вперше був запропонований в 1992 році дослідником Т. Кауделом [2]. Як синоніми використовують терміни «розширена реальність», «поліпшена реальність» тощо. Технологія AR породжують унікальні можливості в освіті. Застосовуючи цю технологію в освітньому середовищі, доповнюючи їх належною наочною інформацією, можна побудувати візуальну модель навчального матеріалу. Як результат, забезпечується розвиток просторової уяви студентів, що посилює глибоке розуміння ними процесів, характеристик та властивостей явищ тощо [9].

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні використання технології доповненої реальності на заняттях з фізики в ЗВО.

Технологія AR дає можливість візуалізувати тривимірне зображення предмета перед собою, вибрати його складові елементи, обертати об’єкт у просторі, масштабувати його, при цьому одержувати додаткові пояснення. Вона являє собою технологію доповнення у полі сприйняття людини віртуальної інформації, що сприймається як елементи реального життя.

Технологія AR об'єднує можливості традиційних і комп'ютерних методів навчання, її використання здійснює вплив на якість освітнього процесу студентів ЗВО та учнів закладів загальної середньої освіти. Дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців показали, що технологія AR, що забезпечується використанням різноманітних динамічних ресурсів (додатків), покращує мотивацію, стимулює інтереси та сприяє підвищенню рівня активності здобувачів освіти, робить заняття цікавими як для викладачів так і для студентів.

На відміну від технології віртуальної реальності, доповнена не створює повністю віртуальне середовище, а поєднує віртуальні елементи з реальним світом: реальне оточення користувача доповнюють віртуальні об'єкти, що змінюються внаслідок його дій.

У полі зору науковців постійно знаходяться актуальні проблеми навчання фізики з використанням AR технології. Можливості застосування технології доповненої реальності розглянуто під час вивчення: фізики студентів/учнів для формування мотивації, стимулювання інтересів та сприяння підвищенню рівня їх активності на заняттях [1]; розділу «Механіка» на основі платформи Physics Playground, де здобувачі освіти мають можливість активно проводити власні експерименти та вивчати їх у тривимірному віртуальному світі [4]; розділу «Електрика» курсу фізики [6], [8]; фундаментальних понять розділу «Термодинаміка» [7]; виконання лабораторних робіт із потенційно небезпечним обладнанням [5] тощо.

Для реалізації технології AR в освітньому процесі з фізики використовують [10]:

1. *Підручники* та *посібники*, в яких містяться спеціалізовані об'єкти з технологією доповненої реальності. За допомогою спеціалізованих мобільних додатків друковані ілюстрації перетворюються на анімовані тривимірні об'єкти за досліджуваною тематикою, які можуть виконувати певні рухи та супроводжуються звуковою інформацією.

2. *Розвивальні ігри*. Передовий досвід показує, що у багатьох випадках інформація, яка подається у вигляді інтерактивних ігор, позитивно сприймається студентами, активізує мотивацію до участі в процесі та сприяє зростанню рівня засвоєння навчальних матеріалів.

3. *Моделювання об'єктів і ситуацій*. Створення графічних об'єктів і конструювання певних ситуацій, що можуть бути використані для засвоєння навчального матеріалу, економить значні матеріальні та фінансові ресурси, а також дозволяє проводити практичні заняття безпосередньо в аудиторіях.

4. *Додатки для тренування навичок*. Під час викладання певних дисциплін є можливість створювати контент у форматі доповненої реальності, що можна використовувати як інструмент здобуття певних професійних умінь та навичок. Його можуть використовувати студенти для самостійного відпрацювання конкретних практичних завдань поза навчальним закладом.

У праці [3] розглянуто приклади реалізації проектів, що дають можливість використовувати технологію AR під час проведення занять з фізики в ЗВО.

Робота з об'єктами AR полягає в тому, щоб, використовуючи необхідні маркери, змоделювати різні фрагменти навчального матеріалу. В системі AR користувач може керувати лабораторною установкою шляхом зміни положення перемикача, комбінування різних елементів тощо, простим розкладанням, перекладанням та обертанням маркерів.

Отже можна стверджувати, що останнім часом в зарубіжних країнах технологія AR активно входить в багато галузей життя людини, в тому числі і в освіту. В нашій країні питання про модернізацію освіти з точки зору використання даних технологій досі залишається відкритим. Використання AR має позитивний ефект на освітній процес - це безперечно. До переваг та недоліків технології AR, ми відносимо наступне (табл. 1).

Отже, впровадження технології AR дає можливість підвищити якість навчання за рахунок мотивації студентів до самонавчання, підвищення інтересу аудиторії до навчального матеріалу, розвитку прагнення до використання сучасних інтерактивних технічних можливостей і технологій, заміни посібників і лабораторного обладнання мультимедійними комп'ютерними моделями, що особливо важливо за умов навчання на відстані.

Таблиця 1

Переваги та недоліки використання AR в освітньому процесі

Позитивні сторони	*Невирішені питання та недоліки*
1. Підвищується інтерес до навчального матеріалу, самонавчання і пізнання нового. 2. Наочність навчання підвищує його якість і ефективність. 3. Відбувається розвиток просторової уяви та мислення. 4. Переважає інтерактивність навчання. 5. Приваблює простота використання додатків. 6. Можливість вивчення великого обсягу інформації за менший час. 7. Використання ефекту захоплення студента (як відомо, за підключення емоцій запам'ятовування відбувається краще)	1. Необхідність розробки спеціальних додатків. 2. Деякі обмеження використання, пов'язані з технічними моментами, наприклад, обов'язкова наявність відповідних технічних засобів (смартфонів, планшетів тощо). 3. Успіх розпізнавання маркера залежить від освітлення, кута, під яким користувач направляє камеру і від якості самої камери. 4. Різноманітність додатків ускладнює формування універсального інструменту для зчитування інформації. 5. Відсутність єдиної освітньої платформи

До перспектив подальших досліджень варто віднести перевірку ефективності використання технології AR під час проведення занять у закладах вищої освіти з фізики різного виду: лекцій, практичних та лабораторних.

Список використаних джерел

1. Cai S., Chiang F.-K., Wang X. Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. *International Journal of Engineering Education*, 2013. vol. 29, № 4. 856-865.
2. Caudell T.P., Mizell D.W. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *System sciences, proceedings of the twentyfifth hawaii international conference on*. vol. 2, 1992. 659–669.
3. Gurevych R., Silveistr A., Mokliuk M. Using Augmented Reality Technology in Higher Education Institutions. *Postmodern Openings*, 12(2), 2021. 109-132 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.18662/po/12.2/299.
4. Kaufmann H., Meyer B. Simulating Educational Physical Experiments in Augmented Reality, *Talk: ACM Siggraph Asia* 2008. Singapur, Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Educators Program, ACM Press, New York, NY, USA, 2008, 8.
5. Martin-Gutierrez J., Guinters E., Perez-Lopez D. Improving strategy of self-learning in

engineering: laboratories with augmented reality, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 51, 2012. 832–839 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812033873.

6. Restivo M. et al. Augmented Reality in Electrical Fundamentals. *International Journal of Online Engineering* (*IJOE*). 10(6). 2014. 68–72.
7. Strzys M. et al. Physics holo.lab learning experience: using smartglasses for augmented reality labwork to foster the concepts of heat conduction. *European Journal of Physics*. 39(3). 018. URL: https://iopscience.iop.org/journal/0143-0807.
8. Techakosit S., Nilsook P. Using Augmented Reality for Teaching Physics, *The Sixth TCU International e-Learning Conference 2015 Global Trends in Digital Learning*, 2015. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/ publication/280576271_using_augmented_reality_for_teaching_physics
9. Мельник І.Ю., Задерей Н.М., Нефьодова Г.Д. Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://itcm.comp-sc.if.ua/2018/melnuk.pdf.
10. Чубукова О.Ю., Пономаренко І.В. Інноваційні технології доповненої реальності для викладання дисциплін у вищих навчальних закладах України, *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку*, 2018. 16. 20-27.

Франчук В. М.
доктор пед. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Франчук Н. П.
кандидат пед. наук, доцент,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАТЬКІВСЬКОГО КОНТРОЛЮ

Анотація. Використання програмних засобів для моніторингу перебування дітей за мобільними пристроями є однією з актуальних потреб батьків та вчителів. Своєю чергою вчителям, крім навчання учнів, потрібно звертати увагу їхніх батьків на використання гаджетів поза шкільним закладом. Для цього батькам рекомендуються різні програмні засоби, використання яких надає певні інструменти для моніторингу дій дитини за мобільними пристроями та в мережі Інтернет. Це допоможе батькам обирати прийнятний для дитини контент і пояснити їй, як потрібно користуватись своїм пристроєм та ресурсами мережі Інтернет. А саме головне, слідкувати за часом використання пристрою.

Ключові слова: батьківський контроль, інформаційна безпека, використання програмних засобів, номофобія, кліпова свідомість.

Постановка проблеми. На сьогодні кожен з нас, а особливо діти, отримали легкий доступ до мережі Інтернет через використання сучасних гаджетів, що є чинником до звикання та неконтрольованого використання певних додатків або через вплив від перегляду небажаного контенту. Діти все частіше шукають розваг використовуючи мобільні пристрої, діляться новинками зі своїми однолітками та спільно проводять час гуляючи в різноманітні он-лайн ігри. Це звісно прекрасно, що діти в такий нелегкий час спілкуються між собою, але водночас це дуже часто призводить номофобії (залежність від мобільних і стаціонарних пристроїв).

Короткий аналіз останніх досліджень. Боязнь залишитися без телефону має 66% населення, це доведено американськими вченими, методом опитування. Опитування проводилось за 44 позиціями. Досить цікаво, що 46% батьків, опитаних у Великій Британії, сказали, що «відчувають залежність» від своїх мобільних пристроїв [1].

В нашій країні стали доволі активно використовувати мобільні пристрої з настанням пандемії COVID-2019. Надзвичайно посилилось використання після повномасштабного воєнного вторгнення 24 лютого 2022 року. Вчителі стали проводити уроки з використанням мобільних пристроїв, уже не лише для того, щоб привернути увагу до предмету, а щоб пояснити найважливіші аспекти тем та хоч якось допомогти дітям навчатися. Звісно, слід розуміти, що інформатизація освіти не є панацеєю, виникають ризики втрати культурного й творчого мислення, живого спілкування та створюється ілюзія доступності пізнавальних дій. В процесі використання комп'ютерних технологій у школярів формується особливий тип мислення, так звана «кліпова свідомість», що призводить до фрагментарного мислення і незворотності змін у свідомості. Це зумовлює поганий настрій, дратівливість, часто загальне нездужання чи втому. Як результат знижується апетит, порушується сон і знижується працездатність [2].

Формулювання мети та завдань дослідження. Проблема надмірного використання мобільних та стаціонарних пристроїв потребує постійного аналізу та висвітлення. Зрозуміло, що розробка, створення та використання програмного забезпечення для контролю часу, проведеного дітьми за пристроями, є однією з нагальних потреб батьків та вчителів для запобігання «колажу сучасного мислення» дітей. Формування обізнаності щодо ефективного використання існуючих інформаційних технологій з метою самоорганізації навчального процесу для використання різноманітних навчальних завдань через розвиваючі програми, навчально-ігрові комплекси тощо.

Метою дослідження є ознайомлення з основними можливостями використання програмного забезпечення для батьківського контролю на прикладі програмних засобів Family Link та Microsoft Family Safety.

Подання основних результатів з обґрунтуванням. В наш час є різне програмне забезпечення батьківського контролю у вільному доступі, такі як: FamilyKeeper, Screen Time, Сімейний GPS трекер KidControl, Kids Zone, Kids Place, KidLogger, Kidslox, Qustodio та багато інших.

Програма Family Link від компанії Google – безкоштовний додаток, що містить функції батьківського контролю (моніторингу) на пристроях Android 5.1 або новіших версій (Family Link не працює на пристроях Android 5.0 і старіших версій). За допомогою додатку Family Link можна з пристрою батьків віддалено встановлювати правила користування цифровим контентом для дітей різних вікових категорій, щоб допомогти їм розумно розподіляти час між навчанням, іграми та мережею Інтернет (Рис. 1).

Крім того, для дітей віком до 13 років за допомогою Family Link можна створити обліковий запис Google, який функціонуватиме, як звичайний обліковий запис Google, і матиме доступ до більшості сервісів Google [3].

Програмний засіб Microsoft Family Safety від компанії Microsoft – безкоштовний сервіс, що містить функції батьківського контролю (моніторингу) на пристроях з операційною системою Windows 10, Xbox та пристроях з Android, на яких запущено програмний засіб Microsoft Family Safety, для користувачів з обліковим записом Microsoft. Використовуючи налаштування сервісу на ресурсі https://account.microsoft.com/family (Family.Microsoft.com), можна отримати звіти про дії дитини, встановити обмеження роботи за екраном, перевірити місцезнаходження дитини, обмежити доступ до обраних веб-сайтів та ігор, а також встановити обмеження та підтвердження придбання програмних засобів в магазині Microsoft Store [4].

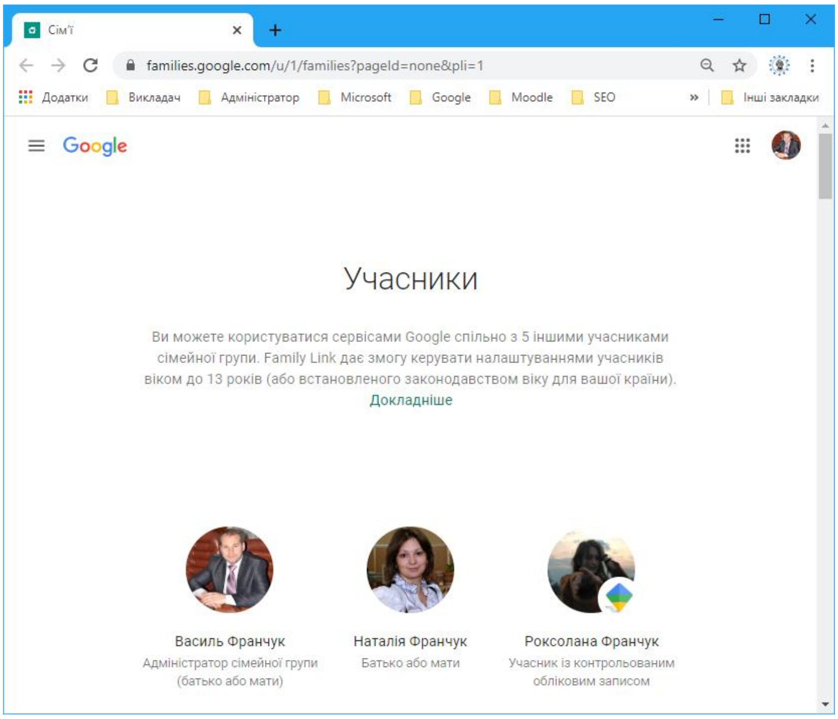


Рис. 1. Управління обліковими записами з використанням програми браузера

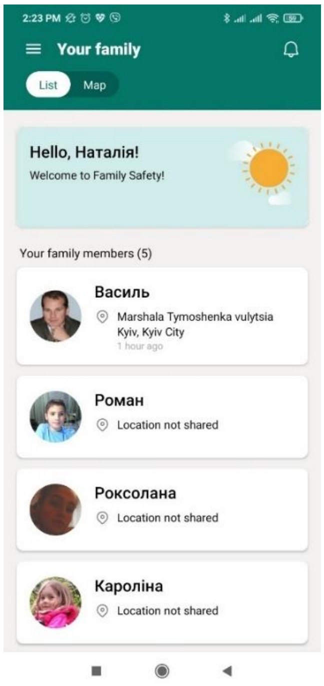


Рис. 2. Управління за допомогою мобільного додатку

Висновки та перспективи подальших досліджень. Використання програм батьківського контролю дозволило дітям якісно використовувати відведений їм час. Варто зазначити, що на всіх пристроях, які вони використовують для: навчання, спілкування та розваг встановлено батьківський контроль.

У подальших дослідженнях плануємо звернути увагу на вразливість цих програм. Вивчити негативний і позитивний вплив, а також психологічний стан дітей під час використання програм батьківського контролю.

Список використаних джерел

1. 44 Smartphone Addiction Statistics for 2022 [INFOGRAPHIC]. Accessed: Jan. 12, 2023. [Online]. Available: https://www.slicktext.com/blog/2019/10/ smartphone-addiction-statistics/
2. Гич Г.М. «Кліпове» мислення молоді: друг чи ворог навчання? Наукові праці Чорноморського держ. ун-ту імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія: Педагогіка. 2016. Т. 269, Вип. 257. С. 38-42.
3. Франчук В.М., Франчук Н.П. Використання Family Link батьками та дітьми. Комп'ютер в школі та сім'ї. №1. 2020. С. 34-39.
4. Franchuk V., Franchuk N. Using Microsoft Family Safety for parents and children. 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE), Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine, Nov. 29-30, 2022, pp. 243-250. Accessed: Jan. 12, 2023. [Online]. Available: https://lib.iitta.gov.ua/733847.

Зміст

Матеріали доповідей
Міжнародної науково-практичної конференції
«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ, МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇХ НАВЧАННЯ»,
присвяченої 90-річчю від дня народження
кандидата фізико-математичних наук,
професора Горбачука Івана Тихоновича

УДУ імені Михайла Драгоманова
18-20 січня 2023 р
м.Київ, Україна

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 – **Мусієнко Юлія Анатоліївна**

Підписано до друку 18.02.2023
Формат 60х84/16 Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Друк офсетний.
Умовн. друк. аркушів . Облік видав арк. д.а.
Віддруковано з оригіналів
Видавництво
Українського державного університету
імені Михайла Драгоманова. 01030, м. Київ, вул. Пирогова, 9.
Свідоцтво про реєстрацію № 1101 від 29.10.2002
(044) 239—30—26