Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка

ЗБІРНИК

МАТЕРІАЛІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТУДЕНТІВ ТА МАГІСТРАНТІВ КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені Івана Огієнка

Фізико-математичні науки

Випуск 9

Кам'янець-Подільський
2012

УДК 378(477ю43):51+53](082)
ББК 74.58+22

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації:
Серія КВ № 14705- 3676 ПР від 12.12.2008 р.

Друкується згідно з ухвалою вченої ради Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол № 4 від 26 квітня 2012 р.).

Збірник матеріалів наукових досліджень студентів та магістрантів Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 9. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – 177 с.

ЗМІСТ

УДК 517.947

Алергуш І. В., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Конет І.М.,** доктор фізико-математични наук, професор

ЕЛІПТИЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В КУСКОВО-ОДНОРІДНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПІВПРОСТОРАХ

Методом інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру еліптичних крайових задач в кусково-однорідних циліндричних півпросторах.

Ключові слова: *еліптичне рівняння, крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D=\left\{(r,\varphi,z): r\in\langle a;b\rangle;\varphi\in[0;2\pi); z\in I_n^+\equiv\bigcup_{j=1}^{n+1} I_j = \right.$$
$$\left.=\bigcup_{j=1}^{n=1}(l_{j-1};l_j); l_0\geq 0,\ l_k<l_{k+1}; l_{n+1}\equiv+\infty\right\}$$

2π - періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними еліптичного типу 2-го порядку [1]

$$\left[a_{rj}^2\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right)+a_{zj}^2\ \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right]u_j-\chi_j^2 u_j=-f_j(r,\varphi,z); \qquad (1)$$
$$z\in I_j;\ j=\overline{1,n+1}$$

з крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)u_1\bigg|_{z=l_0}=g_0(r,\varphi);\frac{\partial^k u_{n+1}}{\partial z^k}\bigg|_{z=+\infty}=0; k=0,1, \qquad (2)$$

умовами спряження [2,3]

$$\left[\left(\alpha_{j1}^k\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j1}^k\right)u_k-\left(\alpha_{j2}^k\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j2}^k\right)u_{k+1}\right]\bigg|_{z=l_k}=0;\ j=1,2; k=\overline{1,n} \qquad (3)$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку $\langle a;b\rangle$, де $a_{rj}, a_{zj}, \chi_j, \alpha_{js,}^k\ \beta_{js}^k$ деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jk}=\alpha_{2j}^k\beta_{1j}^k-\alpha_{1j}^k\beta_{2j}^k\neq 0; c_{1k}c_{2k}>0;\left|\alpha_{11}^0\right|+\left|\beta_{11}^0\right|\neq 0;$$

$f\ (r,\varphi,z)$={ $f_1(r,\varphi,z)$, $f_2(r,\varphi,z)$,…, $f_{n+1}(r,\varphi,z)$}; $g_0(r,\ \ \varphi)$- задані обмеженні досить гладкі функкії; $u(r,\varphi,z)$= { $u_1(r,\varphi,z)$, $u_2(r,\varphi,z)$,…, $u_{n+1}(r,\varphi,z)$}– шукана функція.

Побудуємо розв'язок розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $\langle a;b\rangle$.

1. Еліптична крайова задача в кусково-однорідному циліндричному півпросторі

$\langle a;b\rangle\equiv(0;+\infty)$. У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$u_j\Big|_{r=0}=0;\frac{\partial u_j}{\partial z}\Bigg|_{r=+\infty}=0; z\in I_j;\ j=\overline{1,n+1}. \tag{4}$$

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(4) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], інтегрального перетворення Фур'є – Бесселя щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $(l_0;+\infty)$ з n точками спряження щодо змінної z [6], єдиний розв'язок еліптичної крайової задачі (1) – (4) визначають функції

$$\begin{aligned} u_j(r,\varphi,z) &= \sum_{k=1}^{n+1}\int_0^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\, f_k(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho + \\ &+\int_0^{\infty}\int_0^{2\pi} W_j(r,\rho,\varphi-\alpha,z)\, g_0(\rho,\alpha)\rho d\alpha d\rho;\ j=\overline{1,n+1}. \end{aligned} \tag{5}$$

У формулах (5) беруть участь компоненти

$$E_{jk}(r,\rho,\varphi,z,\xi)=\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon_m E_{jk,m}(r,\varphi,z,\xi)\cos m\varphi$$

матриці впливу(функції впливу) та компоненти

$$W_j(r,\rho,\varphi,z)=-\sigma_1 a_{z1}^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}(r,\rho,\varphi,z)$$

аплікатної матриці Гріна (функції Гріна) розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}(r,\varphi,z,\xi)=\frac{1}{\pi^2}\int_0^{\infty}\int_0^{\infty}\frac{V_j(z,\beta)V_k(\xi,\beta)\Omega_n(\beta)\,d\beta J_m(\lambda r)J_m(\lambda\rho)\lambda d\lambda}{\beta^2+a_{r1}^2\lambda^2+\chi_1^2},$$

$J_m(x)$ – функція Бесселя 1-го роду m – го порядку.

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j(r,\rho,\varphi,z)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(r,\varphi,z)$, визначені формулами (5), задовольняють рівняння (1), крайові умови (2), (4) та умови спряження (3) в розумінні теорії узагальнених функцій [7]. Єдиність розв'язку (5) випливає із його структури (інтегрального зображення) та єдиності головних розв'язків задачі (функції впливу і функції Гріна). Можна довести, що при певних обмеженнях та вихідні дані задачі, розв'язок (5) буде також класичним розв'язком еліптичної крайової задачі (1)-(4).

2. Еліптична крайова задача в кусково-однорідному циліндричному півпросторі з порожниною

$\langle a;b\rangle\equiv(R_0;+\infty), R_0>0.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\bigg|_{r=R_0}=\theta_j(\varphi,z);\frac{\partial u_j}{\partial r}\bigg|_{r=+\infty}=0;z\in I_j;j=\overline{1,n+1},\qquad(6)$$

де $h\ \geq\ 0$ – деяка стала; $\theta(\varphi,z)=\{\theta_1(\varphi,z),\theta_2(\varphi,z),\ldots,\theta_{n+1}(\varphi,z)\}$ – задана обмежена досить гладка функція.

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(3), (6) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], інтегрального перетворення Вебера щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $(l_0;+\infty)$ з n точками спряження щодо змінної z [6], єдиний розв'язок еліптичної крайової задачі (1)-(3),(6) визначають функції

$$\begin{aligned}u_j(r,\varphi,z)&=\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)f_k(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+\\&+\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}W_j(r,\rho,\varphi-\alpha,z)g_0(\rho,\alpha)\rho d\alpha d\rho+\\&+a_{rj}^2\sum_{r=1}^{n+1}\int_0^{2\pi}\int_{lk-1}^{lk}W_{jk}(r,\varphi-\alpha,z,\xi)\theta_k(\alpha,\xi)\sigma_k d\xi d\alpha;j=\overline{1,n+1}.\end{aligned}\qquad(7)$$

У формулах (7) беруть участь компоненти $E_{jk}(r,\rho,\varphi,z,\xi)$ матриці впливу, компоненти $W_j(r,\rho,\varphi,z)$ аплікатної матриці Гріна та компоненти

$$W_{jk}(r,\varphi,z,\xi)=R_0E_{jk}(r,R_0,\varphi,z,\xi)$$

радіальної матриці Гріна розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}(r,\rho,z,\xi)=\frac{1}{\pi^2}\int_0^{\infty}\int_0^{\infty}\frac{V_j(z,\beta)V_k(\xi,\beta)\Omega_n(\beta)d\beta f_{m,0}(r,\lambda)f_{m,0}(\rho,\lambda)\lambda d\lambda}{\left(\beta^2+a_{r1}^2\lambda^2+\chi_1^2\right)\left(A_{m,0}^2(\lambda)+B_{m,0}^2(\lambda)\right)}.$$

З використанням властивостей функції впливу $E_{jk}(r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функції Гріна $W_j(r,\rho,\varphi,z),W_{jk}(r,\rho,\varphi,\xi)$, безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(r,\varphi,z)$, визначені формулами (7), задовольняють рівняння (1), крайові умови (2), (6) та умови спряження (3) в розумінні теорії узагальнених функцій [7]. Єдниність розв'язку (7) випливає із його структури та єдиності головних розв'язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). Можна довести, що при певних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (7) буде також класичним розв'язком еліптичної крайової задачі (1)-(3), (6).

Зауважимо, що параметри $\alpha_{11}^0,\beta_{11}^0$ дають можливість виділяти із формул (5), (7) розв'язки крайових задач у випадках заданих на поверхні $z=l_0$ крайової умови 1-го роду $\left(\alpha_{11}^0=0;\beta_{11}^0=1\right)$, 2-го роду

$\left(\alpha_{11}^{0} = -1; \beta_{11}^{0}\right)$ та 3-го роду $\left(\alpha_{11}^{0} = -1; \beta_{11}^{0} \equiv h > 0\right)$.

Список використаних джерел:

1. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М. : Наука, 1972. – 735 с.
2. Боли Б. Теория температурних напряжений / Б. Боли , Дж. Уэйнер. – М. : Мир, 1964. – 517 с.
3. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці : Прут, 2004. – 276 с.
4. Трантер К.Д. Интегральные преобразования в математической физике / К. Дж. Трантер. – М. : Гостехтеориздат., 1956. – 204 с.
5. Ленюк М.П. Интегральные преобразования с разделеными переменными (Вебера, Фурье-Бесселя, Лежандра-Фурье) / М.П. Ленюк. – К., 1983. – 56 с. – Препр. / АН УССР Ин-т математики; 83.18).
6. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П. Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
7. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е. Шилов. – М. : Наука, 1965. – 328 с.

The method of integral transforms constructed exact analytic solution of algorithmic nature of elliptic boundary value problems in piecewise homogeneous cylindrical half-space.

Key words: *elliptic equation, boundary conditions, matching conditions, integral transformation, the main solutions.*

УДК 681.142.2

Афіцький В. І., магістрант фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Л. О.**, кандидат педагогічних наук, професор

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ В ПРОЦЕСІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ РІВНЯНЬ ТА НЕРІВНОСТЕЙ

Окреслено основні помилки, які виникають в учнів під час розв'язання рівнянь та нерівностей, пов'язані з втратою та появою сторонніх коренів. Розроблено підхід «з погляду перетворень», який є ще одним баченням складної методичної проблеми навчання розв'язування рівнянь і нерівностей в середніх навчальних закладах.

Ключові слова: *творчість, рівняння, нерівність, елементарні перетворення.*

Постановка проблеми. Помічено, що під час вивчення теми «Функції, рівняння та нерівності» учні, коли була необхідність розв'язати рівняння та нерівність, шляхом використання усталеного алгоритму (елементарні перетворення) намагалися розв'язати запропоновані їм вправи, але отримані при цьому розв'язки не були вірними. Основна помилка полягала в тому, що внаслідок даних перетворень втрачалися, або отримувалися нові корені, причому учні з впевненістю та без перевірки вносили або не вносили (через втрату коренів) їх до відповіді, вважаючи, що вони отримали при цьому правильну відповідь. Тому виникла проблема по реалізації творчого підходу до розв'язання рівнянь та нерівностей, який би допоміг учням підходити до розв'язання кожного рівняння (нерівності) не як до ще одного однотипного прикладу, який підпадає під загальний алгоритм, а як до окремої незалежної вправи, яка вимагає прояву творчого підходу під час її розв'язання.

Незважаючи на численні публікації з питань розв'язування рівнянь та нерівностей в різних підручниках і посібниках [1], [2], [3], [4], ми пропонуємо ще один аспект їх вивчення.

Метою даної статті є дослідження процесу розв'язування рівнянь і нерівностей як процесу послідовних перетворень, кінцевим результатом яких є розв'язок. Отже, всі рівняння й нерівності розглядатимуться з єдиної точки зору, єдиної позиції — процесу розв'язування рівнянь і нерівностей як процесу їх послідовних перетворень.

Виклад основного матеріалу. Отже, під *процесом розв'язування систем рівнянь і нерівностей* також будемо розуміти процес їх послідовних перетворень, кінцевим підсумком яких буде розв'язок відповідної системи.

На жаль, в школах мало звертається уваги саме на процес розв'язування, що спрямовує мислення учнів більше в алгоритмічний (репродуктивний), ніж у творчий аспект мислення, що, в свою чергу, сприяє формальному засвоєнню матеріалу, знижується сутнісне розуміння процесу розв'язування. Часто учні виконують певні перетворення над рівнянням чи нерівністю, не розуміючи суті та змісту цього перетворення, а, значить, і не розуміючи сутності всього процесу розв'язування.

Як приклад елементарного нерозуміння сутності процесу розв'язування рівнянь (змісту перетворень) є розв'язування рівняння:

$$x^2 = 4. \qquad (1)$$

Учні з певністю відповідають, що $x = \pm 2.$ Однак пояснити процес отримання розв'язку рівняння (1) як послідовності певних перетворень не можуть. Конкретно — не можуть відповісти на запитання: звідки беруться два знаки у відповіді? Більшість відповідає, що оскільки ми добуваємо корінь квадратний із 4, то з'являється два знаки. Проте в школі розглядають тільки арифметичне значення кореня, тобто невід'ємне значення з невід'ємного числа.

Дехто перевіркою доводить, що і +2, і –2 є коренями рівняння (1). Однак вірно відповісти на запитання також не можуть. З погляду процесу розв'язування потрібно виконати послідовність таких перетворень над рівнянням (1), щоб отримати розв'язок: добування кореня квадратного із лівої і правої сторін рівняння (1),

$$\sqrt{x^2} = \sqrt{4}.$$

Одержуємо: $|x| = 2.$

Розкриваємо знак модуля, маємо $x = \pm 2,$ що і є розв'язком рівняння (1).

З процесуального погляду головною проблемою при певному перетворенні рівняння (нерівності) є проблема отримання рівносильної умови вихідному рівнянню (нерівності). Як відомо, два рівняння (нерівності) будуть рівносильними, якщо множини їх розв'язків співпадають. Виконуючи послідовність перетворень над рівнянням (нерівністю), далеко не завжди очевидним є момент втрати кореня чи, навпаки, виникнення зайвого. Тому учні часто «гублять» чи «придбають» зайві корені при розв'язуванні рівнянь (нерівностей), особливо зі складними перетвореннями. Важливо зауважити, що перетворення одного і того ж типу в одному прикладі може змінити множину розв'язків, а в іншому — ні. В одному й тому ж прикладі два перетворення одного і того ж типу в залежності від змісту по-різному можуть впливати на множину розв'язків.

При дослідженні конкретних перетворень та їх застосуванні до конкретних прикладів необхідно дотримуватися таких евристик:

1. Проаналізувати, чи може конкретне перетворення змінити множину розв'язків рівняння (нерівності).

2. Якщо відповідь на перше питання позитивна, то які дії потрібно виконати, щоб запобігти зміні множини розв'язків.

Таким чином, в процесі навчання розв'язування рівнянь чи нерівностей ми вбачаємо принаймні три взаємозв'язаних методичних завдань: створення алгоритму розв'язування у вигляді послідовності перетворень, здійснення яких приведуть до дослідження кожного розв'язку; аналіз кожного перетворення з метою виявлення тих, що можуть змінити множину розв'язків; вживання додаткових заходів з метою недопущення зміни множини розв'язків використовуваним перетворенням.

Висновки. Перетворення в різних ситуаціях можуть давати різні результати — в одних змінювати множину розв'язків, в інших — ні. Потрібно зазначити, що виявлення перетворення, котре може змінити множину розв'язків при розв'язуванні рівняння чи нерівності ще не означає, що це перетворення обов'язково приведе до зміни множини розв'язків. Більше того, досить складно точно встановити у моменті застосування конкретного перетворення факт зміни множини розв'язків. Відповідно до того, чи може перетворення призвести до виникнення чи втрати коренів потрібні різні за змістом і формою «запобіжні» заходи. Тоді цілком зрозуміло, що задача дослідження алгоритму розв’язування рівняння чи нерівності в розумінні визначення характеру перетворень є творчо-продуктивною задачею.

Список використаних джерел:

1. Бевз Г.П. Методика навчання математики / Г.П. Бевз. — К. : Вища школа, 1989. — 367 с.
2. Кушнір В.А.Системний аналіз педагогічного процесу: методологічний аспект / В.А. Кушнір. — Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2001. — 340 с.
3. Практикум розв’язування задач з математики / Михайловський В. І., Тарасюк В. Є., Чеканал Є. О. та ін. — К.: Вища школа, 1989. – 423 с.
4. Рівносильні та нерівносильні перетворення при розв’язуванні рівнянь (методичні рекомендації) / Кушнір В. А., Ріжняк Р. Я. та ін. — Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 1992. — 30 с.

The basic errors that occur in students while solving equations and inequalities associated with the loss and the appearance of extraneous roots. The approach "in terms of change", which is another view of the complex methodological problems learning solution of equations and inequalities in secondary schools.

Key words: *creation, equation, inequality, elementary transformations.*

УДК 004. 94

Бейлик А.П., студент 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Іванюк В. А.**, кандидат технічних наук, доцент

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ХИТАВИЦІ СУДНА НА ЗМІНУ ГЛИБИНИ ЗАНУРЕННЯ ПІДВОДНОГО ОБ’ЄКТА

У статті досліджено комп’ютерну модель впливу хитавиці судна на зміну глибини занурення підводного об’єкта.

Ключові слова: *моделювання морського хвилювання, об’єкти з розподіленими параметрами, Simulink.*

Система “трос-буксируваний підводний об’єкт” володіє безліччю резонансних частот, які при довжині тросу в один кілометр і більше можуть співпадати з частотами коливання судна-носія, викликаної морським хвилюванням. При цьому вертикальне коливання БПО може бути в декілька разів більшим ніж в точці закріплення тросу до судна-носія, а в тросі можуть виникнути небезпечні динамічні зусилля, які можуть привести до його обриву. Із-за ривків в тросі можливе довільне спрацьовування реєструючих пристроїв, встановлених на БПО, збільшує похибку показань чутливих вимірювальних перетворень, можлива втрата і руйнування приборів і обладнання. При довжині тросу до 6 кілометрів уже при хвилюванні 2-3 бали виявлялося неможливим робити захват малорозмірних затонувших предметів.

Мета роботи: побудова засобами імітаційного моделювання комп’ютерної моделі морського хвилювання і дослідження впливу хитавиці судна на глибину занурення буксируваних підводних об’єктів.

На основі математичної моделі процесу впливу хитавиці судна на вертикальні переміщення БПО [1] в середовищі Simulink побудовано комп’ютерну модель представлену на рис. 1.

Для генерації випадкового морського хвилювання використовується блок Band-Limited White Noise – генерація білого шуму і блоки Transfer Fcn, Transfer Fcn1, Transfer Fcn 2, які утворюють аналоговий фільтр для отримання процесу зміни в часі ординат нерегулярного морського хвилювання. Для отримання зміни в часі ординат хвилювання точки підвісу тросу використовується блок Transfer Fcn3, для врахування сили опору води руху БПО — блок Transfer Fcn4. Функції розповсюдження та хвильової провідності змодельовано підсистемами Subsystem 1,2,3 та Subsystem 4,5 відповідно.

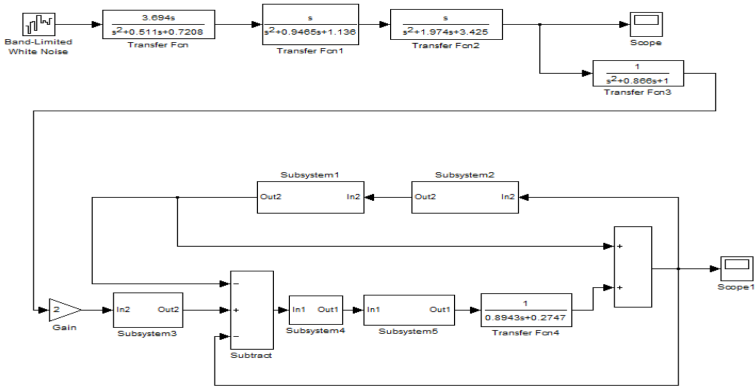
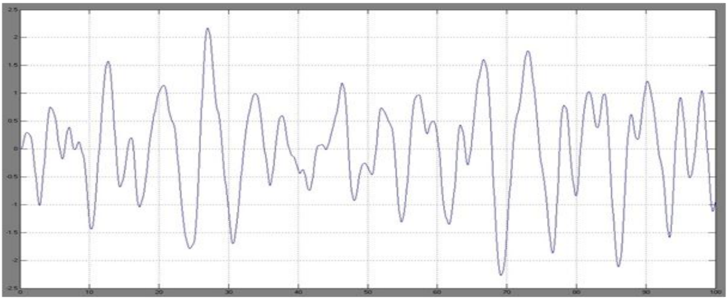


Рис. 1. *Модель впливу хитавиці судна і вертикальних переміщень підводного об’єкту в середовищі Simulink*

При проведенні обчислювальних експериментів взяті характеристики реально існуючих предметів – тросу марки КГП-1-20 і БПО [1]. Результати моделювання нерегулярного морського хвилювання і переміщення нижньої точки тросу представлено на рис. 2 та рис. 3. При цьому результати роботи співпадають з результатами роботи для натурних експериментів [1].

y



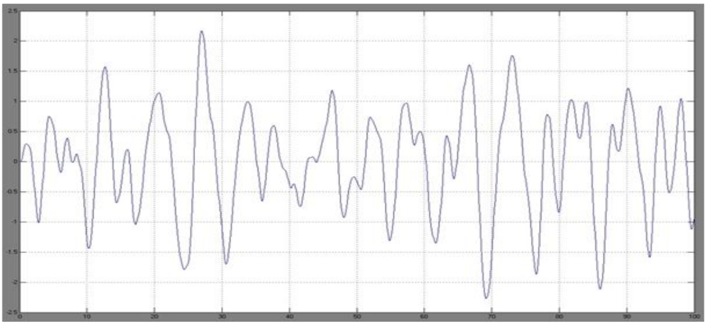
t

Рис. 2. *Нерегулярне морське хвилювання*

В подальшому, ця модель може бути покращена за допомогою точніших методів апроксимації, що дасть можливість отримати адекватнішу комп'ютерну модель. Також можуть бути розроблені методи керування цією системою, що дозволить демпфувати коливання.

Отже, розроблена комп'ютерна модель дозволить створювати більш надійні і пристосовані для роботи буксирувані системи з розширеним списком підводних робіт і значно збільшеним середнім часом їх безперервного використання, знизить затрати на створення судна-носія і проведення підводних робіт.

y



t

Рис. 3. *Модель вертикальних переміщень нижньої точки тросу*

Список використаних джерел:

1. Кувшинов Г.Е. Системи управління глибиною занурення: монографія / Г.Е. Кувшинов, Л.А. Наумов, К.В. Чупіна. — Владивосток: Дальннаука, 2005. – 285 с.

The model of sea and system "cable - Towing underwater objects" investigated in this article, also investigates the influence of pitching of the vessel to change the depth of immersion underwater object.

Key words: *modeling of sea disturbance, system "cable- Towing underwater objects"*

УДК 373.5.016:535:004.771

Бердієв Д. Ш., студент 43 групи фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Губанова А. О.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ХВИЛЬОВОЇ ОПТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

У статті розглядається проблема подачі матеріалу учням старших класів з розділу хвильової оптики. Пропонується методика вивчення курсу хвильової оптики на основі розподілу матеріалу з використанням технологій дистанційного навчання.

Ключові слова: *інновація, методика навчання фізики, хвильова оптика, самостійна робота, дистанційне навчання.*

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку нашої країни в цілому, і української освіти зокрема, є складним і неоднозначним. Зміни, які відбуваються в державі, переплітаються з кризою в політиці, економіці і культурі. Торкнулися вони й всієї освіти в цілому, і загальної середньої освіти зокрема. Тому впровадження інновацій – це вимога часу, а не просто модне слово, яке прикрасить нашу дійсність [3].

Але, запровадження окремих форм та методів, навіть інтерактивних при самому сучасному обладнанні, буде мало інноваційним, адже головна мета запровадження інновацій – якісні зміни освітніх систем.

Навчально-пізнавальна діяльність старшокласників з фізики – творчий процес спрямування їх до самоосвіти через регульоване управління їх діяльністю, систематичний контроль знань для виявлення у них прогалин та своєчасне їх усунення [3].

Актуальність теми. При поданні матеріалу з фізики, вчитель сьогодні значно обмежує виклад матеріалу. Це пов’язано з малою кількістю аудиторних годин виділеною програмою на вивчення фізики, та з недосконалою матеріальною базою шкіл. Вчитель фізики не має змоги показати цікаві демонстрації, гарно та в доступній формі подати матеріал. Тому він змушений обмежуватись у часі при поданні тем з фізики, а це свої чином впливає на учня. Учень недостатньо розуміє предмет, а далі, і взагалі втрачає мотивацію до вивчення фізики.

Мета статті полягає в розробці нової методики вивчення курсу хвильової оптики в якому відбувається розбиття усього розділу на групи. Значна увага приділяється дистанційній та самостійній освіті учня. Розроблений курс буде корисним як для вчителя, так і для учнів. Учні зможуть отримувати повноцінні знання. Вчитель буде використовувати максимально ефективно наданий для нього час, при цьому маючи час на додаткові запитання та більш розширене пояснення певної фізичної теми.

Виклад основного матеріалу. Враховуючи освітній рівень фізики сьогодні ми можемо виділити наступні актуальні проблеми та завдання щодо навчання фізики [4]:

- структура шкільного курсу фізики;
- мета навчання фізики;
- зміст курсу фізики;

- методи і стратегії навчання фізики;
- навчально-методичне забезпечення шкільного курсу фізики;
- матеріально-технічна база шкільних фізичних кабінетів;
- оцінювання навчальних досягнень учнів.

У своїй статті я звертаю увагу на методи і стратегії навчання фізики. А саме на розроблений методичний курс вивчення хвильової оптики у старших класах. Психолого-педагогічні дослідження (О.Я.Савченко, І.О. Зимньої, Д.Б. Ельконіна, Ю.М. Калюткіна) стверджують, що в шкільній освіті доцільно виділити формування такої ключової компетенції учня як «уміння вчитися», оскільки наявність сформованого вміння вчитися є запорукою успішної організації його самостійної пізнавальної діяльності. Внутрішню потребу учня самостійно вчитися можна сформувати лише за умови цілеспрямованого методичного забезпеченням мотиваційного компонента навчання, зумовленого ініціативою та пізнавальними інтересами. Узагальнюючи думки провідних науковців та методистів, можемо стверджувати, що пізнавальна самостійність школяра формується не внаслідок дії якогось одного ефективного засобу, а є закономірним результатом досконалої системи навчання і виховання учнів на уроці, спрямованої на всебічний розвиток самостійності думки і самостійності як риси характеру дитини [1].

У теорії та методиці управління процесом навчально-пізнавальної діяльності учнів з фізики, акцентуємо, що допомога вчителя учню носить спадний характер, а на завершальних етапах навчання переходить в самоосвітню діяльність учня. Стійкий пізнавальний інтерес, який виникає за умови відповідного освітнього середовища, належної емоційності навчання дозволяє здійснення його в режимі самоосвіти, самоконтролю і самоуправління. Виконуючи самостійну роботу будь-якого виду, учень в залежності від рівня власної пізнавальної активності мобілізує свої розумові сили і діє з певним рівнем самостійності. Максимальну самостійність та активність учень проявляє в тих ситуаціях, які вимагають формулювання власної мети діяльності, моделі діяльності, де він обирає предмет, засоби, складає план дій та реалізовує його, отримуючи відповідний результат. Тобто, найбільшої актуальності набуває така організація самостійної роботи, за якої кожен учень працював би на повну силу своїх можливостей [1].

Тому враховуючи усе вище наведене, пропоную вдосконалити методику вивчення курсу оптики, що дозволить врахувати:

- індивідуальні особливості учнів;
- розвивати творчість учнів на уроках фізики;
- розширювати знання з фізики та ерудованість учнів;
- максимально скомпенсовано використовувати навчальні години.

Щоб створити цей курс було опрацьовано багато підручників з фізики, різних інтернет джерел, статті вчителів та методистів. Це вдосконалити методику вивчення курсу хвильової оптики, а саме розділити матеріал, що подається вчителем на три групи:

- матеріал, що учень опрацьовує самостійно (СО);
- матеріал, який учень опрацьовує самостійно з невеликою допомогою вчителя (ЗПВ);
- матеріал, який учневі пояснює вчитель (ПВ).

За технологією розбиття матеріалу я опрацював курс хвильової оптики для старших класів. У ньому відповідно до позначок наведених вище, розбито розділ фізики, який вивчається в старших класах. Цей розподіл пропонується вашій увазі нижче.

(СО) Світло як електромагнітна хвиля

(ПВ) Швидкість світла. Закони відбивання і заломлення світла. Повне відбивання

(ЗПВ) Лінза. Оптична сила лінзи. Побудова зображень у лінзах

(СО) Дисперсія світла

(ПВ) Інтерференція світла. Когерентність. Методи утворення когерентних світлових хвиль.

(ПВ) Розрахунок інтерференційної картини від двох джерел.

(СО) Інтерференція світла в тонких плівках

(ПВ) Кільця Ньютона.

(СО) Застосування інтерференції світла.

(ПВ) Дифракція світла

(СО) Шкала випромінюваня

(СО) Кванти світла. Фотон

(ПВ) Фотоефект та його закони.

(ПВ) Рівняння Ейнштейна для фотоефекту

(СО) Застосування фотоефекту в техніці

(СО) Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хімічна дія світла

Висновки. Таким чином розроблена програма краще впливає на освітній процес. Застосовуючи розроблений комплекс на уроках ми покращуємо стан вивчення фізики.

Методика була використана на практиці.

Розглянемо приклад:

(ЗПВ) Лінза. Оптична сила лінзи. Побудова зображень у лінзах

Таким чином, при вивченні розділу «Світло як електромагнітна хвиля» ми використовуємо позначку (СО), що означає що матеріал цієї теми є неважким і учень опрацьовує його самостійно. Він читає, що ми називаємо світлом, де воно зустрічається нам у житті, що є джерелами світла, які є теорії походження світла.

(СО) Світло як електромагнітна хвиля

Коли ж справа доходить до наступної теми, що звучить «Швидкість світла. Закони відбивання і заломлення світла. Повне відбивання», використовується позначка (ПВ). Позначка (ПВ) вказує на те, що учень даний матеріал не завжди опрацює самостійно, і вчитель повинен організувати консультацію, на якій опрацювавши матеріал учень зможе задати запитання вчителю, які він не зміг осмислити. Так наприклад, читаючи про швидкість світла учень зможе запам'ятати сталу, а ось коли ми згадуємо закони відбивання та заломлення, то учень, якщо не пам'ятає матеріал з попередніх класів, може і не зрозуміти матеріалу, тому тут йому приходить на допомогу вчитель.

Наступна тема позначена позначкою (ЗПВ), це свідчить про те, що вчитель обов'язково повинен пояснити матеріал учневі, адже він є незрозумілим і учень повинен отримати повноцінний урок від вчителя. На нашому прикладі це «Лінза. Оптична сила лінзи. Побудова зображень у лінзах».

(ПВ) Швидкість світла. Закони відбивання і заломлення світла. Повне відбивання.

Через те, що при навантаженні вчителя, яке складає дві години на тиждень на один клас, а у 7-х класах і взагалі – одна година, дуже важко подати весь матеріал, а учневі ще важче його засвоїти. Розглянута методика дозволить як вчителю так і учням максимально чітко та швидко пройти шкільний курс хвильової оптики.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання): навчально-методичний посібник / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня, Т.П. Поведа. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010.-392 с.
2. Стадніченко С.М. Актуальні питання навчання фізики на основі особистісно орієнтованої технології / С.М. Стадніченко // Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції "Європейська наука ХХІ століття: стратегія і перспективи розвитку – 2006". – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – Т. 16. – С. 50 – 52.
3. Сучасні проблеми навчання фізики в середній школі. [Електронний ресурс] / Ляшенко О.І Серія педагогічна/Академія педагогічних наук України – Режим доступу -http: // www.nbuv.gov.ua/portal / soc_gum / znpkp_ped / 2008_14 / 1_07_Liashenko.pdf.

The paper considers the problem of presentation high school students from thewave optics. A method of studying the rate of wave optics-based distribution of material using distance learning technologies.

Key words: *innovations, methods of teaching physics, wave optics, independent study, distance learning.*

УДК 373.53

Білоока А.А., студентка фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.,** кандидат педагогічних наук, доцент

ГРАФІЧНИЙ СПОСІБ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З КІНЕМАТИКИ

У статті досліджується проблема розв'язування задач графічним способом на уроках фізики.

Ключові слова: *графік, задача, фізика, кінематика, рух, швидкість, механіка.*

Розв'язування задач є однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в школі. Фізичні задачі різних типів можна ефективно використовувати на різних етапах вивчення матеріалу: для постановки проблеми, що потребує розв'язування; повідомлення нових знань; формування практичних умінь і навичок; перевірки якості засвоєння матеріалу; повторення, закріплення та узагальнення матеріалу; для розвитку творчих здібностей учнів та ін. При розв'язуванні задач можна до певної міри індивідуалізувати процес навчання, чого, наприклад, фактично неможливо досягти при проведенні бесіди або читанні лекції [4].

Фізичною задачею в навчальній літературі (практиці) звичайно називають невелику проблему, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів і методів фізики [6].

У методичній і навчальній літературі під задачами звичайно розуміють доцільно дібрані вправи, основне призначення яких полягає у вивченні фізичних явищ, формуванні понять, розвитку фізичного мислення учнів і прищепленні їм умінь застосовувати свої знання на практиці [1].

Метою нашої статті є дослідження графічного методу розв'язання задач з розділу "Кінематика", його структури та особливості.

Програмами з фізики для середньої школи передбачено обов'язкове розв'язування задач різного типу при вивченні фізики. Вважається, що без систематичного розв'язування задач курс фізики не може бути засвоєний [7].

Вміння розв'язувати задачі дозволяє ясніше розуміти суть фізичних явищ, більш свідомо інтерпретувати прикладні питання теорії і впевненіше моделювати реальні події. Сам процес рішення задачі, в першому наближенні, методично повторює шлях науково-дослідної роботи і містить, нехай у спрощеній формі, всі етапи наукового дослідження: аналіз умови поставленої задачі; формування фізичної моделі; складання алгоритму рішення задачі і його реалізація (включаючи математичну модель та послідовність відповідних перетворень), вибір системи одиниць вимірювання та розрахунки; аналіз результатів та перевірка непротирічності отриманої формули і числових значень відомим, поведінки розв'язку в умовах на межах визначеності параметрів задачі та відповідність результатів уявленням здорового глузду.

Кінематика займається описом руху, відволікаючись від його причин. Для опису руху можна вибирати різні системи відліку. У різних системах відліку рух тіла сприймається по-різному. У кінематиці при виборі системи відліку керуються лише розуміннями доцільності та зручності, що визначається конкретними умовами. Так, при розгляді руху тіл на Землі природно зв'язати систему відліку з Землею. При розгляді руху самої Землі систему відліку зручніше зв'язувати із Сонцем і т.п. Ніяких принципових переваг однієї системи відліку в порівнянні з іншими в кінематиці вказати не можна, оскільки рух відносний [2].

Графічний метод у фізиці передбачає використання графіків для опису і пояснення природних процесів та закономірностей і є могутнім засобом для розв'язування фізичних задач. Використання графіків сприяє наочному та більш глибокому розумінню учнями фізичного процесу, навчає їх виражати функціональну залежність аналітично, дає можливість уявити поставлену задачу, а також її розв'язок. Цей метод доцільно використовувати з перших занять "Кінематики".

Графічне зображення законів прямолінійного руху і аналіз графіків мають за мету: навчити визначати характер руху та числові значення шляху, переміщення, швидкості й прискорення за графіком; наочно зображати функціональні залежності кінематичних величин; порівнювати графіки рухів, за якими можуть бути визначені кінематичні величини; навчити розв'язувати задачі на зустрічні рухи тіл (визначати час зустрічі, місце зустрічі, швидкість у момент зустрічі і т.д.) [5].

Під час вивчення фізичних явищ дуже важливо розкрити перед учнями взаємозалежність і взаємозумовленість явищ, установити функціональні залежності між величинами. Графічний спосіб розв'язування задач стає на допомогу в здійсненні цих завдань. Також графічний метод застосовується до тих задач, умови яких формуються за допомогою ілюстрацій. Використання його дає змогу відповісти на запитання задачі у процесі дослідження відповідного креслення, графіка, рисунка, схеми, фотографії тощо. До переваг цього прийому треба віднести наочність і лаконічність розв'язку. Розвивається функціональне мислення учнів, вони привчаються до точності і акуратності в роботі. У деяких розділах курсу фізики графічний прийом є одним із основних у процесі розв'язування якісних задач [1].

В сучасному курсі фізики середньої школи особлива увага приділяється графічному відображенню залежностей, існуючих між різними величинами. Наочність графічного методу дозволяє глибше зрозуміти функціональні залежності між фізичними величинами.

Графічний спосіб розв'язування задач виділяється як самостійний. З курсу математики учні вміють будували деякі графіки, знають, що функціональні залежності між величинами можуть бути представленні графічно. В процесі розв'язування фізичних задач доводиться оперувати конкретними величинами (графіки шляху і швидкості рівномірного прямолінійного руху). При цьому графік може виступати засобом задання умови задачі, визначення її вимог, отримання співвідношень між вимогами та умовою задачі, додаткових співвідношень [3].

Структура графічного способу розв'язування фізичних задач виходить з розуміння графіка як форми вираження існуючої між величинами залежності. Поряд з графічною формою вираження залежності існують аналітична та таблична. Табличну будемо розуміти як проміжну між аналітичною і графічною формами, яка переводить аналітичну в графічну і навпаки. Першопочатковою формою є аналітична. Тому в основі графічного способу розв'язування фізичних задач лежить розуміння учнями процесу переходу аналітично заданої форми вираження залежності між величинами в графічну форму вираження залежності між тими ж величинами.

Основні елементи такого процесу: виділення аналітичної форми залежності між величинами, яка повинна бути представлена графічно; визначення у виділеній аналітично представленій залежності незалежної і залежної змінних величин; перетворення аналітичної форми запису залежності в табличну (задання декількох значень для незалежної змінної і визначення відповідних значень для залежної змінної); вибір координатних осей; перетворення табличної форми вираження залежності в графічну (знаходження системи точок, що відображають послідовність станів, і за ними - графічної форми вираження залежності).

Розвинути в учнів правильне розуміння функціональних залежностей між величинами - важливе завдання вчителя фізики в школі. Цьому розвитку особливо сприяє застосування графічних зображень явищ і законів, побудова графіків: веде до значно більшої наглядності при вивченні фізичних явищ і закономірностей; є чудовим засобом для унаочнення важливої ідеї функціональної залежності двох змінних величин; запобігає в багатьох випадках математичним труднощам, що виникають при вивченні явищ, які характеризуються змінними величинами; знайомить учнів з методом дослідження і методом ілюстрації, широко використовується в різних галузях науки, техніки і практичному житті [2].

Тому графіки, починаючи з 8 класу, потрібно постійно використовувати при викладанні фізики. Учням потрібно постійно пропонувати читати графіки, розбиратися і знаходити в них всі характерні дані. Для закріплення вивчених закономірностей, а також для контролю набутих учнями знань доцільно використовувати побудову схематичних графіків. У прямокутній системі координат, накресленій на чистому аркуші (або дошці), задають учням будь-які опорні точки і пропонують за цими даними накреслити криву, яка схематично відображала б ту або іншу фізичну закономірність. Від учнів вимагають уміти швидко від руки накреслити схематичний графік і сформулювати закономірність, яку він відображає.

Слід мати на увазі небезпеку, що учні з перших уроків не будуть привчатися до того, щоб в кожній формулі бачити функціональні залежності між фізичними величинами, залежності, що відображають зв'язки між реально існуючими тілами та їх взаємодіями. Тому особлива увага повинна бути звернена на вірне розуміння функціональної залежності.

Говорячи про різні способи розв'язування задач, не можна обійти таке важливе питання, як графічне оформлення умови задачі, яке доцільно робити при користуванні будь-яким способом. Аналіз фізичного змісту задачі, який супроводжується графічним зображенням процесів, призначений створити перед учнями динамічну картину протікання явищ (процесів) і тим самим активізує їх мислення [7].

Наприклад, у деяких задачах з механіки розглядаються рухи тіл по одній прямій, але в різноманітних ситуаціях. Побудова відрізків прямої, які умовно зображають шляхи, пройдені тілами, допомагають усвідомити взаємозалежність розглядуваних величин.

Змалювання на графіках функціональних залежностей чисельних значень фізичних величин дозволяє учням краще зрозуміти, як одна фізична величина залежить від іншої, поступово створювати деякі уявлення про швидкість зміни функції, про її мінімум і максимум, середнє значення.

Автори багатьох методичних праць вважають, що рисунок, схема або графік, зроблені учнем самостійно, іноді дають більш правильне уявлення про його знання, ніж довге пояснення словами. А іноді тільки за рисунком вдається встановити, що саме і чому учень не зрозумів. Часто, коли учень не розуміє змісту процесів, про які йдеться в умові задачі, учитель пропонує йому відповідний рисунок. У процесі його виконання учень може з'ясувати свою помилку в розумінні змісту задачі [2].

Правильно виконаний учнем рисунок або графік, безперечно показує, що він розуміє умову і зміст задачі. При користуванні навіть схематичним рисунком удається певною мірою конкретизувати абстрактні фізичні поняття і процеси.

Рисунки можуть відігравати різку роль при розв'язуванні задач: як засіб наочності; рисунком можна задати умову задачі; вимірюючи певні елементи рисунка, можна визначити шукану величину (графічний розв'язок задач).

Насамперед зауважити потрібно те, що рисунок дасть потрібний ефект тільки тоді, коли він: правильно науково і графічно виконаний; чітко зображає основне, характерне для явищ заданої умови задач; дає таке схематичне зображення ходу процесів, що учні добре бачать і розуміють зображене і легко накреслюють у зошитах; виконаний точно і охайно, а його елементи композиційно розміщені відповідно до потреб зображуваного так, щоб займали мало місця на дошці (в зошитах) [5].

Учні краще розуміють логічний аналіз умови задач, коли на дошці з'являється рисунок поступово, коли поява кожного його елемента супроводжується поясненням. У цьому разі слово вдало поєднується з певними наочними образами, полегшується формування понять про фізичні процеси, взаємозв'язки між величинами, про принципи дії машин, приладів тощо. Поданий у готовому вигляді рисунок є таким самим складним комплексом взаємозв'язаних характеристик фізичного процесу, про який йдеться в умові задач, як і сам процес. Отже, у такому вигляді він дає значно менший ефект для розвитку мислення учнів при розв'язуванні задач.

Поняття швидкості стосується не тільки до механічних явищ; воно характеризує і багато інших фізичних явищ. Говорять, наприклад, про швидкість падіння барометричного тиску, охолодження нагрітих тіл і випаровування рідин у часі, падіння потенціалу в електричному колі і т. д. Тому обов'язковим завданням учителя фізики є поступова, планомірна підготовка учнів до засвоєння цього поняття в фізиці. Поряд з застосуванням різноманітних методів і способів викладання, графічне зображення законів механічного руху дає можливість поступово, нехай невеликим просуванням вперед, формувати в учнів правильні уявлення про швидкість і прискорення. Креслення графіків та аналіз їх позитивно впливає на правильне й свідоме засвоєння учнями цих фізичних величин і готує учнів до дальшого правильного засвоєння інших питань фізики, пов'язаних з поняттям швидкості [5].

Таким чином , графічне зображення законів кінематики прямолінійного руху й аналіз графіків мають на меті: навчити учнів визначати числові значення швидкості й прискорення за графіком; навчити за графіком визначати характер руху: рівномірний, рівномірно-прискорений, змінно-прискорений, рівномірно-сповільнений, змінно-сповільнений **і** змінний рух; наочно зобразити функціональні залежності між числовими значеннями шляху, швидкості й прискорення, виражені в формулах швидкості й шляху рівномірного й рівнозмінного руху; порівнювати графіки двох рухів, за якими можуть бути визначені шлях, швидкість і прискорення руху кожного тіла й відношення величин, що характеризують рух двох тіл; навчити розв’язувати задачі на зустріч двох рухомих тіл, тобто визначати: час зустрічі, швидкості тіл в момент зустрічі, шляхи, пройдені до цього моменту, й т. д. В окремому випадку задача може бути зведена до побудови або аналізу найпростіших графіків руху поїздів. Попутно з розв’язуванням ряду задач і виконанням графічних завдань необхідно встановити: від чого залежить величина кута нахилу графіка шляху (або швидкості) до осі абсцис, на якій відкладені значення часу; з’ясувати, що показують відрізки, відсічені кривими на координатних осях і т. д [4].

Список використаних джерел:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.1 Механика / Д.В. Сивухин. – М. : Наука, 1979.
2. Матвеев А.Н. Механика / А.Н. Матвеев. – М. : Высшая школа, 1986.
3. Савельев И.В. Курс общей физики т.1. / И.В. Савельев. – М. : Наука, 1987.
4. Резніков Л.І. Графічні задачі і вправи з фізики / Л.І. Резніков. – К. : Радянська школа, 1950.
5. Резников Л.И. Графический метод в преподавании физики / Л.И. Резников. – М.: Учпедгиз, 1960.
6. http://www.fizmet.org.ua/L9.htm
7. http://myrefs.org.ua/index.php

In the article the problem of untiing of tasks is probed by a graphic method on the lessons of physics.

***Key words:** chart, task, physics, kinematics, motion, speed, mechanics.*

УДК 004. 932

Білошицька М. Я., студентка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Слободянюк О.В.**, кандидат технічних наук, доцент

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ

У статті розглянуто основні методи аналізу зображень, описано статистичні та структурні методи аналізу зображень. Представлено результат розпізнавання та відбору об’єктів за статистичним методом.

***Ключові слова:** аналіз зображень, GLCM.*

Аналіз зображення – виділення з зображення потрібної інформації за допомогою автоматичних або напівавтоматичних приладів і систем. У літературі ця область має також інші назви: виділення даних із зображення, аналіз сцен, описання зображень, автоматичне дешифрування, розпізнавання зображень і т. д. На відміну від інших видів обробки зображень, таких, як кодування, реставрація та поліпшення якості зображень, результатом аналізу зображень зазвичай є не картина, а її числовий опис. Аналіз зображень відрізняється також від класичного розпізнавання образів тим, що системи аналізу за визначенням не обмежуються поділом областей сцени на фіксоване число класів, а призначені для опису складних сцен, різноманітність яких може бути настільки великим, що їх не можна описати за допомогою заздалегідь заданих термінів. Крім того, в системах аналізу зображень часто використовуються апріорні відомості про зображувані об'єкти та про їх взаємні співвідношення. В системі аналізу зображень можуть також використовуватися методи штучного інтелекту для управління різними блоками системи та організації ефективного доступу до бази апріорних відомостей про об'єкти [1].

Методи аналізу зображень мають надзвичайно важливе значення в сучасній науці, вони є одними з таких, що безперервно розвиваються та вдосконалюються. При цьому під обробкою зображень розуміють не лише поліпшення зорового сприйняття зображень, але й класифікацію об'єктів, що виконується при аналізі зображень.

Області застосування методів цифрової обробки в наш час значно розширюються, витісняючи аналогові методи обробки сигналів зображень. Методи цифрової обробки широко застосовуються в промисловості, мистецтві, медицині, космосі. Вони застосовуються при керуванні процесами, автоматизації виявлення об'єктів, розпізнаванні образів і в багатьох інших. Цифрова передача зображень із космічних апаратів, цифрові канали передачі сигналів зображень вимагають забезпечення передачі все більших потоків інформації. Формування зображень, поліпшення якості та автоматизація обробки медичних зображень, включаючи зображення, що створюються електронними мікроскопами, рентгенівськими апаратами, томографами тощо, є предметом сучасних досліджень та розробок. Автоматичний аналіз у системах дистанційного спостереження широко застосовується при аналізі місцевості, у лісовому господарстві, наприклад, для автоматичного підрахунку площі вирубок, у сільському господарстві для спостереження за дозріванням урожаю, у розвідці, у системах протипожежної безпеки. Контроль якості виробленої продукції виконується завдяки автоматичним методам аналізу сцен.

Сьогодні важко представити область діяльності, у якій можна обійтися без комп'ютерної обробки зображень. При комп'ютерній обробці зображень вирішується широке коло завдань, таких як поліпшення якості зображень; вимірювання параметрів зображення; спектральний аналіз багатомірних сигналів; розпізнавання зображень; стиск зображень [3].

Умовно методи аналізу цифрових зображень можна поділити на структурні та статистичні.

Перші статистичні методи були основані на аналізі взаємного положення відтінків сірого кольору зображення та частоти їх появи, що характеризувалась двохвимірною функцією щільності ймовірності. Для класифікації та розпізнавання текстур за допомогою функції щільності ймовірності було визначено чотири характерних ознаки: кутовий момент; контрастність; кореляція; ентропія.

До статистичних методів можна віднести кореляційний аналіз зображень. На основі кореляційного підходу найбільш успішним є метод матриць взаємозв'язку (cooccurrence matrices – GLCM). Дані матриці характеризують частоту пар різних градацій сірого кольору, що присутні в зображенні, і визначаються шляхом кореляційного аналізу пікселів зображення, при цьому якщо піксель відповідає вибраній градації, то він враховується як одиничне значення, якщо ні, то як нульове. У випадку кольорових зображень даний підхід використовують до аналізу кожного з трьох базових кольорів. Як слідує з методу формування матриць взаємозв'язку, вони найкраще підходять до розв'язання задач класифікації текстур.

Статистичний аналіз пікселів та спектральних коефіцієнтів на основі гістограм в основному використовують до класифікації статичних текстур, до аналізу динамічних текстур використовують методи на основі кореляційного аналізу.

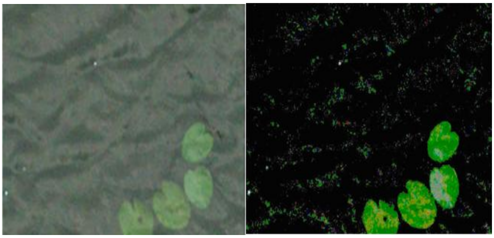


Рис. 1. Тестове зображення та результат розпізнавання об'єктів за статичним методом

Найпростішою і найбільш часто вживаною є стохастична модель . Фонові зображення характеризують гістограмою розподілу значень кольору по величині в деякій базовій області, вільній від об'єктів. Гістограму апроксимують функцією щільності розподілу ймовірності, найбільш часто гаусовою. В цьому випадку параметрами моделі є середнє значення m та дисперсія β . За максимальне відхилення сигналу моделі приймають 2β . В якості мінімального порогового значення величини відхилення можна прийняти величину $\mu = 3\beta$.

На рис. 1 представлено результат розпізнавання та відбору об'єктів за статистичним методом.

Отримання структурного аналізу зображень представляє собою завдання переходу від набору найпростіших ознак зображення, таких, як значення яскравості, контурні точки або параметри текстури.

Основний етап при формуванні символічного опису зображення по масиву елементів або набору найпростіших ознак полягає у визначенні геометричних співвідношень і зв'язності між елементами, щодо яких передбачається, що вони належать одному класу.

Розглянемо приклад визначення зв'язних елементів зображення. Нехай заштрихований елемент має властивість S, а не заштрихований – властивість S_1.

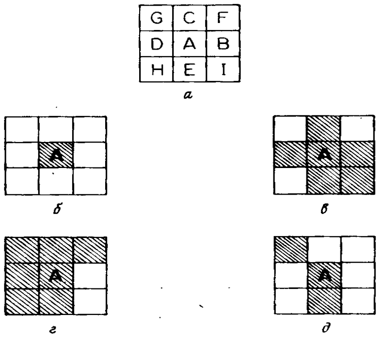


Рис. 2. Визначення зв’язних елементів зображення
а - позначення елементів округа; б - ізольований елемент;
в - внутрішній елемент; г - граничний елемент; д - елемент дуги.

В даний час символічний опис зображень находиться на самому початковому рівні розвитку. Мабуть, в кращому розумінні законів побудови структурного аналізу лежить ключ до можливого розвитку загальних систем аналізу зображені [1].

Список використаних джерел:

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – С. 536-570.

2. Квєтний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень [Електронний ресурс]. / Квєтний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р., Софина О.Ю., Шушура О.М. Частина 2. – Вінниця. : ВНТУ. – Режим доступу – http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/t2/2..htm

3. Красильников Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений / Н. Красильников.- BHV, 2011 – С 17-44.

In the article the main methods of image analysis, the statistical and structural methods of image analysis. Namely, the statistical and structural methods. The results of identification and selection of objects by statistical method.

Key words: *image Analysis, GLCM.*

УДК 372.142.2

Богуняк Т.М., студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Мендерецький В.В.**, доктор педагогічних наук, професор

РОЗВИТОК ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ У ХОДІ ВИКОНАННЯ ФРОНТАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

У статті розглянуто використання винахідницьких та творчих завдань в ході навчального фізичного експерименту учнів на уроках фізики.

Ключові слова: *експеримент, фізика, творчий процес, винахідництво.*

Аналіз педагогічного досвіду свідчить про те, що більшість учнів не вміють пов'язувати структурні елементи знань про природні процеси і явища, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між ними. Замість структурованої, усвідомленої системи знань, більшість учнів володіють розрізненими, відомостями, які механічно запам'ятовані. Одним із способів розв'язання даної проблеми є розвиток здібностей учнів, що передбачає створення умов для творчості, саморозвитку, самовиявлення; вироблення бажання і вміння бути необхідним, корисним суспільству.

Формування цілей роботи обумовлене тим, що в умовах класно-урочної системи доцільно здійснювати непрямий, але систематичний вплив на процес розвитку творчих здібностей учнів: доступні і відомі учням знання, уміння, навички потрібно використовувати в нових навчальних ситуаціях, в яких потрібно перекомбіновувати вже відоме для отримання результату, розвиваючи здібності до творчої діяльності.

Основним завданням нашого дослідження є встановити, за деяких умов фронтальні лабораторні роботи можуть бути ефективним засобом для розвитку творчих здібностей учнів.

Оскільки фізика – природнича наука, то всі її висновки і досягнення спираються на такі методи досліджень, як спостереження, експеримент, вимірювання [1]. Вивчаючи будь який розділ фізики, учні проводять фронтальні лабораторні роботи, які містять завдання і детальну інструкцію для виконання. Це сприяє в основному розвитку практичних умінь, тоді як для розвитку творчих здібностей цього не достатньо.

Ми пропонуємо додавати до фронтальних лабораторних робіт додаткові завдання міжпредметного змісту, які не містять інструкцій до їх виконання. Ці експериментальні завдання міжпредметного змісту виконуються учнями самостійно, за власним планом, що дозволяє розвивати творчі здібності учнів в експериментальній діяльності. Самостійне виконання таких завдань відрізняє їх від традиційного способу. За таких умов з'являється можливість об'єктивно оцінити рівень оволодіння експериментальними методами та здатність застосувати їх у новій ситуації.

Проаналізувавши навчальні програми та навчальні посібники, ми виявили, що учні повинні бути готовими до експериментальної роботи на уроках фізики, оскільки ними пророблено цілі серії дослідів з природними об'єктами і лабораторним обладнанням. Проте, зазвичай, ця робота здійснюється епізодично, а більшість дослідів – в демонстраційному режимі.

Коли ж учні починають вивчати фізику, вчитель повинен врахувати те, що учні з обладнанням, приладами, методами зустрічаються не вперше. Необхідно актуалізувати і систематизувати ті знання, вміння і навички, якими учні володіють. Передумови для цього створені не лише структурованістю та логічним викладом навчального матеріалу, а й структурою шкільного фізичного експерименту, який поєднав у собі теоретичні і практичні види діяльності: спостереження, вимірювання, експеримент, обробку і аналіз результатів.

Розвиток творчих здібностей потрібно здійснювати не фрагментарно, а систематично [2; 3]. З цією метою ми пропонуємо використовувати додаткові міжпредметні завдання, які можна дати учням сьомого класу під час виконання фронтальних лабораторних робіт.

На уроках природознавства (під час вивчення будови термометра) учні дізнались, що таке шкала, поділка, однак поняття «ціна поділки» не вводилося (3 і 5 клас), тому саме на уроках фізики (7 клас) потрібно навчити учнів визначати ціну поділки вимірювального приладу, межі вимірювання, похибку приладу та похибку вимірювання тощо. Адже вміння знаходити ціну поділки шкали та вимірювати лінійні розміри тіл знадобляться учням, як на уроках трудового навчання, математики, географії так і фізики.

Завдання міжпредметного змісту: визначте ціну поділки приладів з якими ви зустрічаєтеся не лише на уроках а й в повсякденному житі: медичний і кімнатний термометри, штангенциркуль, транспортир, тощо.

До лабораторної роботи «Вимірювання часу (метроном, секундомір, годинник)» учні підготовлені, адже з уроків математики та з повсякденного життя вони знають за допомогою яких приладів проводиться вимірювання часу та в яких одиницях. Про методи вимірювання часу у різних народів учні дізналися з уроків історії, тому можна задати таке завдання міжпредметного змісту: порівняйте точність вимірювання часових інтервалів різними видами годинників: пісочним, механічним без секундної стрілки, електронним. Враховуючи знання з географії, пропонуємо учням визначити час в різних містах світу: Києві, Москві, Нью-Йорку, Лондоні.

Оскільки на уроках географії учні вивчають пори року, рух Землі в космосі (осьовий, орбітальний), що відіграє важливе значення, як для зміни пір року так і впливу клімату на життя людини, рослин, тварин, то в цій лабораторній роботі пропонуємо учням виконати також завдання міжпредметного змісту: опишіть наслідки обертального руху Землі, навколо Сонця та відносно своєї осі, для живих організмів.

Перед проведенням лабораторної роботи «Вимірювання об’єму твердих тіл, рідин і газів»” потрібно пригадати, з яким мірним посудом учні ознайомилися на уроках природознавства (5 клас) та на уроках хімії (7 клас), але дещо раніше ніж це вивчається у фізиці. У цій лабораторній роботі перед учнями ставляться такі додаткові завдання міжпредметного змісту: запропонуйте способи визначення об’єму води в акваріумі не зливаючи воду з нього; об’єму рибок в акваріумі; об’єму води в басейні чи ванні; повітря в легенях та по можливості реалізуйте їх.

У розділі «Будова речовини» проводять лабораторну роботу «Вимірювання маси тіл». Мета даної лабораторної роботи полягає скоріше в закріпленні вмінь користуватися важільними терезами, а не в навчанні користуватися ними. При проведенні цієї лабораторної роботи потрібно актуалізувати знання учнів з математики, адже починаючи з початкової школи, учні дізнаються про основну одиницю маси – кілограм, а далі ознайомлюються із похідними цієї величини та вчаться переводити масу у грами, тонни, центнери.

Оскільки в житті учні будуть не один раз користуватися терезами, особливо коли потрібно буде зважити продукти харчування, то в лабораторній роботі формулюємо тільки мету (визначити маси різних предметів різними видами терезів та оцінити точність зважування за їх допомогою, записати маси в різних одиницях вимірювання) та різні види терезів, а учні самі повинні навчитися ними користуватися та оцінювати точність зважування [1].

При виконанні лабораторної роботи «Визначення густини твердих тіл і рідин» потрібно врахувати, що на уроках природознавства (5 клас) учні проводили дослід: клали на різні шальки терезів дві кульки – залізну та дерев'яну, що мають однакові розміри, терези виходили з рівноваги (шалька із залізною кулькою опускалася, а з дерев'яною піднімалася). З допомогою вчителя учні робили висновок про те, що дві однакові за розмірами кульки мають різну масу, бо густина заліза та деревини різні.

Також учні вивчали що, для того щоб обчислити густину, потрібно масу тіла поділити на його об'єм. Тому у цій лабораторній роботі ми пропонуємо виконати такі міжпредметні завдання: запропонуйте спосіб визначення густини біологічних об’єктів: дерева, сільськогосподарських продуктів, кістки; запропонуйте спосіб визначення густини зразків ґрунту і глини, та порівняти їх. Опишіть залежність нормального росту рослин від зміни густини ґрунту.

Лабораторну роботу «Дослідження явища дифузії в рідинах і газах» потрібно проводити, враховуючи, що з явищем дифузії учні ознайомилися в 5 класі на уроках природознавства і проводили дослід забарвлення води перманганатом калію. Тоді на цій лабораторній роботі доцільно виконати такі досліди: поширення запаху одеколону в класі, дифузію парів оцтової кислоти в повітрі, дифузію барвника у воді, як додаткове завдання пропонуємо: опишіть де спостерігали це явище в природі чи побуті, та на яких предметах зустрічалися з цим явищем.

Розділ «Світлові явища» містить лабораторну роботу: «Утворення кольорової гами світла шляхом накладання променів різного кольору». Це яскравий приклад використання міжпредметних зв’язків фізики і образотворчого мистецтва, адже ще з дитячого садочка діти дуже зацікавлені таким предметом, як малювання і намагаються змішувати кольори інтуїтивно для отримання яскравого зображення.

Дана лабораторна робота може бути доповнена наступним міжпредметним завданням: дослідити оптичні властивості перекривання кольорів на папері (різними фарбами) та на проекційному екрані від різнокольорових світлофільтрів.

При виконанні лабораторної роботи «Вивчення законів відбивання світла за допомогою плоского дзеркала», ми спираємося на знання учнів з математики (кут, вимірювання і побудова кутів, транспортир) та трудового навчання (користування транспортиром, 5 клас). Коли учні виконують цю лабораторну роботу, то в них вже не виникає труднощів з використовування транспортиру, що дозволяє вчителю фізики не витрачати час на пояснення правил користування ним. Також на уроках математики і трудового навчання учні проводили креслення в площині.

Тому пропонується таке завдання міжпредметного змісту: побудуйте модель оптичного рівня. Методологічні зв'язки тут розширюються завдяки використанню однакових прийомів та засобів з побудови зображень.

Лабораторна робота «Визначення фокусної відстані тонкої лінзи» викликає значний інтерес в учнів. Починаючи з 6 класу, на уроках біології, учні дуже часто користуються лупою, хоча не розуміють, як отримується зображення предмету за допомогою лупи. Оскільки лупа є короткофокусною збиральною лінзою, то ми фокусну відстань лабораторної лупи.

Творчим буде дослідження різних лінз (теоретичне і практичне) для виявлення лінзи, яка дає оптимальне збільшення, тут актуалізуються математичні та експериментальні методи.

На лабораторній роботі «Складання найпростішого оптичного приладу» пропонуємо учням описати спосіб підбору окулярів для людей з вадами зору, а саме, далекозорих і близькозорих та виконати експериментальну перевірку.

Проведене дослідження показало, що після виконання циклу фронтальних лабораторних робіт із додатковими завданнями міжпредметного змісту рівень розвитку творчих здібностей учнів зростав. При впровадженні додаткових завдань міжпредметного змісту до фронтальних лабораторних робіт ми виявили зростання інтересу до лабораторних робіт, краще розуміння нового матеріалу, на основі раніше вивченого. Окрім того, використання спільних для фізики, хімії, біології, географії, математики методів дослідження та обладнання дозволяє показати учням єдність науки та практики [4].

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Основи вдосконалення засобів та способів експериментальної діяльності / П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький // Зб. наук. пр.: Серія педагогічна: Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Под. держ. ун-т, ред.-вид. від., 2006. – Вип. 12. – С. 177–180.

2. Выготский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте: Психологический очерк. Книга для учит. / Выготский Л.С. – [3–е изд.] – М. : Просвещение, 1991. – 93 с.

3. Здібності, творчість, обдарованість: теорія, методика, результати досліджень: монографія / [за ред. В. О. Моляко, О. Л. Музики]. – Житомир: Рута, 2006. –320 с.

4. Мендерецкий В.В. Реализация межпредметных связей при формировании экспериментальных умений учащихся в обучении физике в 7-8 классах: дис. … канд. пед. наук. 13.00.02 / В. В. Мендерецкий. – К., 1992. – 212 с.

5. Психология творчества: общая, дифференциальная, прикладная. / Под ред. Я.А. Пономарева. – М. : Наука, 1990. – 224 с.

In the article the use of inventor and creative tasks is considered during the educational physical experiment of students on the lessons of physics.

Key words: *experiment, physics, creative process, invention.*

УДК 544.022.1

Бугерчук Д., **Сотник П., Циканюк Б.**, студенти фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Криськов Ц.А.** кандидат фізико-математичних наук, професор

СИНТЕЗ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ КРИСТАЛІВ СУЛЬФАІОДИДУ СУРМИ SbSI

Розглядається процес синтезу п'єзоелектричних кристалів сульфаіодиду сурми SbSI.
Ключові слова: *кристал, синтез, сульфаіодид сурми, п'єзоелектрики.*

Явища і процеси фізики є чи не основоположними в усіх видах діяльності людини. В останні десятиліття спостерігається підвищена увага до активних діелектричних матеріалів для перетворення механічної енергії в енергію електричну. Одне із провідних місць в групі цих матеріалів займають п'єзоелектрики.Томутехнологія отримання п'єзоелектричних матеріалів та методи досліджень їх фізичних властивостей викликають значний інтерес в першу чергу, завдяки широким можливостям їх практичного застосування.

П'єзоелектричні матеріали (п'єзоелектрики) — це речовини, що змінюють свої розміри при підведенні до них електричного поля (електрострикція), і навпаки при стисненні яких на певних точках їхніх поверхонь виникає електричне поле (п'єзоефект). Широко використовуються в сучасній техніці: давачі тиску, п'єзоелектричні детонатори, джерела звуку значної потужності, мініатюрні генератори високої напруги, конденсатори і ін. Зокрема, завдяки розвитку матеріалознавства створені технології синтезу таких п'єзоелектричних матеріалів, на основі яких розробляються «розумні» дороги. При побудові таких доріг на певній глибині в асфальті вмонтовуються п'єзоелектричні модулі, які завдяки деформації дороги при русі транспорту перетворюють енергію деформації в електричну. У світлу пору доби така енергія акумулюється, а вночі використовується для освітлення доріг та дорожніх знаків [1; 2].

Найпоширенішим п'єзоелектриком є кварц. П'єзоелектриками можуть бути лише кристалічні речовини, причому лише певних кристалічних класів, які характеризуються відсутністю центра інверсії. Ця обставина викликана тим, що в п'єзоелектриках обов'язково повинні бути виділені напрямки, вздовж яких направлений вектор поляризації при деформації. Загалом такій вимозі задовольняють 20 із 32 можливих кристалічних класів [3].

П'єзоелектриками можуть бути лишейонні кристали, атоми яких мають визначені додатні й від'ємні заряди. Електричний дипольний момент виникає в таких кристалах при зміщенні (деформації) атомів із своїх рівноважних положень [1].

Для отримання кристалів сульфаіодиду сурми обрано метод хімічного транспорту у замкнених системах (контейнерах). Ампули виготовляли з кварцового скла марки С5-1. Після ретельного промивання звичайною та дистильованою водою ампули сушили у сухо повітряному термостаті при температурі (120 … 150) °С впродовж 36 год. для видалення водяної пари. Додаткове очищення віз залишків водяної пари виконували шляхом прогрівання ампул до температури (600 … 650) °С у полум’ї пальника.

В очищені ампули завантажували речовини у стехіометричному співвідношенні, які зважували на терезах АДВ-200М з точністю 0,5 мг. Зокрема, для ампули діаметром 18 мм і довжиною 18 см кількість речовин складала: $m(CaI_2)$=7,324 г, m(S)=1,282 г, m(Sb)=4,870 г. До цієї кількості вихідних речовин добавляли транспортний агент (дийодид кадмію). Оцінка показала, що у вакуумованій ампулі при температурі вирощування кристалів 500 °С найбільший парціальний тиск парів сірки не перевищуватиме 10-кратного запасу міцності кварцового скла.

Проміжний синтез та вирощування кристалів сульфаіодиду стибія проводився у двозонних електропечах опору, живлення яких забезпечували високоточні регулятори температури ВРТ-3. Ампули розміщували у печах згідно результатів попереднього їх градуювання. Для контролю температури біля країв ампул знаходились термопари «хромель-алюмель». Покази термопар отримували за допомогою мілівольтметра з точністю до 0,5 мВ.

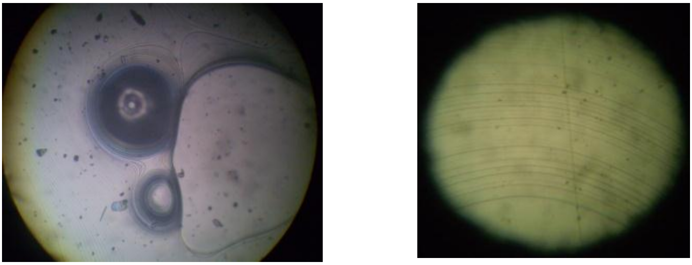
На першій стадії у обох зонах електропечі встановлювали температури, достатні для формування хімічних зв’язків між компонентами сполуки. Надалі у області кристалізації підтримували температуру 400^0С, достатню для росту кристалів, а в області випарювання речовин температура була майже на 70°С вищою. Наявність градієнта температур та йодидний транспорт забезпечували перенесення речовин у область росту кристалів. Тривалість процесу росту складала до 72 год. Охолодження електропечей до температури 350 °С проводили у регульованому режимі зі швидкістю до 20 °С/год, а надалі – в режимі вимкнутого електроживлення.

Рис. 1. Зразок кристалу сульфаіодиду стибію,

вирощених методом хімічного транспорту.

По завершенню технологічного процесу у ампулі були кристали дзеркальною поверхнею. З огляду на розміри та форми кристалів Розміри та форма кристалів достатні для дослідження вивчення механізму росту граней. Для вивчення фізичних властивостей синтезованої речовини було вирішено напилити їх у вигляді тонких плівок на підставки із різним матеріалів. Зразок кристалу показано на рис. 1.

За допомогою металографічного мікроскопа МИМ-7 при збільшеннях 600 … 800 разів досліджено механізм росту граней цих кристалів. На гранях кристалів спостерігаються бездислокаційні ступені росту, що відповідає механізму росту за моделлю Косселя-Фольмера-Странського[1]. Вигляд і форма ступенів росту показано на рис. 2.



а) б)

Рис. 2. Форма ступеней росту кристалів сульфаіодиду сурми. а) — послідовні ступені, б) – зломи на ступенях, обумовлені їх взаємодією.

Отже, з огляду на вище сказане, можна зробити висновок, що вивчення умов синтезу та фізичних властивостей п'єзоелектричних матеріалів є цікавою та практично необхідною задачею. Одним з найпростіших, в плані синтезу, є п'єзоелектричні кристали сульфаіодиду стибію SbSI. Отримані зразки методом хімічного транспорту показали, що наведені у літературі температурні умови синтезу є близькими до реальних. [1, 2, 3] Проте, є потреба у збільшенні часу синтезу кристалів. Дослідження поверхні кристалів свідчить про домінуючий механізм росту його граней за моделлю Косселя-Фольмера-Странського.

Список використаних джерел:

1. Кэди У. Пьезоэлектричество и его практическое применение / У. Кэди. – М. : Иностранная литература, 1949. – 718 с.

2. Тополов В.Ю. Физикасегнето- и пьезоэлектриков / В.Ю. Тополов, А.Е. Панич – Ростовн/Д, 2009. – 71 с.: ил.

3. Bowen L.J. Method for Making Piezoelectric Ceramic / L.J. Bowen // Polymer Composite Transducers, U.S. Pat. – 1994, № 5.340.510. Aug 23.

The process of synthesis of piezoelectric crystals sulfaiodydu antimony SbSI.

Key words: *crystal, synthesis, sulfaiodyd trumpets piezoelectric*.

УДК 004.932

Гайдамащук В.А., студент 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Слободянюк О.В.**, кандидат технічних наук, доцент

МЕТОДИ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

У статті викладено загальні відомості про основні підходи до сегментації візуальної інформації. Дається характеристика різним методам сегментації. Детально розглядається детектор лапласіан гауссіана(LoG) та аналізується його ефективність.

Ключові слова: *Методи сегментації зображень, детектор лаплассіан гауссіана (LoG).*

Сегментація візуальної інформації є попереднім етапом будь-якої системи обробки зображень, тому що вона дозволяє спростити наступний аналіз однорідних областей зображення, їх геометричних характеристик та характеристик яскравості. Сегментацію слід розглядати як початковий етап побудови формального опису сцени, якість виконання якого багато в чому обумовлює успіх розв'язку задачі, розпізнавання зображень, інтерпретації й ідентифікації візуально спостережуваних об'єктів.

На практиці алгоритми сегментації зображень застосовуються в різних задачах. Наприклад, для аналізу якості продукції, визначення цілісності доріжок та наявності усіх елементів на електронних мікросхемах, обчислення висоти приливу за допомогою аерофотознімків, розпізнавання друкованого й рукописного тексту, розпізнавання ділянок шкіри людини на фотознімках, автоматична локалізація обличчя людини на фотографії в системах розпізнавання тощо.

Сегментація ділить зображення на складові частини й об'єкти. Ступінь деталізації цього розподілу залежить від розв'язуваного завдання. Іншими словами, сегментацію слід зупинити тоді, коли шукані об'єкти вже виділені або ізольовані [6].

Методи сегментації зображень поділяються на такі класи та підкласи, як зображено на рисунку 1:

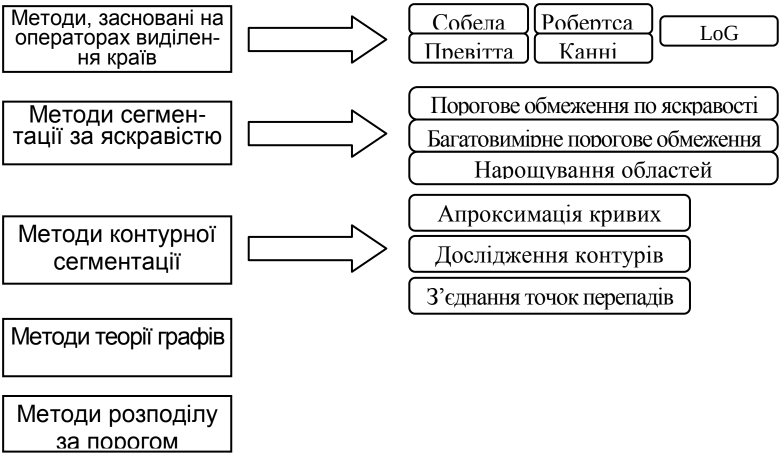


Рис. 1. *Класифікація методів сегментації*

При методі, заснованому на операторах виділення країв, завдання сегментації формулюється, як завдання пошуку границь регіонів. Для їхнього пошуку застосовується апарат диференціальної геометрії (у найпростішому випадку це фільтри Робертса, Превітта, Собела) [5].

Сегментацію по яскравості найчастіше проводять для одноколірного зображення і колірним координатам для кольорового зображення.

Метод виділення областей шляхом їх нарощування передбачає пошук груп пікселів з близькими значеннями яскравості [3].

Контурну сегментацію використовують тоді, коли необхідно отримати зовнішній контур у вигляді замкнутої кривої. Також можна використовувати методи апроксимації кривих, шляхом підбору аналітично заданої кривої до сукупності точок контурного препарату. Метод підбору кривих достатньо добре підходить для об'єктів з простою структурою.

Дослідження контурів нагадує поведінку жука, що обходить перешкоду.

Для сегментації можна використовувати з'єднання точок перепадів, тому що об'єкт або область зображення, яку бажано виділити, зазвичай відділяється від сусідніх частин зображення перепадом яскравості [1].

Методи теорії графів — одне з найбільш активних напрямів, які розвиваються зараз в галузі сегментації зображень. Ці зображення представляється у вигляді зваженого графа, з вершинами в точках зображення. Розбиття зображення моделюється розрізами графа [5].

Методи розподілу за порогом передбачають зіставлення значення яскравості кожного піксела з пороговим, внаслідок чого відповідний піксел зараховується в одну з двох груп, залежно від того чи перевищує значення яскравості порогове Розподіл за порогом - є найпростішим з можливих методів сегментації [3].

Проведемо аналіз ефективності сегментації для зображень із різною ступенню насиченості та кількості дрібних деталей на основі детектора лапласіан гауссіана (LoG)

Розглянемо функцію Гаусса [6]:

$$h(r) = e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}},$$

де $r^2 = x^2 + y^2$, а σ — це стандартне відхилення. Згортка цієї згладжуючої функції із зображенням приводить до його розфокусування. Ступінь розфокусування визначається значенням σ, Лапласіан функції Гаусса (друга похідна по r) рівний

$$\nabla^2 h(r) = -\left[\frac{r^2 - \sigma^2}{\sigma^4}\right] e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}.$$

Цю функцію, по очевидних причинах, прийнято називати лапласіаном гауссіана (LoG). Оскільки взяття другої похідної є лінійною операцією, то згортка (фільтрація) зображення з $\nabla^2 h(r)$ — це те ж саме, що згортка функції із згладжуючою функцією, а потім застосування оператора Лапласа до результату. У цих діях проявляються ключові властивості детектора LoG. Згортка зображення із $\nabla^2 h(r)$ дасть два ефекти: вона згладжує зображення (скорочує шум) і обчислює лапласіан, що виявляє здвоєні краї на зображенні. Остаточна локалізація країв полягає в знаходженні перетинань нульового рівня між подвійними краями.

Для оцінки роботи детектора скористаємося можливостями засобу Image Processing Tool Box середовища Matlab.

Загальна форма виклику детектора LoG має вигляд [6]:

[g, t] = edge(f, 'log', T, sigma),

де sigma - стандартне відхилення. Значення sigma за замовчуванням рівно 2. Функція sigma ігнорує перепади, значення яких менше порога T. Якщо T не задане або воно порожньо, sigma вибирає поріг автоматично. Якщо покласти T = 0, то функція sigma побудує замкнені контури, що є звичайною характеристикою методу LoG. Sigma використовується як стандартне відхилення фільтра LoG. Розмір фільтра визначається як n =ceil(sigma*3)*2+1 [4].

Приведемо приклади роботи функції.

>> [g, t] = edge(f, 'log'); (Рис. 2, а)

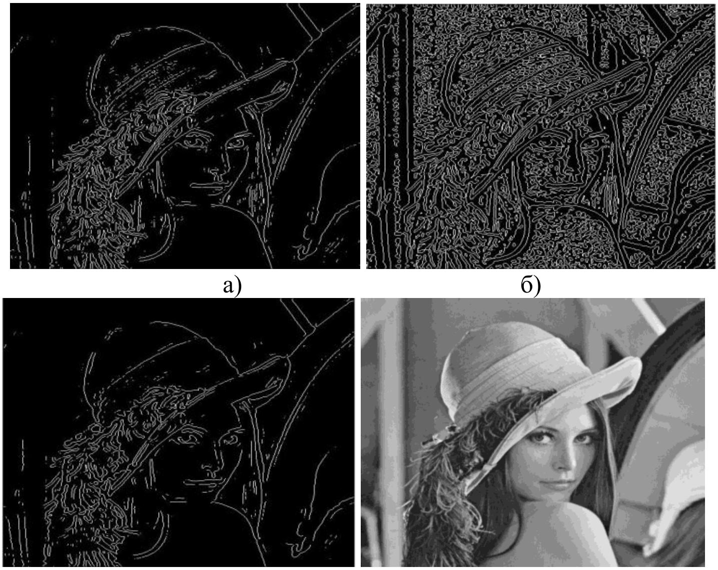
При цьому значення порогу автоматично було підібране програмою і рівне t = 0.0036

Спробуємо отримати кращі результати, змінюючи параметри sigma, t.

>> [g, t] = edge(f, 'log', 0); (Рис. 2, б)

Даний виклик будує фігуру з замкненими контурами. Однак дане зображення аж ніяк не задовольняє наші вимоги,особливо вимоги до ясної «карти» зображення, адже має занадто багато ліній та деталей.

>> [g, t] = edge(f, 'log', 0.0029, 2.45); (Рис. 2, в) Експериментально були підібрані значення sigma, та порогу t.



а) б) в) г)

Рис 2. *Результат обробки зображення методом лапласіан гауссіана (LoG).*
а) автоматично підібране t = 0.0036 б) t=0 в) t=0.0029,sigma=2.45
г) вхідне зображення.

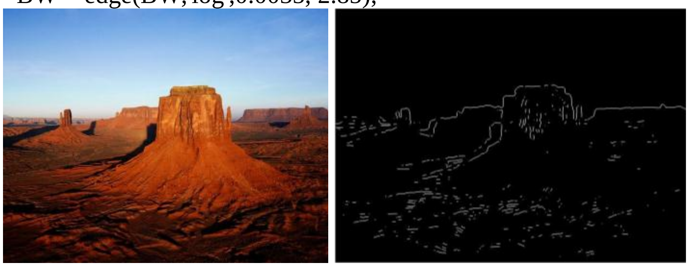
Найоптимальніший результат у нашому випадку, спостерігається при значеннях T = 0.0029, sigma = 2.45 (Рис. 2, в). Так, при експериментально підібраному порогу t , отриманий результат буде кращим.

Розглянемо тепер реалістичні зображення із сильним та середнім ступенем насиченості та спробуємо визначити оптимальні значення параметрів детектора лапласіан гауссіана для них.

Візьмемо сильно насичене реалістичне зображення та застосуємо до нього метод лапласіан гауссіана (Рис. 3, а).

Для даного зображення суб'єктивно найкращим буде значення приблизно T=0,0035 та sigma=2,85 (Рис. 3, б).

```
>> BW = edge(BW,'log',0.0035, 2.85);
```



а) б)

Рис 3. *Результат обробки сильно насиченого реалістичного зображення.*
а) Вхідне зображення б) Значення T=0.0035, sigma= 2.85.

Тепер розглянемо середньо насичене реалістичне зображення із великою кількістю мілких деталей. Для даного зображення суб'єктивно найкращим буде значення приблизно T=0,0050 та sigma=3,1 (Рис. 4,б).

```
>> BW = edge(BW,'log',0.0050, 3.1);
```

а) б)

Рис 4. Результат обробки середньо насиченого реалістичного зображення з великою кількістю мілких деталей.
а) Вхідне зображення б) Значення T=0.0050, sigma= 3.1.

Зробивши аналіз отриманих результатів, ми зробили висновок, що використання методу сегментації на основі детектору лапласіан гауссіана є доцільним для зображень із високим рівнем насичення та плавними переходами і зовсім недоцільно для реалістичних зображень з великою кількістю дрібних деталей.

Список використаних джерел:

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – С. 555-569.
2. Кашкин В.Б. Дистанционное зондирование земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. – М. : Логос. 2001. – С. 145-187.: ил.
3. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. Пер. с англ. / Т. Павлидис. – М. : Радио и связь, 1986, 400 с.
4. Рудаков П.И., Сафонов И.В. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x / Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2000, – С. 356-364.
5. Методи сегментації зображень: автоматична сегментація. [Електронний ресурс] / Олександр Вежневец, Ольна Баринова. //Компьютерна графіка і мультимедіа мережевий журнал. – Режим доступу до журналу. : http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147
6. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С / Перевод с анг. В.В. Чепыжова. – М. : Техносфера, 2006. – С. 396-443.

The paper set out the general information on common approaches to segmentation of visual information. Describes the various methods of segmentation, in particular, methods based carrier selection edges, segmentation methods for brightness, contour segmentation methods, methods of graph theory, methods of distribution for the threshold. Considered in detail detector Laplasian Gaussian (LoG) and based on practical implementation analyzed its performance.

Key words: *Methods for image segmentation, detector Laplassiana Gaussian (LoG).*

УДК 538.971

Гула Т.О., студентка 43 групи фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кух А.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті розглядаються питання, пов'язані з особливостями використання інтерактивних методів на уроках фізики.

***Ключові слова:** інтерактивні методи навчання, інтерактивні технології.*

Реформування середньої освіти і ті вимоги, що ставляться до випускників, повинні докорінно змінити навчальні методики. Сьогодні намітився перехід від авторитарної педагогіки до гуманістичного розвитку особистості, від накопичення знань до вміння оперувати знаннями, від „одноразової" освіти до безперервної, від поточної організації навчання до індивідуальної.

Одним з генеральних завдань реформування освіти в Україні є підготовка освідченої творчої особистості, формування її фізичного і морального здоров'я. Розв'язання цієї проблеми передбачає психолого-педагогічне обгрунтування змісту і методів навчально-виховного процесу, який скеровано на розвиток особистості учня. У зв'язку з цим педагоги відчувають потребу у введені таких методик, які б допомогли реалізації особистісного підходу до дитини [3].

Сьогодні уже неможливо викладати предмети, а особливо фізику, традиційно: у центрі навчального процесу знаходиться вчитель, учні слухають пояснення, виконують завдання. Введення в школі інтерактивних методик дає можливість докорінно змінити ставлення до об'єкта навчання. Підхід до учня, який знаходиться в центрі процесу навчання, базований на повазі до його думки, на спонуканні до активності, на заохоченні до творчості. Він полягає, насамперед, у підвищенні навчально-виховної ефективності занять, і як наслідок — у значному зростанні рівня реалізації принципів свідомості, активності й якості знань, умінь і навичок. Цей підхід має назву „навчання за методом участі" або інтерактивне навчання, коли створюється можливість обговорення кожної проблеми, доведення, аргументування власного погляду.

Інтерактивними називають методи, що дозволяють вчитися взаємодіяти між собою; а навчання — інтерактивним, якщо воно побудоване на взаємодії всіх, хто навчається, включаючи педагога. «Інтерактивний — означає здатність взаємодіяти чи знаходитись в режимі бесіди, діалогу з чим-небудь (наприклад, комп'ютером) або ким-небудь (людиною)» [2]. Отже, інтерактивне навчання — це перш за все діалогове навчання, в ході якого здійснюється взаємодія вчителя та учня.

За часи Радянського Союзу використання інтерактивних методів широко практикувалося у 20-х роках XX ст.(проектний, лабораторно-бригадний метод, виробничі, трудові екскурсії, практики). Подальша розробка цих методів присутня в працях В.О.Сухомлинського (60-ті рр.), а також в «педагогіці співпраці»(70-80-ті рр.) , про яку говорилося в роботах В.Ф. Шаталова, Ш.А. Амонашвілі, С.Н. Лисенкової та ін. Особливої уваги заслуговує досвід американських колег, оскільки в останні десятиліття XX ст. там проводилися багаточисленні експерименти та наукові дослідження в області інтерактивних методів, розроблені відповідні рекомендації для вчителів. Дослідження, проведені у 80-х рр. національним тренінговим центром (США, штат Мєріленд), показали, що інтерактивні методи дозволяють різко збільшити відсоток засвоєння матеріалу. Результати цього дослідження відображено у діаграмі, яка отримала назву «піраміда навчання».

На цій діаграмі можна побачити, що найменший процент засвоєння мають пасивні методики (лекція-5%, читання – 10%), а найбільший — інтерактивні (дискусійні групи – 50%, практика через дію – 70%, навчання інших чи негайне використання – 90%) [1].

Усе викладене вище зовсім не означає, що при вивченні фізики потрібно використовувати лише інтерактивне навчання. Є такі учні, які добре засвоюють матеріал при читанні (розвинена зорова пам'ять). Але можна погодитися, що в середньому закономірність, відображену «пірамідою», можуть простежувати практично усі педагоги, та не треба забувати, що для навчання важливі всі рівні пізнання, кожному з яких притаманні свої методичні особливості.

Фізика — одна з найскладніших дисциплін, що вивчається у школі. Тому перед нами постає проблема, для розв'язання якої ми повинні:

• проаналізувати інтерактивні методики та технології;

• провести їх класифікацію;

• визначити можливість їх використання на уроках фізики.

Аналіз літератури показав, що можна виділити кілька класифікацій інтерактивних технологій. Кожна класифікація залежить від того, хто і як розуміє той чи інший метод чи прийом.

Найбільш відомими є такі:

• технології кооперативного навчання (робота в парах, ротаційні трійки, карусель, два – чотири – всі разом, робота в малих групах, коло ідей);

• технології колективно-групового навчання (мікрофон, незакінчені речення, мозковий штурм, навчаючи – учусь або «Броунівський рух», ажурна пилка, дерево рішень);

• технології ситуативного моделювання (симуляції або імітаційні гри, судове слухання, рольова гра);

• технології дискусійних питань (метод ПРЕС, займи позицію, зміни позицію, неперервна шкала думок, дискусія, ток-шоу) [2], [3], [4].

Результати опитування вчителів фізики та практика свідчать про те, що в реальному навчанні тільки невелика кількість вчителів використовує інтерактивні методи. Нестандартні уроки проводяться дуже рідко, найчастіше під час перевірок та атестацій, коли від вчителя очікують на щось цікаве, незвичайне.

Організація інтерактивного навчання вимагає від вчителя високого рівня підготовки як методичної, яка визначає зміст та методи проведення нестандартного уроку фізики, так і практичної. Підготовка, перш за все, передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації [6].

Аналіз значної кількості публікацій показав, що пропоновані прийоми і навіть конкретні розробки уроків з фізики навряд чи будуть використані у реальному навчальному процесі.

Назвемо причини такого положення:

— проведення інтерактивного уроку з фізики потребує довготривалої підготовки; вчитель має визначити цілі і задачі, які потрібно реалізувати та результат, який він очікує від учнів, намітити шляхи її досягнення; побудувати модель уроку; завчасно організувати підготовку учнів;

— використання описаних технологій потребує значно більших затрат навчального часу у порівнянні із традиційними, тому їх використання є виправданим лише за умови значного підвищення ефективності навчання фізики;

— доволі часто у пропонованих у літературі для вчителів рекомендаціях невірно трактуються і описуються відповідні прийоми, під модними назвами реально криються всім добре відомі традиційні методи опитування;

— учні не звикли до подібного роду роботи на уроці і тому вчителю буває дуже важко сконцентрувати їх увагу та досягти поставленої мети. Наприклад, в процесі дискусії на уроці вчитель повинен контролювати кожний крок уроку, бо дуже часто цей метод призводить до нехтування основної дидактичної мети, яку було поставлено на початку уроку. Як наслідок — урок буде невдалим, час — марно втраченим.

У результаті організації навчальної діяльності із застосуванням інтерактивних технологій на уроках фізики в учнів розвиваються й ускладнюються психічні процеси — сприйняття, пам’ять, увага, уява тощо; виявляються такі логічні операції як аналіз і синтез, абстракція й узагальнення, формуються воля й характер тощо; при використанні різноманітних видів творчої діяльності на уроках в учнів розвиваються здібності та проявляється інтерес до предмета. Велика кількість різноманітних і доступних учням видів робіт, включених у зміст знань, де застосовуються інтерактивні технології, дає поживу для розуму, розвиває уяву, спостережливість, розширює кругозір, знайомить з важливими елементами професійної діяльності, впливає на формування стійких пізнавальних інтересів, а в майбутньому – і на вибір професії [5].

Список використаних джерел:

1. Інтерактивні технології на уроках математики: навч.посіб./ Уклад.:-І.С.Маркова. – Х.: Вид.група «Основа», 2009. – 126,(2)с.
2. Інтерактивні технології навчання: теорія, досвід: методичний посібник./Авт.-уклад.: – О.Пометун, Л.Пироженко. – 2007р.
3. Інтерактивні технології навчання // http://www.tolerspace.org.ua
4. *Маслова Л.В.* Активные и интерактивные методы преподавания // http://www.urokam.net.ua
5. http://pedagogika.ucoz.ua
6. http://www.osvitaua.com

The article discusses issues related to the characteristics of interactive methods in physics lessons.

Key words: *interactive teaching methods, interactive technology.*

УДК 372. 141. 1

Дилян Н.С., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Панчук О.П.,** кандидат педагогічних наук, доцент

НЕСТАНДАРТНИЙ УРОК ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ РОЗУМОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті вказано на значну роль нестандартних уроків в процесі навчально-пізнавальної активності учнів в процесі вивчення фізики та їх вплив на розумову діяльність учнів.

Ключові слова: *нестандартні уроки, пізнавальна активність, розумова діяльність, творчість.*

Вимоги сучасної концепції фізичної освіти, перевантаження інформаційного простору, важкість сприйняття матеріалу і значна його формалізація, приводять до зниження інтересу учнів до уроків фізики. Ці фактори змушують учителів шукати нові, більш раціональні форми, методи навчання, орієнтовані на індивідуальну, колективну і групову форми роботи учнів на уроці. Основною характеристикою традиційної системи освіти є конкретно-практичні знання, викладені у вигляді готових зразків. Традиційна методика викладання предметів спрямована здебільшого на запам'ятовування програмового матеріалу і відтворення його. Нині у школах потрібно змінювати пріоритети цілей навчання: на перший план треба висувати його розвиваючу функцію, культ самостійності і нестандартності думок [1].

Стратегія розвитку освіти в Україні відповідно до національної програми "Освіта" передбачає використання світового досвіду для створення системи освіти, яка б відповідала стандартам XXI ст. До таких наукових розробок належить система розвивального навчання, що є прообразом принципово нової системи освіти [2]. Його основна мета – розвиток здібностей дитини, на відміну від "навчання", де відбувається механічне засвоєння знань. Розвивальна мета реалізується на всіх уроках в початкових класах. Якщо учень залишається звичайним виконавцем і йому не вдається відчути задоволення від творчості, то сформувати стійкі пізнавальні інтереси не можливо. Розвивальні можливості уроку мають такі важливі напрями роботи:

1) розвиток процесів сприймання;
2) оволодіння загально-навчальних умінь і навичок;
3) нагромадження індивідуального досвіду пошукової діяльності;
4) розвиток уяви, уваги.

Розвиваючи пізнавальні здібності, розвиваючи мислення, просторову уяву, фантазію, пам'ять, увагу дітей, допомагає дитині володіти вмінням аналізувати, порівнювати, узагальнювати, проявляти кмітливість і винахідливість. Правильно підібрані і добре організовані уроки з фізики, уроки-ігри, естафети, уроки КВН, логічні задачі, вправи для розвитку уяви, пам’яті, уваги сприяють усесторонньому, гармонійному розвитку школярів, допомагають виробити необхідні в житті і навчанні корисні навики і якості.

Особливість нестандартних уроків полягає в такому структуруванні змісту і форми, яке викликало б інтерес в учнів, сприяло їх оптимальному розвитку і вихованню. До нестандартних уроків належать:

- Уроки змістовної спрямованості. Їх основним компонентом є взаємини між учнями, засновані на змісті програмного матеріалу – уроки-семінари, уроки-конференції, уроки-лекції.
- Уроки на інтегрованій основі. Їм властиве викладення матеріалу кількох тем блоками, розгляд об’єктів, явищ в їх цілісності та єдності – уроки-комплекси, уроки панорами.
- Міжпредметні уроки. Мета їх –“спресувати” споріднений матеріал кількох предметів.
- Уроки –змагання. Передбачають поділ дітей на групи, які змагаються між собою, створення експертної групи, проведення різноманітних конкурсів, оцінювання їх результатів – уроки-КВК, уроки-аукціони, уроки-вікторини, уроки-турніри, уроки-конкурси.
- Уроки суспільного огляду знань. Особливості цих уроків полягають в опрацюванні найскладніших розділів навчальної програми, відсутності суб’єктивізму при оцінюванні – уроки-творчі звіти, уроки-заліки, уроки - експромт - екзамени, уроки-консультації, уроки взаємо навчання, уроки консиліуми. Проводять їх наприкінці чверті, семестру, року.
- Уроки комунікативної спрямованості. Передбачають використання максимально різноманітних мовних засобів, самостійне опрацювання матеріалу, підготовку доповідей, обговорення – уроки усні журнали, уроки-діалоги, уроки-роздуми, уроки-диспути, уроки прес–конференції, уроки-репортажі, уроки-панорами.
- Театралізовані уроки. Вони викликають емоції, збуджують інтерес до навчання, спираючись переважно на образне мислення, фантазію, уяву учнів – уроки-спектаклі, уроки-концерти, кіно-уроки, дидактичний театр.
- Уроки-подорожування, уроки-дослідження. Зацікавлюють дітей, чиї інтереси мають романтичну, фантастичну спрямованість. Пов’язані з виконанням ролей, відповідним оформленням, умовами проведення, витівками.
- Уроки з різновіковим складом учнів. Їх проводять з учнями різного віку, спресовуючи у різні блоки матеріал одного предмета, що за програмою вивчається у різних класах.
- Уроки – ділові, рольові ігри. Передбачають виконання ролей за певним сценарієм, імітацію різнопланової діяльності, життєвих явищ.
- Уроки драматизації. Спрямовані на розвиток співробітництва і єдності у навчальній групі – драматична гра, п’єси з ляльками [3].

Саме нетрадиційні уроки з фізики дозволяють детально і послідовно вирішувати проблему розвитку розумових здібностей та психічних особливостей учнів для того, щоб вдосконалити розвивальну мету кожного уроку з усіх предметів у всіх класах. Надзвичайно важливими з огляду на становлення особистості школярів є теми курсу, що сприяють ознайомленню зі способами само вивчення, самоспостереження, формування адекватної самооцінки, ознайомленню учнів з прийомами спілкування, розвитку уміння знаходити моральний вихід з суперечливих ситуацій, формуванню в учнів прагнення оцінювати інших, виходячи з їх моральних та людських якостей [5].

Ставлення дітей до таких уроків є надзвичайно позитивним: відсутня скутість, закомплексованість, страх помилки чи негативного результату. Діти з радістю, задоволенням і азартом працюють над логічними задачами, вправляються в розвитку уваги, пам'яті, творчості, уяви. Цей азарт діти переносять і в сім'ї, залучаючи до інтелектуальної праці батьків. Зовсім іншими очима діти дивляться і на вчителя, що разом з ними розв'язує цікаві завдання, дає пізнавальну інформацію. Вчитель для них стає другом, порадником, що ділиться своїми знаннями з дітьми. Такі уроки подобаються учням, вони дають можливість для самовираження, самореалізації дитини в класі, розкриттю творчих здібностей і задатків учнів, розкриває ораторську майстерність і акторські навички. Тому головним завданням нестандартних уроків є спонукання учнів до самостійної пошуково-творчої діяльності, спритності, виявлення організаторських здібностей, наполегливості у досягненні мети, створення продуктивної творчої діяльності.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Концепція управління навчально-пізнавальною діяльністю в навчанні фізики / П.С. Атаманчук // Фізика та астрономія. – 1999. №3. – С. 3-6.
2. Буйніцька О. Елементи цікавої фізики та експерименту під час вивчення фізики / О. Буйніцька // Фізика та астрономія в школі. – 2005. – №2. – С. 41.
3. Левінська М.Г. Навчальні ігри з фізики як засіб активізації учнів / М.Г. Левінська // Збірник статей "Вивчення фізики в школі" за ред. Є.В.Коршака. – К. : Радянська школа, 1986. – С. 23-27.
4. Олійник В. Активізація пізнавальної діяльності учнів 7-8 класів на уроках фізики / В. Олійник // Фізика та астрономія. – 1998. – №4. – С. 38-40.
5. Протасова О. Роль дидактичних ігор у процесі вивчення фізики / О. Протасова // фізика та астрономія в школі. – 1999. - №4. – С. 10-12.

In this paper indicated the significant role of non-standard lessons in the process of teaching and learning activities of students in the study of physics and their impact on the mental activity of students.

Key words: *unconventional lessons, cognitive activity, mental activity, creativity.*

УДК 373.5.16:53

Добруха С.М., студент фізико-математичного факультету
Науковий керівник**: Рачковський О.М.,** старший викладач

ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНІХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ У ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Стаття присвячена проблемі підвищення ефективності процесу навчання фізики за допомогою використання домашніх експериментальних дослідів (завдань) під час вивчення шкільного курсу фізики.

***Ключові слова**: домашній дослід, завдання експериментів (спостережень), вимоги виконання дослідів.*

Актуальність теми. Актуальними питаннями у статті є постановка та виконання експериментальних дослідів у домашніх умовах.

Завдання. Охарактеризувати головні завдання домашніх експериментальних дослідів, вимоги, що пред'являються до їх виконання та методику роботи вчителя з домашніми експериментальними завданнями і дослідами.

Фізика є фундаментальною наукою, яка досліджує загальні властивості матерії, вивчає закономірності перебігу природних явищ у ній, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу [1].

Вже у визначенні фізики як науки закладено поєднання в ній як теоретичної, так і практичної частин. За найважливіше я вважаю те, щоб в процесі навчання учнів фізики вчитель зміг якомога повніше продемонструвати своїм учням взаємозв'язок між цими частинами. Розповідь вчителя про фізичні закони і явища – це фундамент, що закладає основу освіти в учнів, введення до всього його теоретичного і практичного навчання. Тому розповідь вчителя має бути зрозумілою, простою, точною і виразною, яскравою і барвистою. Але без експерименту немає і не може бути раціонального вивчення фізики. Тільки одне теоретичне навчання фізики неминуче приводить до її механічного заучування. Теорію завжди потрібно пояснювати за допомогою демонстрацій та дослідів.

Якщо розповідь викладача є введенням в теоретичне і практичне навчання фізики, то основою практичного навчання є демонстраційний експеримент, фронтальні лабораторні роботи та домашні експериментальні досліди і спостереження.

До позаурочних та домашніх експериментальних дослідів і спостережень відносять прості досліди, які виконуються учнями у вільний час, та спостереження, які проводяться у буденному житті, на природі, у промисловому та сільськогосподарському виробництві, виключаючи безпосередній контроль з боку учителя за ходом спостережень чи досліджень. Для таких робіт здебільшого використовують предмети побутового призначення, прості вимірювальні засоби та підручні матеріали, саморобні прилади, іграшкові набори, «конструктори» та комплекти [1].

Головні завдання домашніх експериментальних дослідів:

– формувати уміння спостерігати фізичні явища в природі і в повсякденні;

– формувати уміння виконувати вимірювання за допомогою вимірювальних засобів, що використовуються в побуті;

– формувати інтерес до експерименту і до вивчення фізики;

– формувати самостійність і активність.

Домашні лабораторні роботи можуть бути класифіковані залежно від використовуваного при їх виконанні обладнання:

– роботи, в яких використовуються предмети домашнього ужитку і підручні матеріали (мірний стакан, рулетка, побутові ваги і тому подібне);

– роботи, в яких використовуються саморобні прилади (ваги важелів, електроскоп та ін.);

– роботи, що виконуються на приладах, які випускаються промисловістю.

Одне з найважливіших завдань школи – навчити дітей вчитися, закріпити їх здібність до саморозвитку в процесі освіти, для чого необхідно сформувати у школярів відповідні стійкі бажання, інтереси, уміння. Велику роль в цьому грають експериментальні завдання з фізики та короткочасні спостереження. Чим більше спостережень фізичних явищ, дослідів виконає учень, тим краще він засвоїть матеріал, що вивчається.

Домашні досліди і спостереження з фізики мають свої характерні особливості, будучи надзвичайно корисним доповненням до класних і взагалі шкільних практичних робіт.

Вимоги, що пред'являються до домашніх експериментів.

Перш за все, це звичайно безпека. Оскільки дослід проводиться учнем у будинку самостійно, без безпосереднього контролю вчителя, то в ньому не повинно бути ніяких хімічних речовин і предметів, що мають загрозу для здоров'я дитини і його домашнього оточення. Дослід не повинен вимагати від учня яких-небудь істотних матеріальних витрат, при проведенні досліду повинні використовуватися предмети і речовини, які є практично в кожному будинку: посуд, банки, пляшки, вода, сіль і так далі. Виконуваний в домашніх умовах школярами експеримент має бути простим по виконанню і устаткуванню, але, в той же час, бути цінним в подальшому вивченні і розумінні фізики, бути цікавим за змістом. Оскільки вчитель не має можливості безпосередньо контролювати виконуваний учнем вдома дослід, то його результати мають бути відповідним чином оформлені (приблизно так, як це робиться при виконанні фронтальних лабораторних робіт). Результати досліду, проведеного учнями вдома, слід обов'язково обговорити і проаналізувати на уроці. Роботи учнів не мають бути сліпим наслідуванням сталих шаблонів, вони повинні містити в собі прояв власної ініціативи, творчості, пошуків нового. На основі вищесказаного коротко сформулюємо ***вимоги, що*** пред'являються до домашніх експериментальних завдань:

– безпека при проведенні;

– мінімальні матеріальні витрати;

– простота у виконанні роботи;

– мати цінність у вивченні і розумінні фізики;

– легкість подальшого контролю вчителем;

– наявність творчих здібностей.

Таким вимогам повинні відповідати досліди, які пропонує вчитель школярам для самостійного проведення в домашніх умовах.

Методика роботи вчителя з домашніми експериментальнимизавданнями

Оскільки одна з вимог до домашнього досліду – простота по виконанню, отже, їх застосування доцільно проводити на початковому етапі навчання фізики, коли в дітях ще не згаснула природна цікавість. До того ж навряд чи вдасться придумати експерименти для домашнього проведення з таких тем, як наприклад:"Електродинаміка" (окрім електростатики і простих електричних ланцюгів), "Фізика атома", "Квантова фізика".

Домашній експеримент можна задавати після проходження теми в класі. Тоді учні побачать на власні очі і переконаються в справедливості вивченого теоретично закону або явища. При цьому отримані теоретично і перевірені на практиці знання достатньо міцно відкладуться в їх свідомості.

А можна і навпаки, задати завдання додому, а після виконання провести пояснення явища. Таким чином, можна створити в учнів проблемну ситуацію і перейти до проблемного навчання, яке мимоволі народжує в учнів пізнавальний інтерес до матеріалу що вивчається, забезпечує пізнавальну активність учнів в ході навчання, веде до розвитку творчого мислення учнів. У такому разі, навіть якщо школярі не зможуть пояснити побачене вдома на досліді явище самі, то вони з цікавістю слухатимуть розповідь викладача.

Висновок. У роботі розглядаються домашні досліди і спостереження як один з видів самостійних експериментальних робіт з фізики, їх вплив на процес навчання школярів. У роботі були розглянуті завдання домашніх експериментальних дослідів, вимоги, що пред'являються до їх виконання та методика роботи вчителя з домашніми експериментальними завданнями.

Застосування домашніх експериментальних завдань у шкільному курсі позитивно позначиться на процесі навчання школярів фізики і на їх загальному розвитку. Потрібно у дітей розвивати самостійну творчість.

Список використаних джерел:

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

2. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності / П.С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський : К-ПДГП, 1997. – 136 с.

3. Газета «Фізика» – К. : Перше вересня, № 27, вересень 2007.

This article is devoted to the problem of strengthening the teaching of physics through the use of domestic experimental tasks (experiments) in the study of school physics course.

Key words: *home research, task experiments (observations), requirements for performance tests.*

УДК 517. 947

Дорош О.Р., магістрант фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Конет І.М.,** доктор фізико-математичних. наук, професор

ЕЛІПТИЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В ТРИШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПРОСТОРАХ

Методом інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру еліптичних крайових задач в тришарових циліндричних просторах.

Ключові слова: *еліптичне рівняння, крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D_k = \{(r,\varphi,z) : r \in \langle a;b\rangle; \varphi \in [0;2\pi); z \in (-\infty; l_1) \cup (l_1; l_2) \cup (l_2; +\infty) \equiv$$
$$\equiv I_1 \cup I_2 \cup I_3; l_1 \le 0; l_2 \ge 0; l_1^2 + l_2^2 \ne 0; k = 1,2\}$$

2π-періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними еліптичного типу 2-го порядку [1]

$$\left[a_{rj}^2\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}\right) + a_{zj}^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right]u_j - \chi_j^2 u_j = -f_j(r,\varphi,z); \qquad (1)$$

$z \in J_j; j = \overline{1,3}$

з крайовими умовами

$$\left.\frac{\partial^k u_1}{\partial z^k}\right|_{z=-\infty} = 0; \left.\frac{\partial^k u_3}{\partial z^k}\right|_{z=+\infty} = 0; k = 0,1; \qquad (2)$$

умовами спряження [2]

$$\left[\left(\alpha_{j1}^m\frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j1}^m\right)u_m - \left(\alpha_{j2}^m\frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j2}^m\right)u_{m+1}\right]\Bigg|_{z=l_m} = 0; \; j,m = 1,2 \qquad (3)$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку $\langle a;b\rangle$, де $a_{rj}, a_{zj}, \chi_j, \alpha_{jk}^m, \beta_{jk}^m -$ деякі невід'ємні сталі

$$c_{jm} = \alpha_{2j}^m\beta_{1j}^m - \alpha_{1j}^m\beta_{2j}^m \ne 0; \; j,k = 1,2; m = 1,2;$$

$f(r,\varphi,z) = \{f_1(r,\varphi,z); f_2(r,\varphi,z); f_3(r,\varphi,z)\}; -$ задана обмежена досить гладка функція;

$u(r,\varphi,z) = \{u_1(r,\varphi,z); u_2(r,\varphi,z); u_3(r,\varphi,z)\}; -$ шукана функція.

Побудуємо розв'язок розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $\langle a;b\rangle$.

1. Еліптична крайова задача в тришаровому циліндричному просторі

$\langle a;b\rangle \equiv (0;+\infty)$. У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконується крайові умови

$$u_j\Big|_{r=0}=0;\frac{\partial u_j}{\partial r}\Bigg|_{r=+\infty}=0; z\in J_j;\ j=\overline{1,3}. \tag{4}$$

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(4) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [3-5].

Побудований за відомою логічною схемою [6] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [3], інтегрального перетворення Фур'є-Беселя щодо радіальної змінної r [4] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій осі з двома точками спряження щодо змінної z [5], єдиний розв'язок еліптичної крайової задачі (1)-(4) визначають функції

$$u_j(r,\varphi,z)=\sum_{k=1}^{3}\int_0^\infty\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(r,c,\varphi-\alpha,z,\xi)\times \\ \times f_k(c,\alpha,\xi)\sigma_k c\,d\xi d\alpha dc;\ j=\overline{1,3}. \tag{5}$$

У формулах (5) беруть участь компоненти

$$E_{jk}(r,c,\varphi,z,\xi)=\frac{1}{\pi^2}\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon_m E_{jk,m}(r,c,z,\xi)\cos(m\varphi)$$

фундаментальні матриці розв'язків (фундаментальні функції) еліптичної крайової задачі (1)-(4), де

$$E_{jk,m}(r,c,z,\xi)=\int_0^\infty\int_0^\infty\frac{\mathrm{Re}\left[V_j(z,\beta)\overline{V_k(\xi,\beta)}\right]}{\beta^2+\alpha_{r3}^2\lambda^2+\chi_3^2}\Omega_2(\beta)J_m(\lambda r)J_m(\lambda,c)\lambda d\beta d\lambda$$

З використанням властивостей фундаментальних функцій $E_{jk}(r,c,\varphi,z,\xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(r,\varphi,z)$, визначені формулами (5), задовольняють рівняння (1), крайові умови (2), (4) та умови спряження (3) в сенсі теорії узагальнених функцій [7]. Можна довести [8], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (5) буде також класичним розв'язком задачі (1)-(4).

Зауваження 1. У випадку $a_{rj}=a_{zj}=a_j>0$ формули (5) визначають структуру розв'язку еліптичної крайової задачі (1)-(4) в ізотропному тришаровому циліндричному просторі.

Зауваження 2. Аналіз розв'язку (5) в залежності від аналітичного виразу функції $f_i(r,\varphi,z),\left(j=\overline{1,3}\right)$ проводиться безпосередньо.

2. *Еліптична крайова задача в тришаровому циліндричному просторі з порожниною*

$\langle a;b\rangle\equiv(R_0;+\infty)R_0>0.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\Bigg|_{r=R_0}=g_j(\varphi,r);\frac{\partial u_j}{\partial r}\Bigg|_{r=+\infty}=0; z\in J_j;\ j=\overline{1,3}. \tag{6}$$

Припустимо, що розв'язок задачі (1)- (3), (6) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [3-5].

Побудований методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо φ [3], інтегрального перетворення Вебера щодо r [4] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є щодо z [5], єдиний розв'язок еліптичної крайової задачі (1)- (3), (6) визначають функції

$$u_j(r,\varphi,z)=$$

$$=\sum_{k=1}^{3}\int_{R_0}^{\infty}\int_{0}^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(r,c,\varphi-\alpha,z,\xi)\,f_k(c,\alpha,\xi)\sigma_k c\,d\xi d\alpha dc\,+$$

$$+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{3}\int_{0}^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}W_{jk}(r,\varphi-\alpha,z,\xi)\,g_k(\alpha,\xi)\sigma_k c\,d\xi d\alpha;\ j=\overline{1,3}\,. \qquad (7)$$

У формулах (7) беруть участь компоненти $E_{jk}(r,c,\varphi,z,\xi)$ фундаментальної матриці розв'язків та компоненти

$$W_{jk}(r,\varphi,z,\xi)=R_0E_{jk}(r,R_0,\varphi,z,\xi)$$

матриці Гріна (функції Гріна) еліптичної крайової задачі (1)-(3), (6), де

$$E_{jk,m}(r,c,z,\xi)=$$

$$=\frac{1}{\pi^2}\int_0^{\infty}\int_0^{\infty}\frac{Re\left[V_j(z,\beta)\overline{V_k(\xi,\beta)}\right]\Omega_2(\beta)\,f_{m,o}(r,\lambda)\,f_{m,o}(c,\lambda)\lambda d\beta d\lambda}{(\beta^2+\alpha_{r3}^2\lambda^2+\chi_3^2)(A_{m,o}^2(\lambda)+B_{m,o}^2(\lambda))}.$$

З використанням властивостей фундаментальних функцій $E_{jk}(r,c,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_{jk}(r,\varphi,z,\xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_i(r,\varphi,z)$, визначені формулами (7), задовольняють рівняння (1), крайові умови (2), (6) та умови спряження (3) в сенсі теорії узагальнених функцій [7]. Можна довести [8], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (7) буде також класичним розв'язком задачі (1)-(3), (6).

Зауваження 3. У випадку $a_{rj}=a_{zj}=a_j>0$ формули (7) визначають структуру розв'язку еліптичної крайової задачі (1)-(3), (6) в ізотропному тришаровому циліндричному просторі з порожниною.

Зауваження 4. Параметр h дає можливість виділяти із формул (7) розв'язки періодичних еліптичних крайових задач у випадках задання на радіальній поверхні $r=R_0$ крайової умови Діріхле $(h\to\infty)$ та крайової умови Неймана $(h\to 0)$.

Зауваження 5. Аналіз розв'язку (7) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(r,\varphi,z),g_j(r,\varphi),\left(j=\overline{1,3}\right)$ проводяться безпосередньо.

Список використаних джерел:

1. Тихонов А.Н. Уравнения математический физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1972. – 735 с.

2. Боли Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэйнер. – М.: Мир, 1964. – 517 с.

3. Трантер К. Дж. Инегральные преобразования в математической физике / К. Дж. Трантер. – М.: Гостехтеориздант., 1956. – 204 с.

4. Ленюк М.П. Интегральные преобразования с разделенными переменными (Вебера, Фурье – Бесселя, Лежандра – Фурье) / М.П. Ленюк. – К., 1983. – 56 с. (Препринт / АНУССР. Ин-т математики; 83.18).

5. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П. Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.

6. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці : Прут, 2004. – 276 с.

7. Шварц Л. Математические методы для физических наук / Л. Шварц. – М. : Мир, 1965. – 412 с.

8. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е. Шилов. – М. : Наука, 1965. – 328 с.

The method of integral transforms constructed exact analytical solutions of algorithmic nature of elliptic boundary value problems in three-layer cylindrical spaces.

***Key words:** elliptic equation, boundary conditions, matching conditions, integral transformation, the main solutions.*

УДК 517.947

Жигульов О.В., магістрант фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Конет І.М.,** доктор фізико-математичних наук, професор

ПАРАБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В КУСКОВО-ОДНОРІДНИХ ЦИЛІНДРАХ

Методом інтегральних та гібридних інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру параболічних крайових задач в кусково-однорідних циліндрах.

***Ключові слова:** параболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$\mathrm{D} = \left\{ (t,r,\varphi,z) : t>0; r \in <a;b>; \varphi \in [0;2\pi); z \in I_n^+ \equiv \bigcup_{j=1}^{n+1} I_j = \right.$$
$$\left. = \bigcup_{j=1}^{n+1} (l_{j-1}; l_j) \; ; l_0 \ge 0; l_k < l_{k+1}; l_{n+1} \equiv l < +\infty \right\}$$

2π – періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними параболічного типу 2-го порядку [1]

$$\frac{\partial u_j}{\partial t} - \left[a_{rj}^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) + a_{zj}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] u_j + \chi_j^2 u_j = f_j(t,r,\varphi,z);$$
$$z \in I_j; \; j = \overline{1, n+1} \qquad (1)$$

з початковими умовами

$$u_j(t,r,\varphi,z)\Big|_{t=0} = g_j(r,\varphi,z); z\in I_j; j=\overline{1,n+1}, \quad (2)$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)u_1\Big|_{z=l_0} = g_0(t,z,\varphi); \left(\alpha_{22}^{n+1}\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{22}^{n+1}\right)u_{n+1}\Big|_{z=l} = g_l(t,z,\varphi), \quad (3)$$

умовами спряження [2,3]

$$\left[\left(\alpha_{j1}^k\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j1}^k\right)u_k-\left(\alpha_{j2}^k\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j2}^k\right)u_{k+1}\right]\Big|_{z=l_k} = 0;\ j=1,2; k=\overline{1,n}$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку $\langle a;b\rangle$,

де $\alpha_{rj},\alpha_{zj},\chi_j,\alpha_{js}^k,\beta_{js}^k -$ деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jk}=\alpha_{2j}^k\beta_{1j}^k-\alpha_{1j}^k\beta_{2j}^k\neq 0; c_{1k}c_{2k}>0; \left|\alpha_{11}^0\right|+\left|\beta_{11}^0\right|\neq 0; \left|\alpha_{22}^{n+1}\right|+\left|\beta_{22}^{n+1}\right|\neq 0;$$

$$f(t,r,\varphi,z)=\left\{f_1(t,r,\varphi,z), f_2(t,r,\varphi,z),\ldots, f_{n+1}(t,r,\varphi,z)\right\};$$

$$g(r,\varphi,z)=\left\{g_1(r,\varphi,z), g_2(r,\varphi,z),\ldots, g_{n+1}(r,\varphi,z)\right\};$$

$g_0(t,r,\varphi), g_i(t,r,\varphi) -$ задані обмежені досить гладкі функції;

$u(t,r,\varphi,z)=\left\{u_1(t,r,\varphi,z), u(t,r,\varphi,z),\ldots, u_{n+1}(t,r,\varphi,z)\right\} -$ шукана функція.

Побудуємо розв'язок розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $\langle a;b\rangle$. Зауважbмо, що випадки $\langle a;b\rangle\equiv(0;+\infty)$, та $\langle a;b\rangle\equiv(R_0;+\infty), R_0>0$ розглянуто в [4].

1. Параболічна крайова задача в кусково-однорідному суцільному циліндрі $\langle a;b\rangle\equiv(0;R), R_0<+\infty.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови.

$$u_j\big|_{r=0}=0; \left(\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\Big|_{r=R}=\theta_j(t,\varphi,z); z\in I_j; j=\overline{1,n+1}, \quad (5)$$

де $h-$ деяка невід'ємна стала;

$\theta(t,\varphi,z)=\left\{\theta_1(t,\varphi,z),\theta_2(t,\varphi,z),\ldots,\theta_{n+1}(t,\varphi,z)\right\} -$ задана обмежена досить гладка функція.

Припустимо, що розв'язок задачі (1)–(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [5–7].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [5], скінченного інтегрального перетворення Ганкеля 1-го роду щодо радіальної змінної r [6] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовому сегменті $[l_0;l]$ з n точками спряження щодо змінної z [7], єдиний розв’язок параболічної крайової задачі (1)–(5) визначають функції

$$u_j(t,r,\varphi,z)=$$
$$=\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\,f_k(r,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+$$
$$+\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)g_k(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \qquad (6)$$
$$+\int_0^t\int_0^R\int_0^{2\pi}\Big[W_j^0(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)g_0(\tau,\rho,\alpha)+$$
$$+W_j^l(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)g_l(\tau,\rho,\alpha)\Big]\rho d\alpha d\rho d\tau+$$
$$+\alpha_{rj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}W_{jk}(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi)\theta_k(\tau,\alpha,\xi)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,n+1}.$$

У формулах (6) беруть участь компоненти

$$E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)=\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon_m E_{jk,m}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)\cos(m\varphi)$$

матриці впливу (функції впливу), компоненти

$$W_j^0(t,r,\rho,\varphi,z)=-\sigma_1 a_{z1}^2\left(a_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}(t,r,\rho,\varphi,z,l_0)$$

нижньої аплікатної матриці Гріна (функції Гріна)? Компоненти

$$W_j^i(t,r,\rho,\varphi,z)=\sigma_{n+1}a_{z,n+1}^2\left(a_{22}^{n+1}\right)^{-1}E_{j,n+1}(t,r,\rho,\varphi,z,l_0)$$

верхньої аплікатної матриці Гріна (функції Гріна) та компоненти

$$W_{jk}(t,r,\varphi,z,\xi)=RE_{jk}(t,r,R,\varphi,z,\xi)$$

радіальної матриці Гріна (функції Гріна) розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)=\frac{1}{2\pi}\sum_{S=1}^{\infty}\sum_{P=1}^{\infty}G(t,\beta_p,\lambda_s)\frac{J_m(\beta_p r)J_m(\beta_p\rho)}{\left\|J_m(\beta_p r)\right\|^2}\times$$
$$\times\frac{V_j(z,\lambda_s)V_k(\xi,\lambda_s)}{\left\|V(z,\lambda_s)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,n+1};$$

$G(t,\beta_p,\lambda_s)=\exp\left[-\left(\lambda_s^2+\alpha_{r1}^2\beta_i^2+\chi_1^2\right)t\right]$; $J_m(x)-$ функція Бесселя.

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j^0(t,r,\rho,\varphi,z),W_j^i(t,r,\rho,\varphi,z),W_{jk}(t,r,\varphi,z,\xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$, визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (5) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [8]. Єдиність розв’язку (6) випливає із його структури та єдиності головних розв’язків задачі (функцій впливу та функцій Гріна). Можна довести [9], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (6) буде також класичним розв'язком параболічної крайової задачі (1) – (5).

Зауваження 1. У випадку $\alpha_{rj} = \alpha_{zj} \equiv \alpha_j > 0$ формули (6) визначають структуру розв'язку параболічної крайової задачі (1) – (5) в ізотропному кусково-однорідному суцільному циліндрі.

Зауваження 2. Параметри $\alpha_{11}^0, \beta_{11}^0; \alpha_{22}^{n+1}, \beta_{22}^{n+1}$ дають можливість виділяти із формул (6) розв'язки крайових задач у випадках задання на поверхнях $z = l_0, z = l$ крайових умов 1-го, 2-го й 3-го роду та їх можливих комбінацій.

Зауваження 3. Параметру h дає можливість виділяти із формул (6) розв'язки крайових задач у випадках задання на радіальній поверхні $r = R$ крайової умови 1-го роду $h \to \infty$ та 2-го роду $(h \to 0)$.

Зауваження 4. Аналіз розв'язку (6) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(t,r,\varphi,z), g_j(r,\varphi,z), g_0(t,r,\varphi), g_i(t,r,\varphi), \theta_j(t,\varphi,z)$ проводиться безпосередньо.

2. Параболічна крайова задача в кусково-однорідному порожнистому циліндрі $\langle a;b \rangle \equiv (R_0;R), R_0 > 0, R_0 < +\infty.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r} + h_1\right)u_j\Big|_{z=R_0} = \theta_j^1(t,\varphi,z); \left(\frac{\partial}{\partial r} + h_2\right)u_j\Big|_{r=R} = \theta_j^2(t,\varphi,z); z \in I_j; j = \overline{1,n+1} \quad (7)$$

де $h_1, h_2 -$ деякі невід'ємні сталі;

$\theta^1(t,\varphi,z) = \left\{\theta_1^1(t,\varphi,z), \theta_2^1(t,\varphi,z), \ldots, \theta_{n+1}^1(t,\varphi,z)\right\};$

$\theta^2(t,\varphi,z) = \left\{\theta_1^2(t,\varphi,z), \theta_2^2(t,\varphi,z), \ldots, \theta_{n+1}^2(t,\varphi,z)\right\} -$ задані обмежені досить гладкі функції.

Припустимо, що розв'язок задачі (1) – (4), (7) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [5 – 7].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченого інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [5], інтегрального перетворення Ганкеля 2-го роду щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовому сегменті $[l_0, l]$ з n точками спряження щодо змінної z [7], єдиний обмежений розв'язок параболічної крайової задачі (1) – (4), (7) визначають функції

$$u_j(t,r,\varphi,z) =$$
$$= \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^t \int_{R_0}^{R} \int_0^{2\pi} \int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\, f_k(r,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k \rho d\xi d\alpha d\rho d\tau +$$
$$+\sum_{k=1}^{n+1} \int_{R_0}^{R} \int_0^{2\pi} \int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\, g_k(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k \rho d\xi d\alpha d\rho +$$
$$+\int_0^t \int_{R_0}^{R} \int_0^{2\pi} \Big[W_j^0(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)\, g_0(\tau,\rho,\alpha) + \qquad (8)$$
$$+W_j^l(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)\, g_l(\tau,\rho,\alpha)\Big] \rho d\alpha d\rho d\tau +$$
$$+\alpha_{rj}^2 \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^t \int_0^{2\pi} \int_{l_{k-1}}^{l_k} [W_{jk}^1(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi)\,\theta_k^1(\tau,\alpha,\xi) +$$
$$+W_{jk}^2(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi)\,\theta_k^2(\tau,\alpha,\xi)]\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,n+1}.$$

У формулах (8) беруть участь компоненти $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ матриці впливу, компоненти $W_j^0(t,r,\rho,\varphi,z), W_j^i(t,r,\rho,\varphi,z)$ аплікатних матриць Гріна, компоненти $W_{jk}^1(t,r,\varphi,z,\xi) = R_0 E_{jk}(t,r,\varphi,z,\xi)$ лівої радіальної матриці Гріна та компоненти $W_{jk}^2(t,r,\varphi,z,\xi) = RE_{jk}(t,r,R,\varphi,z,\xi)$, правої радіальної матриці Гріна розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi) = \frac{1}{2\pi} \sum_{S=1}^{\infty} \sum_{p=1}^{\infty} G(t,\beta_p,\lambda_s) \frac{f_{m,0}(\beta_p r,\beta_p R)\, f_{m,0}(\beta_p \rho,\beta_p R)}{\left\| f_{m,0}(\beta_p r,\beta_p R)\right\|^2} \times$$
$$\times \frac{V_j(z,\lambda_s) V_k(\xi,\lambda_s)}{\left\| V(z,\lambda_s)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,n+1}.$$

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j^0(t,r,\rho,\varphi,z)$, $W_j^i(t,r,\rho,\varphi,z)$, $W_{jk}^s(t,r,\varphi,z,\xi)$, (s=1,2) безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$ визначені формулами (8), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (7) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [8]. Єдиність розв’язку (8) випливає із його структури та єдиності головних розв’язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). Можна довести [9], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв’язок (8) буде також класичним розв’язком параболічної крайової задачі (1) – (4), (7).

Зазначимо, що: 1) зауваження 1,2 поширюється на випадок розглянутої крайової задачі; 2) параметри h_s, (s=1,2) дають можливість виділяти із формул (8) розв’язки крайових задач у випадках задання на радіальних поверхнях $r = R_0, r = R$ крайових умов 1-го роду й 2-го роду та їх можливих комбінацій; 3) аналіз розв’язку (8) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(t,r,\varphi,z)$, $g_j(r,\varphi,z)$, $g_0(t,r,\varphi)$, $g_i(t,r,\varphi)$, $\theta_j^1(t,\varphi,z)$, $\theta_j^2(t,\varphi,z)$ проводяться безпосередньо.

Список використаних джерел:

1. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1972. – 735 с.
2. Боли Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэнер. – М.: Мир, 1964. – 517 с.
3. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2004. – 204 с.
4. Жигульов О.В. Параболічні крайові задачі в кусково-однорідних циліндричних шарах / О.В. Жигульов // Молоді науковці Поділля: здобутки та перспективи досліджень, 19-20 березня 2012 р., Кам’янець-Подільський: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів і магістрантів. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Поділ. нац. ун-т ім. І.Огієнка, 2011. – С. 241-245.
5. Трантер К.Дж. Интегральные преобразования в математической физике / К. Дж. Трантер. – М.: Гостхтеориздат., 1956. – 204 с.
6. Ленюк М.П. Интегральные преобразования с разделенными переменными (Фурье, Ханкеля) / М.П. Ленюк. – К., 1983. – 60 с. – (Препр./ АН УССР. Ин-т математики: 83.4).
7. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П. Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
8. Шварц Л. Математические методы для физических наук / Л. Шварц. – М.: Мир, 1965. – 408 с.
9. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е. Шилов. – М.: Наука, 1965. – 328 с.

The method of integrated and hybrid integral transforms constructed exact analytical solutions of algorithmic nature of parabolic boundary value problems of piecewise-homogeneous cylindrical layers.

***Key words**: parabolic equations, initial and boundary conditions, matching conditions, integral transformation, the main solutions.*

УДК 373.5.016:512

Зборовець Т.Р., магістрантка фізико-математичного факультету
Науковий керівник**: Сморжевський Л.О.,** кандидат педагогічних наук, професор

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ТРИГОНОМЕТРИЧНІ РІВНЯННЯ І НЕРІВНОСТІ» В КУРСІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ 10 КЛАСІВ РІЗНИХ РІВНІВ

Розроблено методику вивчення теми «Тригонометричні рівняння і нерівності» в курсі алгебри і початків аналізу 10 класів різних рівнів, яка допоможе вчителям успішно здійснювати пояснення матеріалу та підвищувати при цьому пізнавальний інтерес учнів.

***Ключові слова**: тригонометричні рівняння, тригонометричні нерівності, рівневе навчання, прикладна спрямованість.*

Математика займає особливе місце у системі знань людства, виконуючи роль універсального та потужного методу сучасної науки.

Учням треба показувати застосування математики в житті, в трудовій діяльності людини, тренувати в застосуванні математичних знань для виконання обчислювальних, графічних і розрахункових робіт. Цим підвищується інтерес школярів до вивчення математики, закладаються основи правильного розуміння значення математики в житті людей [1].

Тригонометрія — один із самих складних та важливих розділів у шкільному курсі математики, виконання завдань з якого викликає серйозні проблеми у школярів.

Зацікавити школярів вивчати математику може прикладна спрямованість, пропонування завдань, що близькі до уподобань учнів. Щодо тригонометрії, одразу пригадується застосування у фізиці – гармонічні коливання. Необхідно також говорити й про інші застосування (навігація, акустика, оптика, електроніка, сейсмологія, метеорологія, океанологія, картографія, топографія та геодезія, архітектура, економіка, електронна техніка, машинобудівництво, комп’ютерна графіка, кристалографія). Викликає подив у школярів використання у медицині (ультразвукове дослідження, комп’ютерна томографія) [2].

З 2010-2011 навчального року у старшій школі вивчення математики диференціюється за чотирма рівнями: рівнем стандарту, академічним, профільним та поглибленим рівнем вивчення математики. Кожному рівню відповідає окрема програма та підручники.

Над розробленням методики вивчення тригонометричних рівнянь і нерівностей працювали такі методисти, як Бевз Г.П., Бевз В.Г., Слєпкань З.І. ті ін., але розроблені методики не задовольняють чотирьохрівневе навчання і не завжди відповідають новим підручникам з алгебри і початків аналізу для 10 класу.

У зв’язку з цим методика вивчення тригонометричних рівнянь та нерівностей, яка б відповідала цим чотирьом рівням, ще не розроблена.

Нами розроблена методика вивчення теми «Тригонометричні рівняння і нерівності» на рівні стандарту, академічному та профільному рівнях і відповідно до цього виділено особливості її вивчення на кожному рівні.

При розробці методики вивчення даної теми на рівні стандарту ми орієнтувалися на підручник [3].

Вивчення теми розпочинають із практичного застосування тригонометрії, щоб учні зрозуміли де використовують тригонометричні рівняння і нерівності. Далі дають означення тригонометричних рівнянь, найпростіших тригонометричних рівнянь. Після цього розглянути як розв'язується кожне з рівнянь $\sin x = a, \cos x = a, tgx = a, ctgx = a.$ Варто детально розглянути лише рівняння $\sin x = a, tgx = a,$ а для розв'язання рівнянь $\cos x = a, ctgx = a$ провести відповідно аналогічні міркування і лише записати розв'язки. Далі варто розглянути приклади розв'язування складніших тригонометричних рівнянь. Після цього розглядають загальні підходи до розв'язування найпростіших тригонометричних нерівностей. Детально розглядають розв'язання нерівностей $\sin x > a$ і $\sin x < a, tgx > a$ і $tgx < a.$ Аналогічно розв'язують нерівності виду $\cos x > a, \cos x < a$ та $ctgx > a$ і $ctgx < a$ відповідно. Тригонометричні нерівності розв'язують графічно. При закріпленні вивченого матеріалу не слід приділяти багато уваги громіздким перетворенням тригонометричних виразів.

При розробці методики вивчення даної теми на академічному рівні ми орієнтувалися на підручник [4].

Пояснення розпочинають з прикладної спрямованості теми, що вивчається. Далі детально розглядається розв'язання рівняння $\cos x = a.$ Аналогічно до попереднього вчитель з допомогою учнів виводить формулу коренів рівняння $\sin x = a.$ Аналогічні міркування проводять для розв'язання рівнянь $tgx = a, ctgx = a.$ Розглядають функцію $y = \arccos x$ та її властивості. Аналогічно – функції $y = \arcsin x, y = arctgx, y = arcctgx$ та їх властивості. Далі варто розглянути тригонометричні рівняння, які зводяться до алгебраїчних, прийоми та методи, за допомогою яких тригонометричні рівняння можна звести до найпростіших, дати означення однорідного рівняння та продемонструвати метод його розв'язування. Розв'язування тригонометричних нерівностей відбувається графічно та демонструється на прикладах.

При закріплення вивченого матеріалу складність вправ повинна бути вищою порівняно з попереднім рівнем.

При розробці методики вивчення даної теми на профільному рівні ми орієнтувалися на підручник [5].

Методика вивчення теми «Тригонометричні рівняння і нерівності» на профільному рівні порівняно з попереднім рівнем майже нічим не відрізняється. Відмінність полягає в тому, що на профільний рівень виділяється більше годин на вивчення теми. Тому її можна вивчити більш детальніше і глибше. При закріпленні вивченого матеріалу вправи повинні бути складнішими і різноманітнішими. Результати експерименту свідчать про ефективність розробленої методики.

Список використаних джерел:

1. Колягин Ю. М. О прикладной и практической направленности обучения математике / Ю. М. Колягин, В. В. Пикан // Математика в школе. – 1985. – № 6. – С. 27–32.

2. Бевз Г.П. Методика викладання математики: навч. посіб. / Г.П. Бевз – К.: Вища шк., 1989. − 367 с.

3. Бурда. М.І. Математика. 10 клас: підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: рівень стандарту / М.І. Бурда., Т.В. Колесник., Ю.І. Мальований., Н.А. Тарасенкова. – К.: Зодіак-ЕКО, 2010. – 288 с.

4. Мерзляк А.Г. Алгебра і початки аналізу. 10 клас: підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: академічний рівень / А.Г. Мерзляк, Д.А. Номіровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір. — Х.: Гімназія, 2010. — 352 с.

5. Мерзляк А.Г. Алгебра і початки аналізу. 10 клас: підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: профільний рівень / А.Г. Мерзляк, Д.А. Номіровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір. — Х.: Гімназія, 2010. — 416 с.

The method of studying the subject "trigonometric equations and inequalities in the course of algebra and elementary analysis 10 classes of different levels" to help teachers succeed in explaining the material and thus increase learning interest of students.

Key words: *trigonometric equations, trigonometric inequality, level of education, applied focus.*

УДК 519.62/.63

Зелінська О.В., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кріль С.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПРО СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ ТА ОБМЕЖЕННЯМИ І МЕТОДИ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановлено умови сумісності систем диференціальних рівнянь зі сталим запізненням та обмеженнями. Запропоновано новий варіант проекційно-ітеративного методу для таких задач і дано його обгрунтування

Ключові слова: *проекційно-ітеративний метод, стале запізнення, вектор-функція.*

Широкий спектр прикладних досліджень у різних галузях науки та техніки ґрунтується на побудові та вивченні математичних моделей, якими досить часто є різноманітні задачі для диференціальних, різницевих і функціонально-диференціальних рівнянь та їх систем.

Інтерес до вивчення таких задач значно зріс у минулому столітті. Зокрема у монографіях Л. Е. Ельсгольца, С. Б. Норкіна, А. Д. Мишкіса, Р. Беллмана, К. Кука закладено основи теорії функціонально-диференціальних рівнянь та їх систем.

Окремий клас задач для диференціально - функціональних та різницевих рівнянь становлять крайові задачі з параметрами. Розробці теорії та методів розв’язання таких задач присвячені роботи А. М. Самойленка, М. І. Ронто, А. Ю. Лучки, Ю. В. Теплінського та багатьох інших математиків.

В останні десятиліття розроблено методику дослідження диференціальних, інтегральних, інтегро-диференціальних рівнянь та їх систем з обмеженнями і запропоновано ефективні наближені методи знаходження їх розв’язків

Однак, не зважаючи на значну кількість публікацій у цьому напрямку, в літературі відсутні праці, присвячені дослідженню функціонально-диференціальних рівнянь з обмеженнями. Такі задачі представляють як теоретичний, так і прикладний інтерес, а тому встановлення умов сумісності та розробка наближених методів їх розв'язання є актуальною темою.

В цій статті запропоновано новий підхід до встановлення умов сумісності системи диференціальних рівнянь із запізненням та обмеженнями і новий варіант проекційно-ітеративного методу їх розв'язання.

1. **Постановка задачі.** Розглянемо систему функціонально-диференціальних рівнянь вигляду

$$\frac{d}{dt}x(t)+L(t)x(t)+M(t)x(t-\Delta)=f(t),t\in[a,b], \tag{1}$$

$$x(t-\Delta)=\varphi(t),t\in[a,a+\Delta) \tag{2}$$

$$\int_a^b S(t)x(t)dt=a \tag{3}$$

в якій $\Delta>0-$ стале запізнення, $L(t),M(t)$ та $S(t)-$ матриці розмірності $m\times m,m\times m,l\times m$ відповідно, елементи яких сумовні з квадратом на відрізком $[a,b]$, і $f\in L_2[a,b]$ та $\varphi\in L_2[a,a+\Delta)$, де $L_2[a,c]-$ простір вектор-функцій, компоненти яких сумовні з квадратом на відрізку $[a,b]$.

Задачу (1)-(3) вважатимемо сумісною, якщо існує така вектор-функція $x\in W_2^1[a,b]$, яка майже скрізь задовольняє систему рівнянь (1), умову (2)та обмеження (3). Якщо ж цього немає, задача несумісна.

Припустимо, не зменшуючи загальності, що $b=a+N\Delta$, переходимо від розгляду задачі (1)-(3) до розгляду еквівалентної їй крайової задачі для системи звичайних диференціальних рівнянь порядку mN.

$$\frac{dz}{ds}+P(s)z(s)=g(s),s\in(0,T) \tag{4}$$

$$z(0)=\gamma+jz(T), \tag{5}$$

з обмеженнями

$$\int_0^T V(s)z(s)ds=a, \tag{6}$$

де матриці $P(s),j,V(s)$ вектор-функції $z(s),g(s)$ та вектори $\gamma,\alpha-$ описуються пункті 2.

При встановлені умов сумісності задачі (1)-(3) та по побудові її наближених розв’язків важливу роль відіграє допоміжна задача

$$\frac{d}{dt}x(t)+A(t)x(t)+B(t)x(t-\Delta)=u(t)+\Phi(t)\lambda, \tag{7}$$

$$x(t-\Delta)=\varphi(t), t\in[a,a+\Delta), \int_a^b S(t)x(t)dt=a \tag{8}$$

$$\int_a^b \Psi(t)\left(\frac{d}{dt}x(t)+L(t)x(t)+M(t)x(t-\Delta)-f(t)\right)dt=0 \tag{9}$$

В якій неперервні при $t\in[a,b]m\times m$ матриці $A(t),B(t),$ матриці $\Phi(t)$ та $\Psi(t)$ із сумовними з квадратом на $[a,b]$ елементами розмірності $m\times n$ та $v\times m$ відповідно і вектор-функція $v\in L_2[a,b]-$ задані, а вектор-функцію $x\in W_2^1[a,b]$ та вектор $\lambda\in\mathbb{R}^n$ потрібно визначити.

Тут і в подальшому вважаємо, що стовпці матриці $\Phi(t)$ і рядки матриці $\Psi(t)$ лінійно незалежні, а $n=l+v.$

Допоміжна задача (7)-(9) зводиться до рівносильної крайової задачі з обмеженнями вигляду

$$\frac{dz}{ds}+H(s)z=y(s)+E(s)\lambda, z(0)=\gamma+jz(T), \tag{10}$$

$$\int_0^T V(s)z(s)ds=a, \tag{11}$$

$$\int_0^T Z(s)\left(\frac{d}{ds}+P(s)\right)z(s)ds=\beta, \beta=\int_0^T Z(s)g(s)ds, \tag{12}$$

де матриці $H(s),E(s),j,V(s),P(s),$ вектор-функції $z(s),y(s),g(s)$ та вектор γ детально описуються в пункті 3.

Будуємо матриці

$$\Lambda\begin{pmatrix}\Lambda_1\\ \Lambda_2\end{pmatrix}, \tag{13}$$

де матриці Λ_1 та Λ_2, розмірності $l\times n$ та $v\times n$ відповідно, мають вигляд $\Lambda_{11}=\int_0^T U(s)Y(s)ds,\ \Lambda_{21}=\int_0^T V(s)\left(\frac{d}{ds}+P(s)\right)Y(s)ds,$

а $mN\times n$ матриці $Y(s)$ визначається із задачі

$$\frac{d}{ds}Y(s)+H(s)Y(s)=W(s),Y(0)=jY(T). \qquad (14)$$

Лема 2 Якщо $\det\Lambda\neq 0,$ то існують вектор-функції $h(s),r(s)$ та матриці $G(s,\xi),R(s,\xi)$ розмірності $mN\times mN,$ такі, що єдиний розв'язок задачі (10)-(12) зображується формулами

$$z(s)=h(s)+\int_0^T G(s,\xi)y(\xi)d\xi, w(s)=r(s)+\int_0^T R(s,\xi)y(\xi)d\xi \qquad (15)$$

і справджуються рівності

$$\int_0^T G(s,\xi)W(\xi)d\xi=0, W(s)+\int_0^T R(s,\xi)W(\xi)d\xi=0 \qquad (16)$$

Теорема 1 *Якщо матриця* $\Lambda,$ *яка визначається формулою (13) – не вироджена, то задача (1)-(3) сумісна тільки тоді, коли виконується умова*

$$r(s)+\int_0^T R(s,\xi)y(\xi)d\xi=0 \qquad (19)$$

де $y\in L_2[0,T]-$ *розв'язок системи інтегральних рівнянь (18).*

Розглянемо питання застосування до задачі (1)-(3) проекційно – ітеративного методу, суть якого полягає в тому, що, наближення визначається із допоміжної задачі

$$\frac{d}{dt}x_k(t)+A(t)+B(t)x_k(t-\Delta)=v_k(t)+\Phi(t)\lambda_k, t\in[a,b] \qquad (20)$$

$$x_k(t)=\varphi(t), t\in[a-\Delta,a], x_k(t)=\varphi(a), \int_a^b S(t)x_k(t)dt=a, \qquad (21)$$

$$\int_a^b \Psi(t)\left(\frac{d}{dt}x_k(t)+L(t)x_k(t)+M(t)x_k(t-\Delta)-f(t)\right)dt=0, \qquad (22)$$

де

$$v_k(t)=f(t)+C(t)x_{k-1}(t)+D(t)x_{k-1}(t-\Delta), \qquad (23)$$

Матриці $A(t),B(t),\Phi(t)$ та $\Psi(t)$ такі ж, як і в задачі (7)-(9), а матриці $C(t)=A(t)-L(t), D(t)=B(t)-M(t).$

Початкове наближення $x_0(t)$ визначаємо із задачі (20)-(22) при $k=0$ та заданій вектор-функції $v_0\in L_2[a,b].$

Встановлено умови збіжності методу (20)-(22).

Список використаних джерел:

1. Азбелев Н.В. Ввдение в теорию функционально-дифференциальных уравнений / Н.В. Азбелев, В.П. Максимов, Л.Ф. Рахматулина. – М.: Наука, 1991. – 280 с.
2. Лучка А.Ю. Методи розв’язування рівнянь з обмеженнями і проекційно-ітеративний метод Ю. Д. Соколова / А.Ю. Лучка // Укр. мат. журн – Т. 48, №11. – с. 1501-1509.

In this paper,conditions of consistency for systems of differential equations with contant delay and restrictions are established. The new modification of projection-iterative method for such problems is proposed and substantiantiated.

***Key words**: projection-iterative method, constant delay, the vector function.*

УДК 681.3.06

Зозуляк М.О., студент 3 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Андруховський А.Б.**, старший викладач

SOLVER FOUNDATION FRAMEWORK В ПЛАТФОРМІ .NET

Дана стаття коротко описує можливості API інтерфейсу Solver Foundation та використання мови OML у програмному продукті MS Excel. Розглядається приклад розв’язання задачі оптимізації з допомогою OML у MS Excel.

***Ключові слова:** .NET Framework, Solver Foundation, OML, Excel, задачі оптимізації.*

У наш час розробляється багато різних програмних продуктів, які у своїй основі мають математичні моделювання, аналіз, статистику, оптимізацію. Тобто перед розробниками програмного забезпечення полягало питання не лише в правильному оформленні математичної моделі, але і у створенні алгоритму для оптимізації певної задачі.

Але з появою програмного продукту Solver Foundation вирішення таких задач отримало зовсім інший характер. Що правда буде актуальніше розглядати продукт Solver Foundation 3.0, який з’явився для платформи .NET Framework 4.0.

Solver Foundation – це .NET бібліотека, яка використовується для математичного програмування, моделювання та оптимізації. Математичне програмування використовується там, де потрібно знайти вирішення певної проблеми або задачі, тобто практично завжди: моделювання штучного інтелекту, бухгалтерські звіти, створення графіку спортивних змагань і т.д. Дана бібліотека допомагає .NET розробникам програмного забезпечення з легкістю оптимізувати свої рішення та зменшувати обсяг програмного коду.

Solver Foundation включає в себе: декларативну мову програмування (OML) для специфічних оптимізаційних моделей; .NET API інтерфейс та програми (Solver Foundation Services) для створення та аналізу моделей; потужні вмонтовані програмні вирішення (solvers). Загалом можна виділити такі основні характеристики:

- Моделювання та вирішення сценаріїв використовуючи певні умови та дані.

• Програмування на OML (Optimization Modeling Language), C#, F#, та інших мовах які підтримують .NET.

• Вбудовані такі відомі сервіси як Gurobi, Ziena Knitro, Frontline Solver Platform SDK, Mosek, FICO Xpress, LINDO, lp_solve.

• Інтерфейси та інструменти Microsoft Office Excel та SharePoint для створення та вирішення моделей.

Для роботи з Solver Foundation потрібно встановити додаток Microsoft Solver Foundation – Express Edition, який можна завантажити на офіційній веб-сторінці [1]. Solver Foundation можна використовувати у декількох різних видів проектах: моделювання в Excel, програмування на (OML), розробка з допомогою Solver Foundation Services (SFS), розробка з використанням Solver Foundation Solvers.

Моделювання в Excel характеризується вбудованим додатком Solver Foundation Excel add-in, який дозволяє імпортувати та експортувати моделі з файлів (.oml, .mps, .qps), встановлювати моделі з файлів .omlx та .cs, контрулювати та вирішувати модель. Optimization Modeling Language – алгебраїчна мова моделювання, яка розроблена для моделювання та вирішення моделі. Мова включає в себе ідентифікатори, коментарі, символьні літерали, булеві константи та довільні числові літерали. У Excel моделі створюються з допомогою OML у двох режимах – автоматичному та ручному. В автоматичному режимі потрібно вказувати у моделі параметри, які задаються за допомогою Data Binding (зв’язування даних), рішення, умови та цілі вирішення задачі, а програмний код буде формуватися автоматично. А в ручному режимі це все можна виконувати задавати створюючи програмний код.

Для спрощення розробки ПЗ можна використовувати шар Solver Foundation Services, який абстрагується від рівня “solver”. Замість того, щоб напряму використовувати класи Solvers, можна створювати моделі за допомогою Decision, Constraint та Goal об’єктів. SFS забезпечує чистий інтерфейс для визначення оптимізаційних моделей.

Програмісти можуть напряму працювати з Solver Foundation Solvers, такими як Simplex Solver для створення та вирішення моделей. Для розв’язку моделі з використанням Solver Foundation Solvers необхідно слідувати таким етапам: створити зразок рішення (solver), побудувати модель та оголосити цілі або об’єкти, ініціалізувати параметри рішення, запустити модель на виконання використовуючи відповідні параметри, отримати результат і сформувати відповіді.

Задача про дієту з’явилася разом з роботами Джорджа Стіглера (George Stigler 1945). Це одна з найперших задач оптимізації, яку досліджували в 1930-1940 роках. Поява цієї задача була мотивована армією, якій необхідно було створити такий раціон для своїх солдат, щоб знизити затрати при цьому не втрачаючи корисності даного раціону.

Але умову цієї задачі можна сформувати по-іншому. Набір вхідних даних буде складатися з двох таблиць:

Таблиця 1

Необхідна кількість калорій на добу одній людині вагою 65 кг

Калорії (на 1 кг ваги 45 Ккал)	2925	Ккал
Білки	120	Грам
Вуглеводи	500	Грам

Жири	80	Грам

Таблиця 2

Перелік продуктів та харчової цінності на 100 г продукту

Назва продукту	**Калорії**	**Білки(г)**	**Вуглеводи(г)**	**Жири(г)**
Борошно пшеничне	327	10,3	74,2	0,9
Вівсяні пластівці	355	13,1	65,7	6,2
Кукурудзяна крупа	325	8,3	75	1,2
Баранина	203	16,3	0	15,3
Масло вершкове	748	0,6	0,9	82,5
Мед	308	0,8	80,3	0
Молоко	58	2,8	4,7	3,2

Потрібно знайти оптимальний набір продуктів який буде задовольняти умови, які дані в Таблиці 1. Отже, ця задача зводиться до типової задачі оптимізації, в якій необхідно мінізувати функцію за певних умов.

Для реалізації математичної моделі використаємо мову оптимізації OML. Програмний код даної моделі буде мати наступний вигляд:

```
Model[
Parameters[Sets,C,N],
Parameters[Reals,content[C,N],allowance[N]],
Decisions[Reals[0,Infinity],Buy[C]],
Constraints[
Foreach[{n,N}, Sum[{c,C}, content[c,n]*Buy[c]] >= allowance[n]]
],
Goals[Minimize[TotalCost -> Sum[{c,C},Buy[c]]]]
]
```

Коротко пояснимо даний програмний код. Тут використано два параметри: content[C,N] – числова матриця з Таблиці 2, allowance[N] – лінійний числовий масив з Таблиці 1. Ці параметри є вхідними даними математичної моделі. Далі створено числовий лінійний масив Buy[C], який відтворює вихідні дані. За допомогою ключового слова Constraints були додані умови за яких мінімізується дана математична модель. В останньому рядку вказано ціль рішення даної моделі, а також створення змінної TotalCost, яка відіграє роль суми всіх оптимальних рішень.

При рішенні даної задачі, отримано такий результат у вигляді таблиці:

Таблиця 3

Результат виконання математичної моделі.

Solver Foundation Results

Name	**Value**
Solution Type	Optimal
TotalCost	9,017122313
Buy[0]	0
Buy[1]	7,608052435
Buy[2]	0
Buy[3]	1,241342113
Buy[4]	0,167727765
Buy[5]	0
Buy[6]	0

З даної таблиці видно, що найоптимальнішими продуктами з представлених для вжитку є: вівсяні пластівці, баранина, масло вершкове.

Отже, на цьому прикладі чудово видно як просто і швидко можна створити модель та знайти оптимальне рішення цієї моделі за допомогою Microsoft Solver Foundation та мови OML. Звісно мовою OML можливості Microsoft Solver Foundation не обмежуються, всі рішення та моделі можна створювати за допомогою Solver Foundation Services та Solver Foundation Solvers, створюючи програмний на будь-якій мові, яка підтримує .NET.

Список використаних джерел:

1. http://msdn.microsoft.com/en-us/devlabs/hh145003.aspx
2. http://blogs.msdn.com/b/somasegar/archive/2011/04/26/solver-foundation-ondevlabs.aspx
3. http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff524507(v=VS.93).aspx
4. www.amsterdamoptimization.com/models/msf/oml.pdf

This article briefly describes features of Solver Foundation API's and using of OML Language in MS Excel. Solving an example of optimization problem by using OML Language in MS Excel.

Key words: *.NET Framework, Solver Foundation, OML, Excel, optimization problem.*

УДК 373.5.016:512

Івасішена Н. В., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Сморжевський Ю. Л.,** кандидат педагогічних наук, доцент

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПОКАЗНИКОВИХ І ЛОГАРИФМІЧНИХ ФУНКЦІЙ В КУРСІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ 11 КЛАСУ

Розроблено методику вивчення показникових і логарифмічних функцій в курсі алгебри і початків аналізу 11 класу, яка допоможе вчителям успішно здійснювати пояснення матеріалу, закріплення знань, формування вмінь і навичок, контроль по освоєнню навчального матеріалу.

Ключові слова: *функція, рівняння, нерівність, показникова функція, логарифмічна функція.*

У сучасних програмах підготовки економістів, фінансистів і т.д. курс математики впевнено зайняв одне із ключових місць. Зокрема показникова і логарифмічна функції, як один з розділів математики, знаходить широке практичне застосування. Крім того, показникова і логарифмічна функції широко застосовується в фізиці, техніці, роль їх в розв'язанні проблем політехнічного навчання величезна, і природно, що навчання показникової і логарифмічної функцій має бути піднесене до рівня вимог сучасної науки.

Кожен учитель повинен уважно продумати програму, зважити на значення теми, кожного розділу і повинен побудувати план уроку так, щоб забезпечити високий науковий рівень та строгу послідовність викладу матеріалу, дбаючи звичайно про те, щоб він був доступний розумінню учнів і цікавий для них.

Мета дослідження полягає в тому, щоб розробити методику вивчення показникових і логарифмічних функцій в курсі алгебри і початків аналізу в 11 класі.

Гіпотеза: впровадження такої методичної системи забезпечить ефективний процес засвоєння учнями матеріалу з теми «Показникові і логарифмічні функції», а також сприятиме розвитку стійкого інтересу при вивченні даного матеріалу.

Для досягнення мети планується розв'язати такі *завдання:*

— розкрити дидактичну суть методики навчання математики;

— з'ясувати, в якій мірі методична література, підручники та посібники задовольняють умови використання традиційної методики;

— розробити методику вивчення показникових і логарифмічних функцій в курсі алгебри і початків аналізу в 11класі;

— експериментально перевірити ефективність розробленої методики.

Розглянемо фрагмент методики приклад вивчення теми "Показникова функція".

Спочатку доцільно навести приклади залежностей, які приводять до поняття показникової функції.

1. *Задача про приріст деревини.* Дерево росте так, що кількість деревини збільшується з часом за законом $M = M_0a^{kt}$, де M — кількість деревини у даний момент, м^3; M_0 — початкова кількість деревини; t — час (у роках), який відраховують з моменту, коли об'єм деревини був M_0; k — деяка стала. Обчислимо, за скільки років об'єм деревини збільшиться в a разів.

2. Під час радіоактивного розпаду маса m речовини змінюється з часом t за законом $m = m_0a^{kt}$, де m — маса речовини через t років після початку розпаду; m_0 — початкова маса речовини, k і a — сталі величини для даної речовини.

3. Кількість y мешканців міста з мільйонним населенням через x років обчислюється за формулою $y = 1000000 \cdot 1{,}02^x$ (за умови, що кожного року спостерігається приріст населення на 2%).

Далі вчитель говорить: у кожному з наведених прикладів формула задає функцію, для обчислення значення якої сталий множник доводиться множити на степінь сталої зі змінним показником, яка має цілком певне додатне значення. Найпростішим видом такої залежності є функція вигляду $y = a^x$, яку називають показниковою. І запитує учнів, що вони знають про функції.

Тоді учні намагаються узагальнити знання для показникових функцій. Далі складаємо разом таблицю деяких значень аргументу і відповідних їм значень функції, наприклад, $y = 2^x$.

x	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$y = 2^x$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16

Після того, як учні побудують таку таблицю, пропонуємо їм побудувати на координатній площині точки за координатами, взятими з цієї таблиці і з'єднати їх плавною лінією. Очікуваний результат на рис. 1.

Учні пробують побудувати інші графіки, задані вчителем, порівнюємо що є спільного у графіків цих функцій. Визначаємо разом властивості цієї функції за графіками.

Далі пропонуємо учням розв'язати завдання, які були поставлені на початку уроку.

Наприклад, розв'яжемо задачу про приріст деревини.

Розв'язання: Якщо в деякий момент часу t $\frac{M}{M_0} = a$, то, поділивши обидві частини рівності $M = M_0 a^{kt}$ на M_0, дістанемо $\frac{M}{M_0} = a^{kt}$, тобто $a^{kt} = a = a^1$. Тоді $kt = 1$ і $t = \frac{1}{k}$.

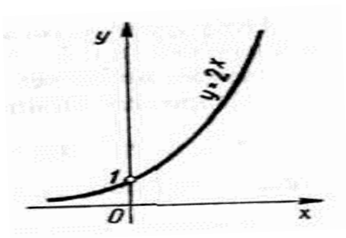


Рис. 1

Отже, об'єм деревини збільшиться в a разів за $\frac{1}{k}$ років.

Даний приклад показав методику вивчення теми, адже учні працюють не тільки разом із вчителем, а і самостійно, що активізує мислительну діяльність учнів.

Розв'язання задачі загальної освіти значною мірою залежить від створення і використання нових методичних систем, які б максимально враховували індивідуальні інтереси і здібності учнів, сприяли їх всебічному розвитку, тобто забезпечували диференційований підхід до організації навчально-виховного процесу.

Можна відзначити, що дана тема є актуальною. Матеріал, який подано у роботі, може бути використаний вчителями математики та студентами для підготовки до проведення занять з математики, а також для дослідження методики навчання показникових і логарифмічних функцій в курсі алгебри і початків аналізу 11 класу.

Список використаних джерел:

1. Бевз Г.П. Методика викладання математики / Г.П. Бевз. – К.: Вища школа, 1989. – 367 с.
2. Викладання математики в школі: збірник статей, випуск V. – К.: Радянська школа, 1969. – 240с.
3. Мерзляк А.Г., Алгебра 11 клас (академічний і профільний рівні)./ А.Г. Мерзляк, Д.А. Неміровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір — Х.: Гімназія, 2011 — 432с.

The method of studying the exponential and logarithmic functions in the course of algebra and elementary analysis 11 classes to help teachers succeed in explaining the material, the knowledge, development of skills, control on development of educational material.

***Key words**: function, equation, inequality, pokaznikova funktsiya, logarifmichna funktsiya.*

УДК 373.5.016:53:004.771

Ільїн Д.О., студент фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Губанова А.О.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДИСТАНЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

У статті показана необхідність використання дистанційних технологій у процесі навчання фізики; сформовано методологічні основи; розглянуті напрями використання інтерактивних технологій у сучасній освіті.

***Ключові слова:** дистанційна освіта, інноваційні технології, методика навчання, комп'ютерні мережі*

Мала кількість навчальних годин і сучасні вимоги до вивчення фізики в навчальних закладах України потребує створенню нових методик у процесі навчання.

Об'єктом дослідження є навчально-виховний процес вивчення фізики з тем геометрична оптика.

Предмет дослідження є методи та прийоми використання елементів дистанційних технологій при навчанні геометричної оптики.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці, впровадженні та експериментальній перевірці використання елементів дистанційних технологій під час навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що використання елементів дистанційних технологій під час навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах призведе до підвищення ефективності засвоєння знань. Паралельно збільшить якість навчальних досягнень та пізнавального інтересу учнів. Дасть змогу забезпечити індивідуалізацію та диференційований підхід до вивчення фізики, формування вмінь та навичок, здійснення самостійної навчальної діяльності.

Відповідно до предмету, мети та гіпотези дослідження були визначенні конкретні **завдання дослідження:**

– провести аналіз шкільної літератури.

– розробити навчально-методичний комплекс, для вивчення розділу "Геометрична оптика" з використанням елементів дистанційних технологій в загальноосвітніх навчальних закладах.

– запропонувати методику використання елементів дистанційних технологій в процесі навчання Геометричної оптики в середній школі.

Ми розглядаємо дистанційне навчання як нову форму навчання і відповідно дистанційну освіту як нову форму освіти.

Дистанційне навчання будується відповідно з тими ж цілями, що і очне навчання (якщо воно будується за відповідними програмами освіти), тим же змістом. Але форма подачі матеріалу, форма взаємодії вчителя та учнів між собою будуть іншими [3].

Дидактичні принципи організації дистанційного навчання в своїй основі (принципи науковості, системності та систематичності, активності, принципи розвиваючого навчання, наочності, диференціації та індивідуалізації навчання тощо) [2] також повинні бути тими ж, але реалізуються вони специфічними способами, також зумовлені специфікою нової форми навчання,можливостями інформаційного середовища Інтернет:

- он-лайн бібліотеки
- віртуальні лабораторії
- віртуальні моделі
- відео фрагменти

Розглядаючи дистанційне навчання як нову форму навчання, логічно зробити висновок, що в цій системі крім вчителя і учнів повинні бути підручник, навчальні посібники, тобто засоби навчання як компонент даної системи.

Звідси необхідність серйозного наукового підходу до розробки спеціальних курсів (методичних розробок) для системи дистанційного навчання.

Розглядаючи дану методику на прикладі гемометричної оптики, матеріал був розділений на три розділи :

СО - матеріал який учень може засвоїти сам.

ПВ - матеріал який обов'язково повинен пояснити вчитель.

ЗПВ - якщо в учня виникають якісь запитання він звертається до вчителя за детальнішим поясненням.

Відповідно до даних критерії курс геометричної оптики був розділений на:

СО. ОПТИЧНІ ЯВИЩА В ПРИРОДІ

СО. ДЖЕРЕЛА СВІТЛА. ПРЯМОЛІНІЙНЕ ПОШИРЕННЯ СВІТЛА. ТІНЬ І ПІВТІНЬ.

ПВ. ДИСПЕРСІЯ СВІТЛА

СО. ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

ЗПВ. ЗАКОНИ ВІДБВАННЯ СВІТЛА. ПЛОСКЕ ДЗЕРКАЛО

ПВ. ЗАЛОМЛЕННЯ СВІТЛА

СО. ЯВИЩЕ ПОВНОГО ВНУТРІШНЬОГО ВІДБИВАННЯ

ПВ. ХІД ПРОМЕНІВ В ТРИКУТНІЙ ПРИЗМІ.

СО. ЛІНЗИ. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ЛІНЗ

ПВ. ПОБУДОВА ЗОБРАЖЕНЬ В ЛІНЗАХ

СО. ФОРМУЛА ТОНКОЇ ЛІНЗИ
СО. БУДОВА ОКА. ВАДИ ЗОРУ
СО.ФОТОАПАРАТ.
СО. ЛУПА
СО. МІКРОСКОП

Якщо говорити про цілі навчання за даною методикою, то можна виділити кілька груп таких цілей:

- підготовка школярів з даної теми до здачі іспитів;
- підготовка школярів до вступу в навчальні заклади;
- поглиблене вивчення теми, розділу зі шкільної програми або поза шкільного курсу;
- ліквідація прогалин у знаннях, уміннях, навичках школярів з визначення даної теми;
- курс шкільної програми для учнів, які не мають можливості з різних причин відвідувати школу взагалі або протягом якогось відрізка часу;
- додаткова освіта за інтересами.

Вданій методиці важливим аспектом є спілкування між учасниками навчального процесу, обов'язкові консультації викладача.

При навчанні більше відповідальності за процес навчання покладається на учня, велика роль приділяється само контролю. Контроль знань вдосконалюється і забезпечується спеціальними методиками.

Тут на перший план ставиться само освіта, індивідуальний темп навчання, регулювання цього темпу навчання, кожний учень самостійно будує своє навантаження. Викладач при цьому виступає консультантом, але в меншiймірі, ніж при очному навчанні [1].

На основі проведеного теоретичного дослідження наступні висновки:

1. На основі аналізу шкільної літератури, та ресурсів глобальної мережі Інтернет можна констатувати, що в освіті України питанням розвитку і впровадження дистанційного навчання приділяється неналежна увага.

Доведена доцільність використання під час навчання фізики елементів дистанційних технологій, дидактичних принципів, які властиві для дистанційного навчання: гуманізації та гуманітаризації навчання.

2. Навчально-методичний комплекс з використанням елементів дистанційних технологій для учнів загальноосвітніх шкіл повинен бути скомпонований у відповідності до програми з фізики для учнів загальноосвітніх навчальних закладів.

До контенту повинні бути внесені:

- основний теоретичний матеріал,
- історичні довідки, математичні викладки,
- відеозапис реального експерименту та демонстраційні комп’ютерні моделі,
- приклади розв’язування фізичних задач,
- завдання для самостійної роботи та контролю навчальних досягнень, що забезпечує мотиваційний компонент та активізацію пізнавальної діяльності учнів.

Ми не ставимо за мету сьогодні зробити дистанційне навчання традиційним тобто займатися повноцінним дистанційним навчанням, а лише вводимо його елементи в наш освітній процес.

Навіщо ми це робимо?Процес введення дистанційних елементів в освіту дозволяє:

1. Економити час учня і вчителя.
2. Вносить елементи новизни в процес навчання для учня і вчителя, дозволяє учневі відчути самостійність і разом з тим відповідальність, а значить, підвищує його мотивацію до навчання.
3. Бути в деякій мірі готовим прийняти дистанційне навчання в цілому, так як учень має право обрати цю форму навчання в подальшому.
4. Розвивати навички в учнів до безперервної освіти та підвищення кваліфікації у майбутній професійній кар'єрі.

Список використаних джерел:

1. Околесов О.П. Системний підхід до побудови електронного курса для дистанційного навчання / О.П. Околесов // Педагогіка. – 1999. – № 6. – С. 50-56.

2. Полат Е.С. Дистанційне навчання: яким йому бути? / Е.С. Полат, А.Є. Петров // Педагогіка. – 1999. – № 7. – С. 29-34.

3. Підкасистий П.І. Тищенко О.Б. Комп'ютерні технології в системі дистанційного навчання / П.І. Підкасистий, О.Б. Тищенко // Педагогіка. – 2000. – № 5. – С. 7-12.

Thispapershowstheneedfordestantsiynyhtechnologytechnologyinteachingphysics, formed the methodological basis; examined trends using interactive technologies in modern education

Key words: *dystantsyonnoe ,education, Innovative technology, method soflearning*.

УДК 373.5.016:512

Коваль Г.О., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Л.О.,** кандидат педагогічних наук, професор

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПОХІДНОЇ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В КУРСІ АЛГЕБРИ 11 КЛАСУ

Розроблено методику вивчення похідної та її застосування в курсі алгебри 11 класу, яка допоможе вчителям здійснювати пояснення матеріалу, закріплення знань, формування вмінь, контроль за засвоєнням учнями навчального матеріалу.

Ключові слова: *похідна, функція, рівневе навчання, методика, дидактичні матеріали.*

Постановка проблеми. Розробка методики вивчення теми: «Похідна та її застосування», орієнтованої на змістове наповнення нових підручників. Теоретичний матеріал викладено цікаво та доступно для учнів, задачний матеріал підібрано таким чином, щоб кожен учень міг обрати задачі того рівня, який відповідає його навчальним досягненням, звичайно ж з орієнтацією на чотирирівневе навчання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проаналізувавши літературу з теми дослідження, слід відмітити автора [3], який розкриває методику введення поняття похідної, наводить методичні рекомендації, щодо вивчення правил диференціювання, поняття екстремуму функції та методику розв'язання задач на екстремуми. У посібнику [4] тема "Похідна та її застосування " детально проаналізована, на відміну від [3], автор детально розглянула задачі, що приводять до поняття похідної, виділила механічний та геометричний зміст похідної, доводить теореми про похідні алгебраїчної суми, добутку, частки, розкрила застосування похідної до дослідження та побудови графіків функцій, розв'язання задач із застосуванням похідної. Крім методичних порад наведено конкретні приклади з розв'язаннями.

В жодному з проаналізованих посібників немає детального викладу методики вивчення всього розділу «Похідна та її застосування», автори розглядають лише окремі питання розділу (автор [3] не подає детального опису вивчення правил диференціювання, не розглядає питання дослідження функцій за допомогою похідної, та ін.) , а для інших наводить лише певні рекомендації для розробки уроку. Крім того, у 2011 році було видано нові підручники з алгебри для 11 класу, виклад теми «Похідна та її застосування» в яких відрізняється від викладу даної теми в раніше діючих підручниках, а більшість методичних посібників тривалий час не оновлювалися. Тому методика викладу даної теми в них не адаптована до матеріалу, поданого в нових підручниках. Отже виникає необхідність в розробці детальної методики вивчення теми «Похідна та її застосування».

Мета роботи полягає в розробці методики вивчення теми: « Похідна та її застосування», яка б відповідала матеріалу, викладеному у нових підручниках, зокрема [1], та вимогам навчальної програми, а також методику розв’язання задач з даної теми. Така методика, яка б грунтувалася на сучасній концепції навчання за 12-бальною шкалою, забезпечить процес засвоєння учнями навчального матеріалу з теми: «Похідна та її застосування», сприятиме розвитку в них стійкого інтересу до успішного вивчення матеріалу.

Постановка задачі. До поняття похідної приводить ряд задач, розв’язання яких зводиться до відшукання границі відношення приросту функції до приросту аргументу при умові, що приріст аргументу прямує до нуля. У нових підручниках з алгебри для 11 класу, зокрема в [1], «Задачі, що приводять до поняття похідної» виділяються окремим параграфом, що відповідає вимогам навчальної програми, для підведення до поняття похідної в [1] розглядають задачу «про миттєву швидкість» та «дотичну до графіка функції». Ми пропонуємо розглянути з учнями ще декілька задач такого типу: «про густину неоднорідного стержня», «про силу струму», «про продуктивність праці», що дасть учням уявлення про необхідність застосування похідної в різних галузях. На основі даних задач ми підводимо учнів до поняття похідної. Пропонуємо здійснити це таким чином:

Наведемо фрагмет методики введення поняття похідної:

Вчитель: На минулому уроці ми з вами розглянули поняття приросту функції та розв’язали ряд задач, використовуючи поняття приросту і границі. Які це були задачі?

Учні: Задачі про «миттєву швидкість» та «дотичну до графіка функції», задачі «про густину неоднорідного стержня» та про «продуктивність праці».

Вчитель: Давайте нагадаємо яким чином ми розв’язували дані задачі.

Учні: (Декілька учнів відтворюють на дошці розв’язання даних задач, і разом з вчителем коментують хід розв’язання.)

Вчитель:Як ви вже помітили, розв’язання усіх цих задач зводиться до відшукання границі відношення приросту функції до приросту аргументу в деякій точці за умови, що приріст аргументу наближається до нуля.

Таких задач можна навести ще досить велику кількість: задача про силу струму, задача про швидкість хімічної реакції, задача про теплоємність. Бачимо, що даний ряд задач охоплює не лише математику, а й інші галузі: фізику, хімію, біологію, економіку. Тобто це поняття заслуговує особливої уваги, його слід означити, вивчити властивості і навчитися використовувати. В математиці величину, що шукається за такою формулою, називають похідною функції і позначають символом *s’(x), f’(x),y’.* Далі формулюється відоме означення похідної, яке учні під диктовку вчителя записують в зошити.

Вчитель: Як ви правильно відмітили, на початку уроку задачі, які ми розв’язували, мають однакову послідовність дій. Така послідовність дій є алгоритмом для відшукання похідної функції за означенням. Запишемо його.

Далі учні закріплюють вивчений теоретичний матеріал та розв’язують ряд вправ на закріплення.

Запропонована методика дозволяє вчителю здійснювати навчання з алгебри у той спосіб, який є оптимальним для учнів. Вона забезпечує активну взаємодію вчителя з учнями, що призводить до більш якісного засвоєння учнями навчального матеріалу. Проведена експериментальна перевірка розробленої методики свідчить про існування тісного зв'язку між застосуванням методики до пояснення теоретичного матеріалу та розв'язання задач і досягнення учнями відповідного рівня знань.

Список використаних джерел:

1. Мерзляк А.Г. Алгебра (Академічний рівень, профільний рівень) / А.Г. Мерзляк, Д.А. Неміровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір. – Х.: Гімназія, 2011. – 238 с.
2. Орієнтовне календарно-тематичне планування з алгебри та геометрії 11 клас. // Математика в школах України. - 2011, № 19, с. 27 - 31.
3. Бевз Г.П. Методика викладання математики: навч. посібник. - 3-тє вид., перероб. і допов. / Г.П. Бевз. – К.: Вища шк., 1989. – 67-75 с.
4. Слєпкань З.І. Методика викладання алгебри і початків аналізу / З.І. Слєпкань. – К.: Рад. школа, 1978. – С. 12-35.

New methods have been developed derivata and its application in the course of algebra of grade 11. The methods mentioned will help teachers explain the material successfully, consolidate pupils’ knowledge, form their practical knowledge and skills, and control their mastering new material.

Key words: *function, derivata, levels learning, technique learning, didactic materials.*

УДК 373.5.016:512

Козловська А.В., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Ю.Л.**, кандидат педагогічних наук, доцент

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «КООРДИНАТИ І ВЕКТОРИ В ПРОСТОРІ» В КУРСІ СТЕРЕОМЕТРІЇ 11 КЛАСУ

Розглянуто питання про методику вивчення координат і векторів на уроках стереометрії, яка допоможе вчителям успішно здійснювати пояснення навчального матеріалу та контроль за його засвоєнням.

Ключові слова: координати, система координат, вектори, дії над векторами.

У зв'язку з переходом на нові програми і підручники виникає необхідність у розробці нової методики з математики, яка б відповідала діючим підручникам. А оскільки в курсі стереометрії при доведенні теорем та розв'язуванні задач часто використовується знання з теми «Координати і вектори в просторі», то існує необхідність створення методики вивчення цієї теми в курсі стереометрії 11 класу. Варто також зазначити, що в більшості розроблених методик не використовуються рівневі завдання, тому виникає необхідність у розробці такої методики, в якій вони б використовувалися. Все вище сказане обумовило вибір теми дослідження: «Методика вивчення координат і векторів» у шкільному курсі стереометрії.

Розробкою змісту, форм і методів вивчення геометрії, зокрема розділів «Декартові координати в просторі» та «Вектори в просторі», займалися А. Д. Александров,Л. С. Атанасян, С. Б. Веселовський, Ю. М. Колягін, І. А. Кушнір, В. І. Мішин, Я. М. Жовнір та інші.

В даній роботі:

- ✓ розкрито теоретичні основи даної теми;
- ✓ проаналізовано психологічну, дидактичну і методичну літературу по темі дослідження;
- ✓ дано порівняльний аналіз викладу координат і векторів у різних шкільних підручниках;
- ✓ розроблено методику вивчення координат і векторів;
- ✓ підібрано рівневі завдання для успішного засвоєння теми.

Об'єктом дослідження є процес навчання стереометрії в 11 класі з академічним вивченням геометрії.

Предметом дослідження є методика вивчення тем «Декартові координати в просторі» та «Вектори в просторі» в курсі стереометрії у загальноосвітніх школах.

Мета дослідження полягає в тому, щоб розробити методику вивчення тем «Декартові координати в просторі» та «Вектори в просторі» у загальноосвітніх школах, розробити систему рівневих завдань та рівневої контрольної роботи.

Гіпотеза дослідження: впровадження такої методичної системи при вивченні координат і векторів, яка сприятиме розвитку здібностей та можливостей учнів, формуватиме їх прагнення до пізнання та вміння вчитися, стійкий інтерес до успішного вивчення предмету.

Для полегшеного усвідомлення і кращого засвоєння учнями знань з даної теми, ми пропонуємо проводити вивчення нового матеріалу з використанням наших вказівок і зауважень.

Оскільки матеріал теми «Координати і вектори в просторі» ґрунтується на відповідному матеріалі з курсу планіметрії, то перед поясненням нового матеріалу доцільно спершу провести з учнями актуалізацію опорних знань, а також обґрунтування необхідності вивчення даного матеріалу для простору. І тільки тоді варто переходити до пояснення нового матеріалу і при цьому слід звертати увагу на ті аспекти, які різняться від схожих в планіметрії [2].

Так, наприклад, при введенні декартової системи координат доцільно розглянути такий приклад з життя, який мотивує вивчення системи координат в просторі.

Інколи в житті трапляються задачі, в яких координат точки на площині виявляється недостатньо. Наприклад, положення літака в повітрі неможливо описати за допомогою тільки двох координат, тобто за допомогою координат проекцій літака на поверхню землі (довготи та широти), необхідно знати ще й висоту розміщення літака над поверхнею землі. Ця та інші просторові ситуації спонукають до введення ще однієї координатної осі для опису положення точок у просторі за допомогою чисел.

Після цього варто зазначити, що завданням цього уроку є засвоєння поняття прямокутної системи координат у просторі, формування вміння визначати положення точки в просторі за її координатами та координати точки в просторі.

Потім варто запропонувати за готовим зображенням координатної площини і точок на ній на дошці учням виконати завдання:

1. На координатній площині задано точки A, B, C, D, F, К. Визначте їх координати.
2. Побудуйте точки A(2; 3), B(-1; -2), C(0; -4), D(-3; 0).

Лише після цього можна перейти до введення просторової системи координат. При цьому розглядається два основні типи задач: знаходити координати зображення точки та будувати зображення точки за її координатами. Потім пропонується розв’язувати рівневі завдання.

Також на першому уроці з вивчення теми «Вектори в просторі» необхідно мотивувати необхідність вивчення даної теми. Тому вчителю варто навести наступне обґрунтування цієї необхідності.

Учні знайомі з прикладами різних величин: масою, енергією, силою, швидкістю, довжиною, площею, об'ємом і т.д. Всі ці величини діляться на величини двох типів. До першого з них відносять такі величини, як маса, енергія, довжина, площа і т. д., до другого — такі величини, як сила, швидкість і т. д.

Якщо виміряна одна з величин першого виду, наприклад, відомо, що маса якого-небудь предмета дорівнює 50 кг, то ми про цю масу знаємо все, що потрібно. Якщо ж виміряна величина другого виду, наприклад, відомо, що швидкість потягу дорівнює 60 км/год, то потрібно було б ще знати, куди потяг їде, тобто знати напрямок його руху.

Величини першого виду (маса, енергія, довжина і т. д.) цілком визначаються своїми числовими значеннями при даних одиницях вимірювання. Вони називаються скалярними величинами або скалярами.

Щоб задати величину другого виду (силу, швидкість, прискорення і т. д.), треба задати не тільки її числове значення (при обраній одиниці вимірювання), але і її напрям. Такі величини називаються векторними величинами, або векторами.

Після цього доцільно провести актуалізацію опорних знань про вектори з планіметрії, оскільки відповідні теми аналогічні. І лише тоді переходити до пояснення нового матеріалу.

Потім пропонується розв’язувати рівневі завдання.

Запропонована нами методика дозволить вчителю здійснювати рівневе навчання учнів за підручником [1] з теми «Координати і вектори в просторі».

Проведена експериментальна перевірка розробленої методики свідчить про існування тісного зв’язку між застосуванням рівневих завдань і досягненням учнів відповідних рівнів знань. Тому можна говорити про доцільність впровадження такої методичної системи в навчальний процес.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що розроблена методика допоможе вчителям при викладанні теми «Координати і вектори в просторі», в підборі та складанні відповідних завдань до кожного з чотирьох рівнів засвоєння учнями навчального матеріалу.

Список використаних джерел:

1. Бевз Г.П. Геометрія 11 клас: Дворівневий підручник/ Г.П. Бевз, В.Г. Бевз, Н.Г. Владімірова, В.М. Владіміров — К.: Генеза, 2011. — 335 с.

2. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. посібник / Г.П. Бевз. — 3-тє вид., перероб. і допов. — К.: Вища шк., 1989. — 367 с.

3. Брадіс В.М. Методика викладання математики / В. М. Брадіс. — К., 1954. — 502 с.

The question ofmethodstudyandcoordinatevectorsin the classroomstereometryto helpteacherssucceed inexplainingeducational materialand controllingitsassimilation.

Key words: *coordinate, coordinate system, vector, operations on vectors.*

УДК 372.142.2

Колісниченко Д.А., студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Мендерецький В.В.**, доктор педагогічних наук, професор

ОСОБЛИВОСТІ ПОСТАНОВКИ І РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТВОРЧИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

У статті розглянуто особливості розв'язування задач як невід'ємної складовою фахової підготовки майбутніх учителів на заняттях з фізики.
Ключові слова: *фізична задач, творчий процес, компетентність, ВНЗ.*

Науково-технічний прогрес є наслідком і причиною досягнень природничих наук, які є однією з продуктивних сил розвитку суспільства. Фізика завжди була лідером природознавства. Її теорії і методи поширюються на різні галузі науки; вона є теоретичною основою сучасної техніки. З іншого боку, фізика є важливим компонентом людської культури, що істотно впливає на розвиток творчого й діалектичного мислення, формування наукового світогляду, вносить значний вклад в екологічне, естетичне і моральне виховання.

Удосконалення системи освіти й основних напрямків стандарту шкільної фізичної освіти в Україні вимагають створення нових шкільних програм, підручників, пошук нових підходів до структури й змісту досліджуваного матеріалу, з урахуванням тенденцій розвитку педагогічних поглядів на зміст, структуру й організацію процесу навчання [3].

Проблема постановки і розв'язування творчих задач є актуальною в теорії і практиці організації навчального процесу з фізики. Особливо, якщо її розглядати з позицій діяльнісно-особистісного підходу та системно-структурного аналізу. Творча задача є основною "клітиною" пізнавального процесу, об'єктом творчої навчальної діяльності і засобом її педагогічної організації. За допомогою творчих завдань прямо або опосередковано задаються мета, умова і вимога творчої діяльності [1].

Під час розв'язування задач можна індивідуалізувати процес навчання. Вважається, що без систематичного розв'язування задач курс фізики не може бути засвоєним. Розв'язування задач обов'язково повинно поєднуватися з експериментом, лекціями, бесідами з використанням дидактичних засобів.

Навчити студентів розв'язувати задачі – одне з найскладніших завдань методики фізики. Аналіз стану успішності студентів показує, що між теоретичними знаннями й практичними вміннями існує розрив, особливо між теоретичними знаннями та вміннями розв'язувати фізичні задачі. Розв'язування задач є однією з найважливіших складових роботи в системі навчання у вищій школі. Фізичні задачі різних типів ефективно використовують на різних етапах вивчення матеріалу:

а) для постановки проблеми;

б) при вивченні нового матеріалу;

в) при формуванні практичних умінь та їх використанні в майбутньому;

г) при перевірці якості засвоєння матеріалу;

д) при повторенні, закріпленні й узагальненні матеріалу;

є) для розвитку творчих здібностей студентів.

Аналіз показує, що творчу задачу не можна розглядати лише як об'єктивно задану, без віднесення до суб'єкта, який буде її розв'язувати. Якщо дотримуватись термінології, яка застосовується в теорії навчальних задач, то творчою може вважатись віднесена, нерутинна, відкрита пізнавальна задача [1, с. 106] Не зупиняючись детально на цих термінах, зазначимо, що рутинною вважається віднесена задача, якщо суб'єкт, до якого вона відноситься, володіє алгоритмом її розв'язку.

А. І. Павленко крім зазначених вимог формулює ще одну – творча задача має бути внутрішньою [5, с. 124]. Ця вимога є суттєвою, якщо зважати на те, що суб'єкт фактично розв'язує внутрішню задачу. Зовнішня задача, яка є об'єктивно заданою і існує поза студентом, в процесі розв'язку має бути ним сприйнята. Вона трансформується, уточнюється, перефразовується На основі зовнішньої задачі суб'єкт моделює внутрішню задачу, яка, власне, і виступає об'єктом його навчальної діяльності. З цього приводу варто зазначити, що основна суть розв'язку творчої задачі міститься саме у необхідності відмови від вже кимось складеної вимоги і в побудові іншої за своїм смислом зовсім нової або такої, яка частково не співпадає з попередньою.

Слід також зважати на те, що внутрішня задача не завжди може бути адекватна зовнішній. Отже, оцінюючи об'єктивно задану конкретну навчальну задачу, не можна стверджувати, що вона є творчою і відносити її до того чи іншого класу, абстрагуючись від розв'язку.

Не можна також оцінювати як творчу і зовнішню віднесену задачу тому, що неможливо однозначно відповісти на запитання чи буде відповідна їй внутрішня задача адекватною і нерутинною. Тому твердження, що дана віднесена навчальна задача є творчою завжди носить гіпотетичний характер. Очевидно, що про творчу задачу можна говорити співвідносно до абстрактної моделі суб'єкта, якому вона призначається. Така модель може бути індивідуальна, групова або класна.

Одним із критеріїв творчої задачі є психологічний механізм її розв'язку. Характеризуючи механізм творчої діяльності, можна виділити центральну його ланку – «інтуїтивний момент і його формалізацію» [4]. Це означає, що процедура творчої діяльності має бути творчим актом, основною категорією якого є інтуїтивна здогадка у процесі вирішення проблеми. Інтуїтивна здогадка є необхідним елементом у розв'язуванні творчої задачі. Вона полягає в тому, що студент повинен зрозуміти, побачити, які елементи знань йому потрібно використати.

Всі творчі задачі, відносно того хто їх розв'язує, можна розбити на два основні класи. До першого класу відносяться такі задачі, розв'язок яких на всіх фазах здійснюється «засобами планомірного використання усвідомлених способів і прийомів», тобто «діапазон домінуючих рівнів психологічного механізму творчості не виходить за межі усвідомленого». До другого класу відносяться задачі, розв'язок яких забезпечує робота підсвідомого рівня, інтуїція [5].

Психологічний механізм інтуїтивного мислення, на жаль, мало вивчений в силу неусвідомлення його суб'єктом. Проте в педагогічній психології накопичено багато емпіричних і теоретичних даних, щодо керування процесом творчого пошуку із застосуванням евристичних засобів навчального впливу. Це дозволяє виявити певні загальні закономірності ефективності інтуїтивного розв'язку. У випадку існування непрямої «підказки» до задачі. Такою «підказкою» в ході експериментів здебільшого була інша простіша задача, що вимагала при її розв'язуванні застосування того ж способу дій, що й творча. В ході проведених експериментів було встановлено ряд фактів, що дозволило сформулювати наступні висновки стосовно моделей інтуїтивних розв'язків задачі:

• можливість інтуїтивного розв'язку ґрунтується лише на неусвідомленому досвіді;

• такий досвід є неефективним, якщо він передує спробам розв'язати творчу задачу, тобто коли «підказка» дається перед розв'язком самої задачі;

• ефективність цього досвіду повністю залежить від наявності у суб'єкта цільової пошукової домінанти, що формується в результаті невдалих спроб розв'язати задачу, тобто коли «підказка» дається після поставленої задачі;

• ефективність досвіду різко зростає в момент вичерпання суб'єктом всіх прийомів розв'язку при ще непогашеній пошуковій домінанті;

• зменшення змістовності прямого продукту дії в ситуації «підказки» підсилює вплив неусвідомленого досвіду, тобто чим менш «цікавішою» є «підказка», тим вона ефективніша;

• «ускладнення ситуації, в якій набувається неусвідомлений досвід, перешкоджає його використанню», тобто розв'язок допоміжної задачі не повинен бути занадто складним;

• ступінь автоматизації способу дій, що формулює неусвідомлений досвід, обернено впливає на успіх розв'язку задачі (чим менш автоматизований цей спосіб, тим більше шансів на успіх; автоматизація способу дій набувається в результаті неодноразового розв'язку подібних між собою «підказок»;

• успіх розв'язку задачі напряму залежить від його узагальнення «чим до більш загальної категорії можна віднести підсумковий розв'язок творчої задачі, тим ймовірніше знаходження цього розв'язку» [6].

Одна із особливостей творчої задачі полягає в тому, що її розв'язок передбачає розв'язування системи задач.

В контексті вищесказаного розглянемо приклад конкретної задачі.

Задача 1. Ідеальний газ в результаті нагрівання переходить зі стану з температурою T_1 в стан з температурою T_2 так, що $\frac{P^2}{T} = const.$ Визначити роботу, яку виконує газ, якщо кількість газу υ.

Модель розв'язку задачі. Представимо процес в координатах *PV*. З рівняння стану газу: $\frac{PV}{T} = \nu R$ визначимо *T* і підставимо у рівняння: $\frac{P^2}{T} = const.$

Отримаємо: $P = \frac{c}{\nu R}V$, де c - стала. Зобразимо схематично графік процесу (рис. 1) Робота газу дорівнює площі заштрихованої трапеції: $A = \frac{1}{2}(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)$. Так як $P = c\sqrt{T}$, то $P_1 = c\sqrt{T_1}$; $P_2 = c\sqrt{T_2}$.

З рівняння стану газу:

$$V = \frac{\nu RT}{P} = \frac{\nu RT}{c\sqrt{T}} = \frac{\nu R\sqrt{T}}{c}.$$

Відповідно: $V_1 = \frac{\nu R\sqrt{T_1}}{C}; V_2 = \frac{\nu R\sqrt{T_2}}{C}.$

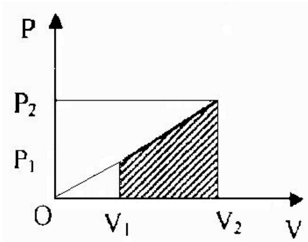


Рис. 1

Отже,

$$A = \frac{1}{2}\left(c\sqrt{T_1} + c\sqrt{T_2}\right)\bullet\left(\frac{\nu R\sqrt{T_2}}{c} + \frac{\nu R\sqrt{T_1}}{c}\right) = \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1)$$

Чи можна дану задачу вважати творчою? Якщо розглядати задачу як віднесену, то тут можливі принаймні два випадки

Перший. Студент, якому пропонується задача, не знайомий з геометричною інтерпретацією роботи газу, і в цьому аспекті дана задача для нього є пізнавальною.

Другий. Студент знайомий з геометричним тлумаченням роботи. В основі розв'язку ним даної задачі лежить здогадка про можливість графічного представлення процесу в координатах P, V із спробою визначити роботу як площу фігури обмеженої графіком.

Очевидно, що в двох випадках задача буде творчою. Проте у першому випадку студент потребує додаткової змістової інформації, яка йому може бути надана у вигляді окремого інформаційного навчального елемента.

Опрацювання даного навчального елемента дозволяє зорієнтувати задачу на "зону ближнього розвитку" студента, що визначається такими діями, які студент ще не здатний виконати самостійно, але які стають йому доступними при певній допомозі ззовні. Запитання і завдання, які пропонуються учню для самоконтролю спрямовані на розв'язок основної задачі і покликані інспірувати здогадку [1].

Арсенал засобів навчального впливу для реалізації "підказки" в ході розв'язку студентом творчої задачі досить різноманітний. Це прямі вказівки (мотиваційні, змістові, операційні), допоміжні запитання, допоміжні задачі. Вони можуть стосуватись різних етапів розв'язку задачі. З точки зору діяльнісного підходу процес розв'язку задачі містить орієнтувальну, виконавську і контролюючу частини.

Однією із основних вимог щодо постановки творчих задач – це спрямованість на орієнтувальну і виконавську частини, тобто «відкриття» і засвоєння узагальненого способу, прийому розв'язування задач певного класу [2]. Самостійна творча діяльність студентів, її наповнення й організація - досить важливі задачі, а їх включення у загальний комплекс проблем підвищення ефективності вищої освіти на сучасному етапі додає їм нове значення і нову якість. Сформоване у вищій школі співвідношення обсягів аудиторної і самостійної роботи студентів все більше входить в протиріччя із сучасними тенденціями організації навчального процесу. Тому актуальнішою стає необхідність створення внутрішньовузівських систем оцінки якості освіти [3].

Підсумовуючи вищесказане слід виділити основні етапи в організації навчальної діяльності шляхом постановки і розв'язування творчих задач:

1. Визначення ближніх і віддалених цілей фрагмента навчальної діяльності.

2. Складання або вибір задачі, що детермінує творчу діяльність.

3. Розробка нормативної моделі рішення творчої задачі.

4. Створення системи евристичних засобів навчального впливу, що дозволяло б ініціювати стратегію поступового звуження «поля пошуку» розв’язку.

5. Забезпечення зворотного зв'язку, із метою рефлексії і корекції навчального впливу.

Завдання, що постали перед вищою школою, вимагають пошуку шляхів удосконалення навчально-виховного процесу, розроблення нових методів та організаційних форм взаємодії викладача і студента. Також доведено, що тільки ті знання, до яких студент прийшов самостійно, завдяки власному досвіду, думці та діям, стають справді міцним його здобутком. Тому вища школа поступово переходить від передавання інформації у готовому вигляді до керівництва самостійною пізнавальною діяльністю студентів, формування у них досвіду самостійної навчальної роботи.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Дидактика фізики в умовах Болонського процесу / П. С. Атаманчук, А. М. Кух., В. В. Мендерецький // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – № 1. – С. 12–16.

2. Давиденко А. А. Завдання для виявлення задатків і нахилів учнів до творчої діяльності / Андрій Давиденко // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №1. – 89 с.

3. Державна національна програма: Освіта Україна XXI століття. - К.: Райдуга, 1994. - 49 с.

4. Мендерецкий В. В. Технологические аспекты управления экспе-

риментальной подготовкой будущего учителя физики / В. В. Мендерецкий // Преподавание физики в высшей школе: Научно-методический журнал. Вып. 31. – Москва: МГПУ, 2005. – С. 137 - 143.

5. Павленко А. І. Методика навчання учнів середньої школи розв’язуванню і складанню фізичних задач: Теоретичні основи / А. І. Павленко – К.: Міжнародна фінансова агенція, 1997. – 177 с.

6. Розв'язування задач з фізики. Практикум / [за ред. Є.В. Коршака]. – К.: Вища школа, 1986. – 311 с.

In the article the features of untiing of tasks are considered as inalienable the constituent of professional preparation of future teachers on employments from physics.

***Key words:** physical tasks, creative process, competence, university.*

УДК 371.381

Кондратюк І. І., студент 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Панчук О. П.**, кандидат педагогічних наук, доцент

ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ ДЛЯ ЗАНЯТТЯ В НАВЧАЛЬНИХ МАЙСТЕРНЯХ

У статті розглянутий проектно-технологічний підхід до вибору завдань для занять в навчальних майстерня.

Ключові слова:методика, проектно-технологічний підхід, технічне завдання.

Одним з важливих завдань підготовки сучасного вчителя трудового навчання є формування у студентів культури праці, ознайомлення їх з основами проектно-технологічної діяльності. Великі можливості для цього відкривають ретельний відбір виробів і раціональна організація праці в навчальних майстернях.

На жаль, поки що більшість студентів навчаються в основному кустарному виготовленню тих або інших традиційних об'єктів праці — болтів, совків і інших подібних виробів, що знижує у них не тільки інтерес до роботи, але і престиж трудового навчання, зводячи його до формування ряду технічних умінь. Погіршується і естетична сторона справи.

Рис. 1

Виконання об'єктів з порушенням законів композиції формує недосконалі уявлення про красу, пропорції, колірні поєднання, глушить творчу ініціативу і виконавську майстерність.

Вибір і виготовлення педагогічно обґрунтованих об'єктів праці — складний процес, що вимагає обліку ряду чинників: організаційно-методичних, функціональних, технологічних, економічних, виконавських, ергономічних і естетичних.

Організаційно-методичні чинники (планування роботи) визначають послідовність виготовлення виробу. Як об'єкти праці слід вибирати раніше розроблені фахівцями, художниками-конструкторами вироби, що мають практичну цінність і апробовані. Потім з рис.1 визначається наявність і кількість необхідних матеріалів. За відсутності деяких з них треба внести відповідні корективи до техніко-економічного завдання на об'єкт праці, не порушуючи його функціонально-естетичних ознак.

Техніко-економічне завдання на виріб обов'язково повинне відповідати вимогам підготовки майбутнього вчителя трудового навчання, відповідати змісту шкільних програм, що діють, регламентуватися термінами навчальних і календарних планів, заліковим модулем. Крім того, слід встановити міжпредметні зв'язки, які визначать синхронність виконання окремих деталей на різних ділянках в навчальних майстеренях, базуючись на знаннях студентів по загальноосвітньому і загальнотехнічному циклах.

Такий підхід дозволяє раціонально визначити спосіб виготовлення виробу в умовах конкретної навчальної майстерні, скоротити терміни роботи, ефективно використовувати наявні засоби і знаряддя праці і зрештою підвищити якість виробів. Правильно розроблене техніко-економічне завдання дозволяє вирішити і виховно-дидактичні завдання, тобто, показати зв'язок теоретичного навчання з практичним, виробництва — з навчанням.

Функціональні чинники визначають специфіку роботи студента з конкретними матеріалами, виробами, інструментами, видами обробки і так далі Вони реалізуються в процесі занять в таких зв'язках, як «викладач — студент», «студент − колектив студентів», а також, в вимогах зручності проведення навчальних занять.

Технолого-еконо-мічні чинники включають забезпечення майстерень устаткуванням, засобами механізації, пристосуваннями, тренажерами, наглядною допомогою, технічними засобами навчання, дозволяючи не тільки обґрунтовано вибрати верстат, пристосування, матеріал,

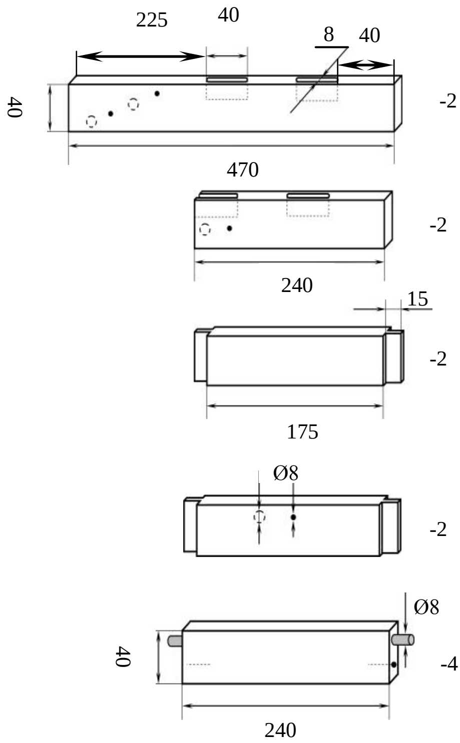


Рис. 2

але і вирішувати задачу виховання, наглядно показати взаємозв'язок між оптимально побудованим технологічним процесом і зниженням праце- і енерговитрат, матеріаловитрат при безпосередньому підвищенні якості, довговічності і надійності виробів.

В процесі навчання слід розвивати у студентів дбайливе відношення до власності, роз'яснювати їм можливості використання економічних і ефективних видів обробки матеріалів і обробки елементів та вузлів, передбачати можливість уніфікації і стандартизації деталей, враховувати їх збірно-розбірність.

Ергономічні чинники формують знання в області педагогічної ергономіки, заглиблюють антропометричні і фізіолого-гігієнічні пізнання, знайомлять з вимогами інженерної психології і можливостями раціонального використання всіх цих відомостей в майбутній практичній діяльності

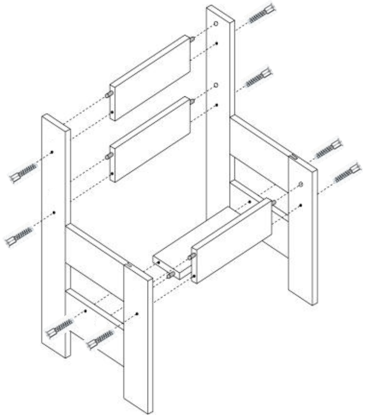


Рис. 3

Естетичні чинники збагачують духовний світ студента, його художній смак і культуру. У учбових майстернях, де відбувається процес навчання і виховання, все повинно бути зручно, нарядно, чисто і красиво. Будь-який предмет, будь то інструмент, стенд з наочною агітацією або робочий стіл, повинні задовольняти сучасним естетичним вимогам.

Вимоги до якості виготовлення формують і удосконалюють професійні уміння і навики студентів. Апробація пропонованого підходу до виготовлення об'єктів праці в навчальних майстернях була проведена на базі кафедри методики навчання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі Кам’янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнко.

Методику проведення практичних занять розглянемо на прикладі виготовлення студентами дитячого стільчика (рис.1). Аналіз робочих креслень стільця показує, що для його виготовлення потрібно планки з твердих порід деревини розміри, форма і їх кількість показана на (рис.2). Особливістю виготовлення, є те, що для з’єднання деталей використовуються комформати (рис.4), а це дає можливість самостійно його складати і розбирати. Такий стільчик можливо використовувати як конструктор, за складальним кресленням (рис.3) виконується його збірка.

Рис. 4

Запропонований проектно-технологічний підхід до виготовлення об'єктів праці в навчальних майстернях дозволяє в системі вирішувати завдання навчання і виховання, майбутніх вчителів трудового навчання, виходячи з сучасних вимог науки, техніки, економіки і мистецтва.

In the article some theoretical aspects of introduction of creative projects are considered on reading with students in educational workshops.

Key words: *method, project-technological approach, requirement specification.*

УДК373.05.016:53

Кравченко В.М., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Поведа Т.П.,** асистент

ФОРМУВАННЯ ТВОРЧОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті аналізуються сучасні підходи у використанні проблемного методу навчання з метою активізації навчально-пошукової діяльності та формування творчої активності школярів на уроках фізики.

Ключові слова: *проблемне навчання, активізація, творча активність, пізнавально-пошукова діяльність, проблемна ситуація.*

У період розбудови національної школи в Україні одним з важливих завдань, що постають перед нею, є формування творчої активності учнів. Адже час вимагає висококваліфікованих спеціалістів, які творчо ставляться до своєї справи, здатні своєю особистою працею сприяти успішному розвитку техніки, науки, мистецтва й виробництва.

Долю оновлення і перебудови суспільства вирішує людина з притаманним їй світоглядом, рівнем освіти та культури, моральними установками та ідеалами, основа яких значною мірою закладається у загальноосвітній середній школі. Тому не випадково головна мета Державної національної програми «Освіта» («Україна XXI ст.») передбачає забезпечення можливостей постійного духовного самовдосконалення особистості, формування інтелектуального та культурного потенціалу як найвищої цінності нації.

Необхідність формування творчої активності особистості на сучасному етапі становлення нових суспільних відносин зумовлена тим, що вона, по-перше, визначає продуктивну спрямованість особистості, творчу індивідуальність, яка становить основу її орієнтації у житті; по-друге, є базовою детермінантою соціальної творчості; по-третє, містить в собі концептуальні принципи психології творчого навчання і виховання.

Я. А. Коменський у книзі «Велика дидактика» закликав педагогів до пошуку і відкриття такого способу, при якому педагоги менше б навчали, а учні більше б навчалися [8].

У всіх сферах суспільної і виробничої діяльності сьогодні в першу чергу потрібні фахівці, що проявляють самостійність мислення, творчу активність, готовність до безперервної освіти та самоосвіти. «Не бери знаючого і досвідченого, а бери мобільного і гнучкого», — ось популярна теза нашого часу. Тому одним з найважливіших завдань, що стоять перед вчителем є розвиток творчих здібностей та самостійності учнів.

Як підкреслює О. І. Ляшенко, метою навчання основам сучасної фізики є формування системи пізнавальних дій на основі творчої активності учнів, що забезпечує засвоєння ними фізичних знань відповідних структурі фізичної теорії — її основі, ядру і вивідним знанням. Такий підхід зорієнтований на з'ясування сутності об'єкта пізнання і формує в учнів значно вищий пізнавальний потенціал, оскільки відповідає розвитку в них теоретичного мислення [2, с. 65].

Радикальні зміни в нашому суспільстві, що почалися в 1991 році, істотно змінили мотивацію здобуття освіти. Сьогодні більшість старшокласників хоче придбати гуманітарну, юридичну або економічну спеціальність. Це суттєво знижує інтерес до вивчення предметів природничого циклу, до яких і належить фізика. Крім того, інтерес до фізики знижується, по-перше, через складність викладання, а по-друге, через одноманітності представлення навчального матеріалу. Необхідно мобілізувати резерви внутрішнього активного ставлення самих школярів до навчальної праці. Для цього, як рекомендують В.Н. Максимова, Л.А. Іванова та інші вчені, потрібно використовувати всі види проблемно-розвиваючого навчання [3].

Теорія проблемного навчання викладена в працях багатьох психологів і педагогів, зокрема, М.І. Махмутова, І.Я. Лернера, М.М. Скаткіна, А.М. Матюшкиної, Н.М. Звєрєвої, Р.І. Малафєєва та ін. Вони ретельно досліджували дане питання, однак єдиної думки у його розв'язанні не досягли. По різному трактується розуміння особливостей функціонування проблемності на уроці, а також сам безпосередній вплив проблемної ситуації на пізнавальну активність та психологічний стан особистості. Наприклад, М.М. Скаткін, а також І.Я. Лернер розглядають проблемне навчання як один із методів навчальної діяльності, який ґрунтується на самостійній пізнавальній діяльності учнів, а в свою чергу Махмутов М.І. обґрунтовує особливості проблемного навчання як цілої методичної системи, яка об'єднує різноманітні методи навчання [4].

Дослідження в цій області показали, що проблемне навчання пробуджує та формує інтерес до навчання, розвиває ініціативу учня в пізнанні, сприяє розумінню внутрішньої сутності явищ і процесів, формує вміння бачити проблему і т.д.

Традиційне навчання, як правило, забезпечує учнів системою знань і розвиває пам'ять, але мало спрямовано на розвиток мислення, навичок самостійної діяльності. Проблемне навчання усуває ці недоліки, воно активізує розумову діяльність учнів, формує пізнавальний інтерес.

Ідеї проблемного навчання давно застосовувалися в практиці викладання фізики та інших предметів. Поява теоретичних робіт з проблемного навчання в середині 70-х років призвела до того, що вчителі стали активніше використовувати його у своїй практиці.

Вихідними при розробці теорії проблемного навчання стали положення теорії С.Л. Рубінштейна, Л.С. Виготського, А.Н. Леонтьєва, В.В. Давидова. Проблемність у навчанні ними розглядається як одна з закономірностей розумової діяльності учнів.

Проблемним, ці автори, називають навчання не тому, що весь навчальний матеріал засвоюється тільки шляхом самостійного вирішення проблем і «відкриття» нових понять. Тут є і пояснення вчителя, і репродуктивна діяльність учнів, і постановка завдань, та виконання учнями вправ, але організація навчального процесу базується на принципі проблемності, а систематичне вирішення навчальної проблеми — характерна ознака цього навчання.

Сутність проблемного навчання полягає у створенні вчителем ланцюга проблемних ситуацій і управлінні діяльністю учнів з самостійного вирішення навчальних проблем [5].

Що ж таке проблемна ситуація? Це психологічний стан, що виникає в результаті мисленевої взаємодії суб'єкта (учня) з об'єктом (навчальним матеріалом), який викликає пізнавальну потребу розкрити суть процесу або явища, що вивчається [1].

Залежно від її складових, виділяють чотири компоненти проблемної ситуації: об'єкт (матеріал, що вивчається), суб'єкт (учень), мисленева взаємодія (процес мислення, спрямований на об'єкт) та особливості цієї взаємодії (зважаючи на виявлені суперечності), аналіз яких переростає в пізнавальну потребу учня розкрити суть об'єкта, що вивчається.

У навчальному процесі завжди є учень і матеріал, над яким потрібно думати. Матеріал сам по собі не викликає в суб'єкта пізнавальної потреби. Тому невід'ємною складовою проблемної ситуації є дія учня, його взаємодія з навчальним матеріалом, спрямована на засвоєння об'єкта пізнання.

Вчителеві необхідно так подати навчальний матеріал, щоб він сприяв появі особливого виду мисленевої взаємодії, залучив учня до проблемної ситуації та викликав у нього пізнавальну потребу. Одним із психологічних структурних елементів проблемної ситуації є інформаційно-пізнавальна суперечність, без якої проблемна ситуація неможлива.

За видом інформаційно-пізнавальної суперечності виділяють такі типи проблемних ситуацій: усвідомлення учнями недостатності попередніх знань для пояснення нового факту; зіткнення учнів з необхідністю використання раніше засвоєних знань у нових практичних умовах; суперечність між теоретично можливим шляхом вирішення завдання та практичною нездійсненністю обраного способу; суперечність між практично досягнутим результатом виконання навчального завдання і відсутністю в учнів знань для його теоретичного обґрунтування.

За способом подачі інформації проблемні ситуації бувають *текстовими* (виникають під час осмислення учнями інформації, що міститься у тексті або графічному матеріалі (у схемах, кресленнях)) та *безтекстовими* (створюються усно, через матеріалізовану ситуацію — демонстрацію за допомогою пристрою чи природного явища); за часом вирішення — короткочасними (використовують для оперативної активізації діяльності учнів) та *тривалими* (розв'язується не на одному занятті, а на двох-трьох) [6].

Необхідно залучати учнів до самостійного вирішення певної проблеми, її осмислення, надавати їм реальну можливість поставити себе на місце винахідника, відчути задоволення від інтелектуальної праці. Такі завдання дозволяють учням зіставити отриманий ними результат з раніше вивченим матеріалом, зробити висновки та замислитись.

Прикладом таких завдань (для учнів 10-го класу при вивченні розділів «Динаміка» та «Закони збереження в механіці») можуть бути наступні:

Завдання 1. Чи може камінь під час падіння ударитися об землю із силою, яка перевищує вагу?

Завдання 2. До якого тіла прикладена вага мухи, що повзе по стелі?

Завдання 3. Знайти положення центра тяжіння плоскої фігури неправильної форми (цю фігуру потрібно підвісити на нитці, провести продовження нитки — це буде лінія дії сили тяжіння й сили реакції нитки; далі слід повторити дослід, підвішуючи фігуру в іншій точці. Перетин цих двох ліній і є точкою, яка є центром тяжіння).

Завдання 3 більш складне, тому що учням важко відразу відповісти на питання. Це якраз і є початком проблемної ситуації.

В задачах такого виду, головними дійовими особами є учні. Вони, вирішуючи проблему, проходять всі етапи наукового пізнання: від висування гіпотези до її перевірки, осягаючи таким чином логіку відкриття.

Проблемна ситуація у педагогіці, на відміну від психології, розглядається не як стан інтелектуального напруження, а як стан розумового утруднення, викликаного в певній навчальній ситуації, об'єктивною недостатністю раніше засвоєних учнями знань і способів розумової або практичної діяльності для відповіді на пізнавальні питання, що виникли. Питання — це несподіване утруднення, яке завжди дивує, спантеличує учня і стимулює розумовий пошук, сприяючи формуванню творчої активності [7].

Проаналізувавши роботи авторів, що займаються проблемним навчанням, пропонуємо наступну структуру проблемного навчання, що відрізняється простотою та доступністю для практичного застосування: актуалізація опорних знань; виникнення проблемної ситуації; усвідомлення сутності утруднення і постановка проблеми; знаходження способу вирішення шляхом здогадки або висунення гіпотези; доказ гіпотези або припущення; перевірка правильності рішення проблеми.

Проблемне навчання, базується на закономірності розвитку мислення, покликане навчити учнів самостійно мислити, самостійно здобувати знання, аналізувати і робити висновки. При проблемному підході до навчання є можливість відійти від механічного запам'ятовування. Коли перед учнями ставиться навчальна проблема, створюється в той чи інший спосіб проблемна ситуація, у них з'являється інтерес, вони активно включаються в процес вирішення проблеми — все це сприяє кращому засвоєнню матеріалу, причому більша частина засвоюється мимоволі. Учень навчається мислити науково.

Крім того, в фізиці існує таке поняття як мислений експеримент. Цим прийомом користувалися видатні фізики М. Максвел, Н. Бор та інші. Вчені лише силою своєї думки проводили експерименти та відкривали фундаментальні закони. Очевидно, що учням також можна пропонувати проводити мислений експеримент і записувати висновки з нього, а потім перевіряти ступінь їх достовірності на практиці. Фантазія, образність мислення завжди являються компонентами наукової творчості. Так, А.Ейнштейн писав: «В моей жизни взгляд на мир глазами художника играл большую роль. В конце концов, работа научного исследователя развивается на почве воображения. Как артист создает свои образы отчасти интуитивно, так и ученый должен обладать большой долей интуиции».

Отже, формування творчої активності учнів — одна із найважливіших задач викладання фізики. Одним із прийомів в цій роботі є створення проблемних ситуацій, які можна використовувати на різних етапах уроку. Пам'ятаючи, що проблема виникає лише на межі знання — незнання, проблемні ситуації найчастіше використовуються з метою активізації пізнавальної діяльності; з метою звернення уваги учнів на певний матеріал, пробудивши їх цікавість.

Проблемні питання спонукають учнів не просто згадувати засвоєне, а активно міркувати, розкривати фізичну суть явища, встановлювати взаємозв'язки з фізичними величинами, аналізувати, робити висновки, узагальнення та використовувати матеріал на практиці. Засвоєння відбувається лише тоді, коли є мислення самого учня, а мислення є тоді, коли виникає питання. Тобто, людина засвоює краще не готові знання, а ті, які потребують відповіді на особисті питання.

Зі сказаного можна зробити наступні висновки: для розвитку логіки та формування творчої активності учнів на уроках фізики систематично потрібно застосовувати нестандартні задачі та завдання, заохочувати самостійну роботу учнів, створювати проблемні ситуації, які стимулюють їхню пізнавально-пошукову діяльність та розвивають наукове мислення. Використання саме методу проблемного навчання дозволяє вирішити зазначену проблему сучасних вимог розвиваючого навчання та всебічного розвитку особистості учня.

Список використаних джерел:

1. Лозова В.І. Пізнавальна діяльність школярів / В.І. Лозова. – Харків. – 1990. – С.57-64.

2. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи / О.І. Ляшенко. – К.: Ґенеза, 1996. – 128 с.

3. Максимова В.Н. Пізнавальна діяльність школярів. Проблемний підхід до навчання в школі / В.Н. Максимова. – Л., 1973.– 73 с.

4. Махмутов М.И. Принципы проблемносcти в обучении / М.И. Махмутов // Вопросы психологии. – 1984.– N5.– С.30–36.

5. http://ebk.net.ua/Book/pedagogics/volkova_pedagogika/part3/3602.htm — Класифікація методів проблемно-розвиваючого навчання.

6. http://www.info-library.com.ua/books-text-4324.html — Дидактика (Електронна бібліотека).

7. http://users.kpi.kharkov.ua/lre/bde/ukr0/pd/ch_0207.htm — Теорія і практика розвиваючого і виховуючого навчання.

8.http://jorigami.narod.ru/PP_corner/Classics/Komensky/Komensky_Yan_Amos_Velikaya_didakt_izbr.htm — Ян Амос Коменський «Велика дидактика».

In the article modern approaches are analysed in the use of problem method of studies with the purpose of activation of educational-searching activity and formation creative activity of schoolchildren in the classroom physics.

Key words: *problem-developmental study, activation, creative activity, cognitive searching activity, problem situation.*

УДК 373.5.16:53

Кушнір В.В., студентка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О. М.,** кандидат педагогічних наук, доцент

КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ І СТРУМ» В СТАРШІЙ ШКОЛІ

У статті висвітлено роль інформаційних технологій у процесі формування якісних знань учнів з розділу «Електричне поле та струм», зроблено короткий огляд декількох програмних продуктів.

Ключові слова: *електричне поле, електричний струм, віртуальна лабораторія, електроніка, програмний засіб, фізика.*

Актуальність теми. Широке впровадження комп'ютерів у навчальний процес, пророкують науковці, інтенсифікує освітній процес і дасть змогу значно поліпшити рівень якості знань школярів з багатьох навчальних програмних предметів. Це стосується і фізики, зокрема такого її розділу як «Електричне поле та струм».

Актуальність даної проблеми очевидна. По-перше, школа сьогодні відчуває гостру нехватку фізичного лабораторного обладнання, в зв'язку із чим віртуальні програмні продукти можуть частково вирішити цю проблему. По-друге, робота з програмою набагато безпечніша, на відміну від реального експерименту,особливо це стосується названого розділу фізики. По-третє, розвиток творчих здібностей школярів дозволить нашій системі вищої освіти готувати широкопрофільних спеціалістів, на відміну від західної освіти, зорієнтованої на підготовку спеціалістів вузького профілю. Це повинно підвищити авторитет вітчизняних науковців на світовій арені й сприяти розвитку країни.

Розв'язання проблеми. На наш погляд, серед величезної кількості програмних продуктів як потужний засіб для вивчення електричних явищ, уваги заслуговує програма «Начала электроники», створена групою розробників з Казахстану. Вона являє собою електронний конструктор, у якому учень може „монтувати" різні електричні схеми і спостерігати за режимом їхньої роботи, вмикаючи джерело постійного або змінного струму.

Рис. 1. Вигляд робочого вікна програми «Начала электроники»

За допомогою конструктора можна: вивчати залежність опору провідників від їх матеріалу, довжини та поперечного перерізу; вивчати закони постійного струму, закони паралельного та послідовного з'єднання провідників, котушок, конденсаторів; вивчати закони виділення тепла при проходженні струму через провідник; використовувати мультиметри та двоканальний осцилограф; вивчати прояв індуктивного та ємнісного опорів в колах змінного струму; вивчення резонансу в коливальних контурах; визначати параметри невідомої деталі; вивчати потужність у колах змінного струму тощо [2].

Однією з головних особливостей комплексу є максимально можлива імітація реального фізичного процесу. Для цього передбачено: зображення деталей та вимірювальних приладів не схематично, а в реальному вигляді; при перевищенні номінальної потужності, на яку розраховані деталі, останні перегоряють.

Згадану віртуальну лабораторію можна активно залучати до навчального процесу. Використовувати її пропонуємо у якості узагальнення знань про принципи роботи з реальними електричними колами та електровимірювальними приладами.

«Начала электроники» можуть замінити шкільний кабінет фізики учням в домашніх умовах. Саме домашня самостійна робота з цим електронним конструктором за правильної мотивації може сприяти розвитку творчого фізичного та конструкторського мислення в школярів [2].

Створити в школярів позитивну мотивацію учіння у самостійному режимі з прикладним програмним забезпеченням набагато простіше, оскільки теперішній старшокласник твердо впевнений у всемогутності комп'ютера. Вчителю потрібно лише розробити систему завдань у вигляді лабораторних робіт, проблемного конструкторського завдання і включати їх як додаткові вправи у домашню роботу. За роботу над додатковими вправами учень отримуватиме заохочувальні бали.

Працюючи самостійно з електронним конструктором, школяр виробляє навики аналізу електричної схеми перед її ввімкненням. Краще запам'ятовує схематичні позначення елементів електричного кола, оскільки на монтажній платі деталі мають реальний вигляд, а «зберігаються» в ящиках із схематичним позначенням (реалізується запам'ятовування на основі аналогій). Реалізація розробниками перегоряння деталей спонукає учнів до аналізу причин невдалого експерименту. І, звичайно, учень має практично необмежені можливості для реалізації власних експериментів, які якнайефективніше сприяють розвитку критичного та творчого мислення, покращують засвоєння матеріалу з розділу „Електричне поле і струм". Ефективно розвиватиметься також синтетичне мислення під час складання електричних кіл [1, с. 85].

Розглянемо можливості ще одного програмного продукту. «Electronics Workbench» — програма, призначена для проектування електричних кіл (аналогових і цифрових) та аналізу їх електричних параметрів в різних режимах. Засоби програми дозволяють будувати електричні кола середньої складності і великої складності за рахунок підчеплення відповідних елементів. А також можна виконувати різноманітні дії над колами за допомогою генераторів напруги різної форми (гармонійні коливання, прямокутні і трикутні імпульси). Зміни в колі можна спостерігати за допомогою осцилографа (осцилоскопа), мультиметра, вольт- і амперметрів, логічного аналізатора, світлодіодів, сегментних індикаторів, ламп розжарювання, динаміка.

Програма використовує стандартний інтерфейс управління Windows. Тому переважає орієнтація на використання миші, що зробило інтерфейс дуже зручним. Мишею встановлюються компоненти та зв'язки, здійснюється управління інструментами подібно реальній лабораторії. Клавіатура використовується обмежено у випадках редагування властивостей компонентів, а також для швидкого виклику найбільш часто використовуваних операцій.

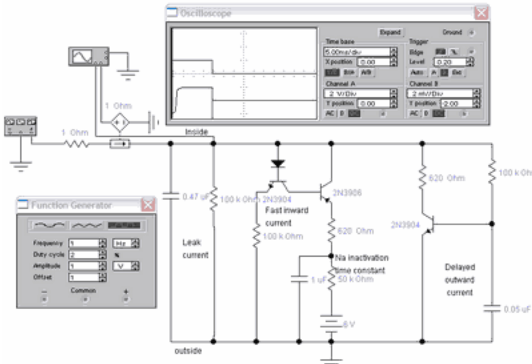


Рис. 2. Вигляд робочого вікна програми «Electronics Workbench»

«Electronics Workbench» реалізований, як реальна лабораторія, в якій є перед очима все компоненти та інструменти, готові до використання. Ключові складові інтерфейсу: робочий простір, корзина компонентів, меню, інструменти і кнопка вмикання живлення електричного кола.

Для побудови та дослідження ланцюга необхідно зробити наступне:

1. Перетягнути компоненти з кошика компонентів на робочий простір.
2. З'єднати їх переміщенням миші з натиснутою лівою кнопкою від виводу одного компонента до іншого.
3. Встановити моделі компонентів і значення їх величин.
4. Приєднати вимірювальні прилади.
5. Активувати ланцюг.

«Electronics Workbench» достатньо серйозна програма, тому її використання пропонуємо виносити на факультативні заняття. Цю програму можна пропонувати школярам, які проявляють підвищений інтерес до вивчення електроніки і мають достатній багаж знань про роботу різних елементів електричних схем.

Таким чином, результати наших досліджень дають змогу стверджувати, що застосування таких електронних програмних засобів, як «Начала электроники» та «Electronics Workbench» зможе розширити дидактичне забезпечення уроків фізики, дозволить підвищити рівень засвоєння навчального матеріалу і, що дуже важливо, зацікавити старшокласників у вивченні фізики.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання): навчально-методичний посібник / П.С. Атаманчук, О.С. Семерня, Т.П. Поведа. – Кам'янець-Подільський: КПНУ

ім. Івана Огієнка, 2010. – 392 с.
2. Прохоров А. Конструктор «Начала электроники» / А. Прохоров // Компьютер Пресс. – 2002. – №6.
The article highlights the role of information technology in the process of cognition of students from the "electric field and current," made a brief overview of several software products.
***Key words:** electric field, electric current, the virtual laboratory, electronics, software tool, physics.*

УДК 372

Колісниченко Д.А., Цюпа О.А., студенти фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Рачковський О. М.,** старший викладач

ВИКОРИСТАННЯ ТВОРЧИХ ТЕХНІЧНИХ І ЯКІСНИХ ЗАДАЧ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Стаття присвячена проблемі підвищення ефективності процесу навчання фізики за рахунок використання задач творчого характеру. У ній показано також процес складання творчих задач.
***Ключові слова**: творчі задачі, пізнавальний інтерес, практичний інтелект.*

Актуальність теми. Актуальними питаннями у статті є використання творчих задач на уроках фізики.

Завдання. Охарактеризувати основні ознаки компетентного підходу учнів до творчих задач.

Загальноприйнято, що в навчанні треба спиратися на наявні в учнів інтереси. Та значно важливіше формувати у них пізнавальні інтереси, а для цього потрібно всебічно вивчити їх. Інтересом до фізики можна назвати будь-яке позитивне ставлення до неї. Це ставлення треба знати для формування інтересу але його далеко не досить. Для справжнього пізнавального інтересу та формування творчої активності учнів характерне розуміння значення та мети пізнавальної діяльності і позитивне ставлення до фізики, а також наявність мотивів, що йдуть від самого процесу діяльності і спонукають займатись нею [3].

Під час практики наші дослідження показали, що найкращих результатів у розвитку творчої активності можна досягти тоді, коли зміст конструктивно-технічних задач відповідає змістові навчального матеріалу.

Отже, важливою умовою добору творчих задач є врахування наявних загальноосвітніх і творчих знань учнів. Добір творчих технічних завдань залежить також від конкретної мети, яку ставить перед собою вчитель. Частина таких завдань може виконуватись на уроках, інші — як домашні завдання або на гуртках чи факультативах. Розглянемо типи технічних задач. Задачі на моделювання. Цей тип задач передбачає створення копій існуючого технічного устаткування або його моделей. Виготовляючи ту чи іншу модель, учень підбирає необхідні матеріали, планує роботу, робить розрахунки, а в багатьох випадках змінює конструкцію окремих чи деталей вузлів для їх спрощення тощо. Це вже елементи творчості.

Велику увагу ми приділяли розвитку практичного інтелекту учнів. Обов’язковою умовою для розвитку практичного інтелекту на уроці є зв’язок навчального матеріалу з життям [2]. На уроках ми намагались показати учням зв'язок кожної теми з повсякденним життям. Зв'язок з життям можна здійснювати у формі задач. Учні з більшою зацікавленістю ставляться до розрахункових задач, коли вони торкаються життєвих питань. На уроках для розвитку практичного інтелекту ми використовували роботу парами, групами під час виконання практичних і теоретичних завдань. Сучасні досягнення в різних галузях виконуються силами великих команд. Ті особистості, що не вміють працювати в команді, опиняються за межами багатьох видів діяльності.

Наведемо приклади таких задач:

Задача 1. Для просолювання огірків їх упродовж декількох днів тримають у розсолі – розчині солі у воді. Запропонуйте, як можна прискорити цей процес.

Як відповідь на запитання вправи, так і розв'язання цієї задачі будуються на одних знаннях, проте в першому випадку відбувається традиційне закріплення цих знань, у другому – ще й створення на основі набутих знань оригінального продукту: способу підвищення швидкості просолювання огірків. Учень відчуває себе не просто здатним до запам'ятовування знань, які, можливо, йому ніколи не знадобляться, а ще й людиною, яка здатна до створення нових пристроїв чи технологій [1].

Таким же чином традиційне запитання типу "Де використовуються електромагніти?" можна перетворити у наступну задачу:

Задача 2. Запропонуйте корисну модель з використанням електромагніту. Очевидно, що ця задача може мати значну кількість розв'язань (можна, навіть сказати про існування необмеженої їхньої кількості), проте ми наведемо приклад лише одного з можливих варіантів.

Розв'язання. Можна створити електромагнітний замок, будову та принцип дії якого легко зрозуміти з рисунка 1. Замок складається з котушки 1 та підпружиненого стального осердя 2. Пружина 3 утримує положення осердя 2 в такому стані, як це показано на рисунку. При цьому сам замок міститься в коробці дверей 4, а осердя – в отворі дверей 5. Після приєднання до виводів котушки відповідного джерело струму стальне осердя втягується в її отвір і звільняє двері. Покажемо також, як можна перетворити у винахідницьку звичайну логіко –математичну або формально-логічну задачу.

Висновки. Насамперед, задачі повинні мати дослідницький, а не формальний характер, бути не абстрактними, а якомога ближче до життя. Приділяти більшу увагу аналізу і дослідженню не тільки проміжним результатам, а й кінцевим. Приділяти більше уваги індивідуальному розв'язуванню задач з фізики, давати розв'язувати не кількість задач, а розв'язувати краще менше задач але більш якісніше.

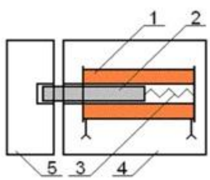


Рис. 1

Але, незалежно від віку школярів задача є важливою складовою навчального процесу, стимулює до навчальної діяльності та виявляє зацікавленість і бажання вчитися й здобувати знання, проводити спостереження та глибше зрозуміти фізику як науку.

У ході виконання учнями творчих задач, вони запам'ятовують набагато більше матеріалу і готуються до виконання таких завдань краще. Як наслідок цього учні активно працюють на уроках.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності / П.С Атаманчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПДГП, 1997. – 136 с.
2. Давиденко А.А. Методика розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики (теоретичні основи) / А.А. Давиденко. – Ніжин: ТОВ „Видавництво „Аспект–Поліграф”, 2004. – 264 с.
3. Денисюк І.Ф. Як розвинути інтерес до навчання / І.Ф. Денисюк // Фізика. – 2006. – №3.

The article is devoted to the problem of increase of efficiency of teaching process to physics due to the use of tasks of creative character. Process of drafting of creative tasks is demonstrate in the article too.

***Key words:** creative tasks, cognitive interest, practical intelligence.*

УДК 517.947

Лавренюк Ю.С., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Конет І.М.,** доктор фізико-математичних наук, професор

ПАРАБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В КУСКОВО-ОДНОРІДНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПІВПРОСТОРАХ

Методом інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв’язки алгоритмічного характеру параболічних крайових задач в кусково-однорідних циліндричних півпросторах.

***Ключові слова**: параболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв’язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D = \{(t,r,\varphi,z) : t>0; r\in\langle a;b\rangle; \varphi\in[0;2\pi); z\in I_n^+ \equiv \bigcup_{j=1}^{n+1} J_j =$$
$$= \bigcup_{j=1}^{n+1}(l_{j-1};l_j); l_0\ge 0; l_k<l_{k+1}; l_{n+1}\equiv l<+\infty\}$$

2π - періодичного щодо кутової змінної φ розв’язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними параболічного типу другого порядку [1]

$$\frac{\partial u_j}{\partial t} - [a_{r_j}^2(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}) + a_{z_j}^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}]u_j + \tag{1}$$
$$+\chi_j^2 u_j = f_j(t,r,\varphi,z); z\in J_j; j=\overline{1,n+1}$$

з початковими умовами

$$u_j(t,r,\varphi,z)\big|_{t=0} = g_j(t,\varphi,z); z\in \mathrm{J}_j; j=\overline{1,n+1}, \tag{2}$$

крайовими умовами

$$(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0)u_1\big|_{z=l_o} = g_0(t,r,\varphi); \left.\frac{\partial^k u_{n+1}}{\partial z^k}\right|_{z=+\infty}; k=0,1; \tag{3}$$

умовами спряження [2, 3]

$$[(\alpha_{j1}^k \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j1}^k)u_k - (\alpha_{j2}^k \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j2}^k)u_{k+1}]\Big|_{z=l_k} = 0;\ j = 1,2;\ k = \overline{1,n} \qquad (4)$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку $\langle a;b\rangle$, де $a_{rj}; a_{zj}; \chi_j; \alpha_{js}^k; \beta_{js}^k$ - деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jk} = \alpha_{2j}^k \beta_{1j}^k - \alpha_{1j}^k \beta_{2j}^k \neq 0; c_{1k} c_{2k} > 0; |\alpha_{11}^0| + |\beta_{11}^0| \neq 0;$$

$$f(t,r,\varphi,z) = \{ f_1(t,r,\varphi,z), f_2(t,r,\varphi,z),\ldots, f_{n+1}(t,r,\varphi,z)\};$$

$g(r,\varphi,z) = \{g_1(r,\varphi,z), g_2(r,\varphi,z),\ldots, g_{n+1}(r,\varphi,z)\}, g_0(t,r,\varphi)$ – задані обмежені досить гладкі функції;

$$u(t,r,\varphi,z) = \{u_1(t,r,\varphi,z), u_2(t,r,\varphi,z),\ldots,u_{n+1}(t,r,\varphi,z)\}$$

- шукана функція, неперервно диференційована за змінною t і двічі неперервно диференційована за геометричними змінними r,φ,z.

Побудуємо розв'язок розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $\langle a;b\rangle$.

1. Параболічна крайова задача в кусково-однорідному циліндричному півпросторі

$\langle a,b\rangle; \equiv (0;+\infty)$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$u_j\Big|_{r=0}; \frac{\partial u_j}{\partial r}\Big|_{r=+\infty} = 0; z \in I_j;\ j = \overline{1,n+1} \qquad (5)$$

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], інтегрального перетворення Фур'є-Бесселя щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $(l_0;+\infty)$ з n точками спряження щодо змінної z [6], єдиний розв'язок параболічної крайової задачі (1)-(5) визначають функції

$$\begin{aligned} u_j(t,r,\varphi,z) &= \\ &= \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^t \int_0^{+\infty} \int_0^{2\pi} \int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi) \times f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\delta_k \rho\, d\xi\, d\alpha\, d\rho\, d\tau + \\ &+ \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^{+\infty} \int_0^{2\pi} \int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi) \times g_k(\rho,\alpha,\xi)\delta_k \rho\, d\xi\, d\alpha\, d\rho + \\ &+ \int_0^t \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} W_j(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z) g_0(\tau,\rho,\alpha)\rho\, d\alpha\, d\rho\, d\tau;\ j = \overline{1,n+1}. \end{aligned} \qquad (6)$$

У формулах (6) застосовано компоненти

$$E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi) = \sum_{m=0}^{\infty} \varepsilon_m E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)\cos(m\varphi)$$

матриці впливу (функції впливу) та компоненти

$W_j\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)=-\sigma_1 a_{z1}^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}\left(t,r,\rho,\varphi,z,l_0\right)$ аплікатної матриці Гріна (функції Гріна) розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)=\frac{1}{\pi^2}\int_0^\infty\int_0^\infty G(t,\lambda,\beta)V_j(z,\beta)V_k(\xi,\beta)\times$$

$$\times\Omega_n(\beta)d\beta J_m(\lambda r)J_m(\lambda\rho)\lambda d\lambda;\ j,k=\overline{1,n+1}$$

$G(t,\lambda,\beta)=exp[-(\beta^2+a_{11}{}^2\lambda^2+\chi_1^2)t];\ J_m(x)$ – функція Бесселя.

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)$ і функцій Гріна $W_j\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)$, безпосередньо перевіряється, що функції $u_j\left(t,r,\varphi,z\right)$, визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (5) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [7]. Єдиність розв’язку (6) випливає із його структури та єдності головних розв’язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). Можна довести [8], що при відповідних обмеженнях та вихідні дані задачі розв’язок (6) буде також її класичним розв’язком.

Зауваження 1. У випадку $a_{rj}=a_{zj}\equiv a_j>0$ формули (6) визначають структуру розв’язку параболічної крайової задачі (1)-(5) в ізотропному кусково-однорідному циліндричному півпросторі.

Зауваження 2. Параметри $\alpha_{11}^0,\beta_{11}^0$ дають можливість виділяти із формул (6) розв’язки крайових задач у випадках задання на поверхні $z=l_0$ крайової умови Діріхле $(\alpha_{11}^0=0,\beta_{11}^0=1)$, крайової умови Неймана $(\alpha_{11}^0=-1,\beta_{11}^0=0)$ та крайової умови третього роду $(\alpha_{11}^0=-1,\beta_{11}^0\equiv h>0)$.

Зауваження 3. Аналіз розв’язку (6) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j\left(t,r,\varphi,z\right),g_j\left(r,\varphi,z\right),g_0\left(t,r,\varphi\right)$ проводиться безпосередньо.

2. Параболічна крайова задача в кусково – однорідному циліндричному півпросторі з порожниною

$\left\langle a;b\right\rangle\equiv\left(R_0;+\infty\right);R_0>0$. У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\Big|_{r=R_0}=\theta_j\left(t,\varphi,z\right);\left.\frac{\partial u_j}{\partial z}\right|_{z=+\infty}=0;z\in \mathrm{J}_j;\ j=\overline{1,n+1}, \tag{7}$$

де h – деяка невід’ємна стала;

$\theta\left(t,\varphi,z\right)=\left\{\theta_1\left(t,\varphi,z\right),\theta_2\left(t,\varphi,z\right),\ldots,\theta_{n+1}(t,\varphi,z)\right\}-$ задана обмежена досить гладка функція.

Припустимо, що розв’язок задачі (1)-(4), (7) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченого інтегрального перетворення Фур’є щодо кутової змінної φ $[4]$, інтегрального перетворення Вебера щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $(l_0;+\infty)$ з n точками спряження щодо змінної z [6], єдиний обмежений розв'язок параболічної крайової задачі (1)-(4), (7) визначають функції

$$
\begin{aligned}
& u_j(t,r,\varphi,z)= \\
& =\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\, f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+ \\
& +\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\times g_k(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \qquad (8)\\
& +\int_0^t\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi} W_j(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)\, g_0(\tau,\rho,\alpha)\rho d\alpha d\rho d\tau+ \\
& +a_{rj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} W_{jk}(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi)\Theta_k(\tau,\alpha,\xi)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,n+1}.
\end{aligned}
$$

У формулах (8) застосовано компоненти $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ матриці впливу, компоненти $W_j(t,r,\rho,\varphi,z)$ аплікатної матриці Гріна та компоненти $W_{jk}(t,r,\varphi,z,\xi)=R_0E_{jk}(t,r,R_0,\varphi,z,\xi)$ радіальної матриці Гріна розглянутої задачі, де

$$
\begin{aligned}
E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi) &= \frac{1}{\pi^2}\int_0^{\infty}\int_0^{\infty} G(t,\lambda,\beta)V_j(z,\beta)V_k(\xi,\beta)\times \\
&\times\Omega_h(\beta)d\beta\frac{f_{m,0}(r,\lambda)\, f_{m,0}(\rho,\lambda)\lambda d\lambda}{A_{m,0}^2(\lambda)+B_{m,0}^2(\lambda)};\ j,k=\overline{1,n+1}
\end{aligned}
$$

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j(t,r,\rho,\varphi,z)$, $W_{jk}(t,r,\varphi,z,\xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$, визначені формулами (8), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (7) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [7]. Єдиність розв'зку (8) випливає із його структури та єдиності головних розв'язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). Можна довести [8], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (8) буде також її класичним розв'язком.

Зазначимо, що: 1) зауваження 1, 2 поширюються на випадок розглянутої крайової задачі; 2) параметр h дає можливість виділяти із формул (8) розв'язки крайових задач у випадках задання на радіальній поверхні $r=R_0$ крайової умови Діріхле $(h\to\infty)$ та крайової умови Неймана $(h\to 0)$; 3) аналіз розв'язку (8) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(t,r,\varphi,z)$, $g_j(r,\varphi,z)$, $g_0(t,r,\varphi)$, $\theta_j(t,\varphi,z)$ проводиться безпосередньо.

Список використаних джерел:

1. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский – М.: Наука, 1972. – 735 с.
2. Боли Б. Теория температурних напряжений / Б.Боли, Дж.Уэйнер. – М.: Мир, 1964. – 517 с.
3. Конет І. М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М. П. Ленюк. – Чернівці:Прут, 2004. – 276 с.
4. Трантер К. Дж. Интегральные преобразование в математической физике / К.Дж. Трантер. – М.: Гостехтеориздат., 1956. – 204 с.
5. Ленюк М. П. Интегральные преобразование с разделенными переменными (Вебера, Фурье-Бесселя, Летандра-Фурье) / М.П.Ленюк. – К., 1983. – 56 с. – (Пренр. / АН УССР_ИН-Т Математики; 83.18)
6. Ленюк М. П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П.Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
7. Шварц Л. Математичиские методы для фезических наук / Л.Шварц. – М.: Мир, 1965. – 408 с.
8. Шилов Г. Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е.Шилов. – М.: Наука, 1965. – 328 с.

The method of integral transformation construct exact analytical solution of an algorithmic nature of parabolic boundary value problems in piecewise homogeneous cylindrical half-space.

***Key words:** parabolic equation, initial and boundary conditions, coupling conditions, integral transformation, major interchanges.*

УДК 539.2

Люба С.М., магістрантка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Оптасюк С.В.,** кандидат фізико-математичних наук

ВИРОЩУВАННЯ МОНО- ТА ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ ZnSe

Проаналізовано оптичні характеристики, механізми поглинання світла в ZnSe та механізми отримання тонких плівок.

***Ключові слова:** селенід цинку, спектри поглинання та пропускання, ширина забороненої зони.*

На даний час селенід цинку знайшов широке застосування в якості матеріалу для виготовлення оптичних вікон, лінз, призм і дзеркал, що використовуються в інфрачервоних системах та лазерних установках. Можливість використання в ІЧ-техніці обумовлена його достатньою прозорістю в широкій області спектру, високою механічною міцністю та ізотропністю властивостей. Крім того існують дослідження, які підтверджують, що плівки ZnSe з високою питомою провідністю можуть бути використані для одержання ефективної люмінесценції в синьо-блакитній та ультрафіолетовій областях спектру. Останні ж дані свідчать, що вченим вдалося розробити перше оптоволокно із сердечником з селеніду цинку. Це, фактично, новий клас оптичного волокна, яке дозволяє більш ефективну і вільну маніпуляцію світлом, сприяє розвитку універсальних лазерно-радарних технологій, а також розробці вдосконалених хірургічних лазерів, оборонних лазерів для армії та екологічних лазерів для вимірювання рівня забрунення та виявлення отруюючих речовин. Тому дослідження технології виготовлення, та різноманітних фізичних властивостей, даних матеріалів, зокрема, оптичних, мають особливу актуальність.

Метою роботи є дослідження оптичного поглинання світла видимого діапазону ZnSe та дослідження впливу домішок на оптичні характеристики.

Завданням цієї роботи є відпрацювання технологічних умов синтезу тонкоплівкових сполук селеніду цинку та дослідження фізичних властивостей, зокрема, оптичниго поглинання. Враховуючи технічні можливості лабораторії напівпровідників, основними методами синтезу були обрані:

- ✓ метод прямого сплавлення;
- ✓ метод хімічного транспорту;
- ✓ метод термічного напилення;

Також у роботі досліджуються моделі двовимірного зародження кристалів, зокрема модель Косселя-Странського-Фольмера.

Об'єктом дослідження виступали моно-, полікристали та тонкі плівки селеніду цинку.

Предметом дослідження ***є*** оптичні характеристики, механізми поглинання світла в ZnSe та механізми отримання тонких плівок.

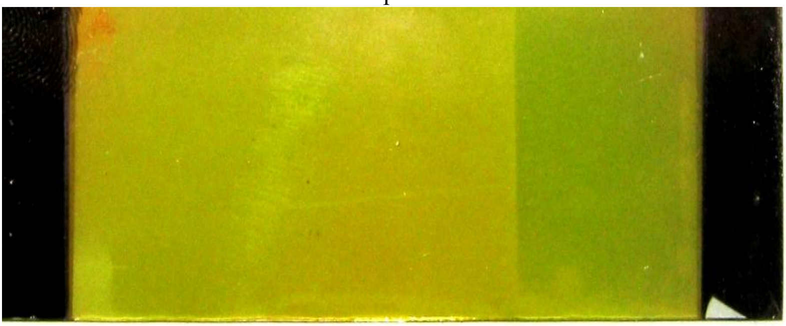


Рис. 1. ZnSe напилений на скло

Практична цінність та новизна роботи полягає у виготовленні та модернізації лабораторного обладнання, відпрацюванні технологічних режимів синтезу сполук та вирощування кристалів, які забезпечують отримання зразків з відтворюваними параметрами, а також вивченні впливу цих режимів оптичні властивості матеріалів, а також форму і властивості кристалів. Результати, отримані при виконанні досліджень, можуть бути використані як у подальших дослідженнях лабораторії напівпровідників, так і у вивченні окремих питань курсів загальної і теоретичної фізики, фізики твердого тіла та спецкурсі «Фізичні основи мікроелектроніки».

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано та систематизовано в різноманітних джерелах матеріал, що стосується вирощування моно-, та полікристалічних напівпровідників.

2. Дослідження спектрів оптичного поглинання кристалів ZnSe: Cr установили наявність характерних смуг в синьо-зеленій області спектра. Лінії поглинання в синій області інтерпретовані як результат електронних переходів з валентної зони на високі збуджені стани хрому ${}^3T_2$. Лінія поглинання в зеленій області спектру пояснюється внутрішньоцентровими переходами ${}^5T_2 \rightarrow {}^3T_2$, що відбуваються в межах іона Cr^{2+}.

3. Дослідження поглинання світла в широкому спектральному діапазоні в кристалах ZnSe:Co, виявили присутність однотипних спектральних ліній поглинання в цих кристалах. Спостережуване зміщення цих ліній обумовлено збільшенням іонного радіусу аніонів в послідовності S - Se - Te.

4. Представлені схеми електронних переходів у досліджуваних кристалах, що ілюструють процеси поглинання і фотопровідності. Визначено, що основний стан іонів кобальту і хрому в забороненій зоні досліджуваних кристалів поблизу валентної зони. У кристалах ZnSe: Cr рівень основного стану ${}^5T_2$ знаходиться на 0.30 еВ від валентної зони, а в кристалах ZnSe: Co рівень основного стану ${}^4A_2$ (F) - на 0.24 еВ.

5. В ході виконання магістерської роботи були отримані тонкі плівки ZnSe та дослідженні спектри пропускання даних плівок. Аналіз отриманих спектрів пропускання та поглинання дозволив визначити ширину забороненої зони селеніду цинку.

Рис. 2. Спектр поглинання плівки ZnSe

6. Подальші дослідження необхідно спрямувати на ґрунтовніше дослідження технології росту кристалів селеніду цинку та оптичних властивостей полі- та монокристалів ZnSe.

Список використаних джерел:

1. Рост кристалов/ Под ред. К. Гудмана. – М.: Мир. 1977. – 362 с.

2. Физика соединений A^2B^6. Под. ред. А.Н. Георгобиани и М.К. Шейнкмана. – М.: Наука. – 1986. – 320 с.

3. Медведев С.А. Введение в технологию полупроводниковых материалов / С.А. Медведев. – М: Высшая школа. 1976. – 502 с.

The influence of technological conditions on the growth mechanism of crystal faces ZnP_2 was analized. Shown that Burton-Cabrera-Frank is a dominant model for dislocation growth.

Key words: *ZnP_2, vacuum sublimation, dislocations.*

УДК 517.5

Маніш Л. Е., магістрантка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сорич В.А.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

НАЙКРАЩЕ СУМІСНЕ ОДНОСТОРОННЄ НАБЛИЖЕННЯ КЛАСІВ ІНТЕГРАЛІВ ПУАССОНА ТА ЇХ ПОХІДНИХ В МЕТРИЦІ L

Обчислено точні значення найкращих сумісних односторонніх наближень класів періодичних функцій високої гладкості, які задаються за допомогою згорток з фіксованими твірними ядрами в метриці простору L.

Ключові слова: *найкраще сумісне наближення, найкраще сумісне одностороннє наближення, класи інтегралів Пуассона, згортка, ядра Пуассона.*

Постановка задачі. Нехай L_∞ – простір $2\pi-$періодичних вимірних і суттєво обмежених функцій $f(\cdot)$ із нормою $\|f\|_{L_\infty} = \|f\|_\infty = ess\sup|f(x)|$; $C-$ простір неперервних на всій дійсній осі $2\pi-$ періодичних вимірних і суттєво обмежених функцій $f(\cdot)$ із нормою $\|f\|_c = \max|f(x)|$; ; $L-$простір $2\pi-$ періодичних сумовних на $(0;2\pi)$ функцій $f(x)$ з нормою

$$\|f\|_L = \|f\|_1 = \int_0^{2\pi} |f(x)|dx.$$

Інтегралом Пуассона функції $\varphi \in L$ називають функцію $f(x)$, що задається рівністю

$$f(x) = J_\beta^q(\varphi; x) = \frac{a_0}{2} + \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \varphi(x+t) P_\beta^q(t)\, dt, \qquad (1)$$

де $P_\beta^q(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right) -$ ядро Пуассона з параметрами $q \in (0;1)$ і $\beta \in R,$ $a_0 -$ вільний член ряду Фур'є функції $\varphi.$

Через $P_{\beta,\infty}^q$ позначимо клас неперервних $2\pi -$ періодичних функцій $f(x)$, що подаються у вигляді згортки (1), де функції $\varphi(\cdot)$ мають середні значення на періоді рівні нулю і задовольняють умову $\|\varphi\|_\infty \le 1.$

Нехай, далі, числа $q, q_i\left(i = \overline{1,m}\right)$ підпорядковані умові $0 < q < q_1 \le q_2 \le \ldots \le q_m \le 1, \beta_i \in R, C_i(n) -$ деякі константи залежні від $n.$

Позначимо через $\sum_{n,m}\left(f; x; t_{n-1,i}; \overline{c}\right)$ наступну суму

$$\sum\nolimits_{n,m}\left(f; x; t_{n-1,i}; \overline{c}\right) = \sum_{i=1}^{m} c_i(n)\left(f_{\beta_i}^{(q_1)}(x) - t_{n-1,i}(x)\right),$$

де $t_{n-1,i}(x) -$ тригонометричні многочлени степеня не вище за $n-1,$ а $f_{\beta_i}^{(q_1)}(x) - (q_i; \beta_i) -$ похідні функції $f(x)$ в сенсі О.І. Степанця, які означаються наступним чином: якщо

$$S[f] = \frac{a_0(f)}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k(f)\cos kx + b_k(f)\sin kx$$

ряд Фур'є функції $f(x)$, то

$$S\left[f_{\beta_i}^{(q_i)}\right] = \sum_{k=1}^{\infty} q_i^{-k}\left(a_k(f)\cos\left(kx + \frac{\beta_i\pi}{2}\right) + b_k(f)\sin\left(kx + \frac{\beta_i\pi}{2}\right)\right)$$

(див., напр., [1, с. 25], $\psi_i(k) = q_i^k\Big), i = \overline{1,m}.$

Задача найкращого сумісного наближення класів інтегралів Пуассона та їх похідних в метриках просторів C та L розглянута в роботі [2].

У даній статті, використовуючи ідеї робіт [3;4], досліджується величина

$$E_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^q\right)_L = \sup_{P_{\beta,\infty}^q} \inf_{t_{n-1}\in T_{2n-1}} \max_{|\alpha_i|=1} \left\| \sum_{i=1}^{m} c_i(n)\alpha_i f_{\beta_i}^{(q_1)}(x) - t_{n-1}(x) \right\|_L, \qquad (2)$$

де

$$t_{n-1}(x) \ge \sum_{i=1}^{m} c_i(n)\alpha_i f_{\beta_i}^{(q_1)}(x),\ x \in [0;2\pi], \tag{3}$$

T_{2n-1} – множина многочленів із умовою (3), $c_i(n)$ – числові послідовності.

<u>Основна частина</u>. Проводячи міркування, аналогічні наведеним в роботі [4], та використовуючи результати [2], встановлено справедливість твердження.

<u>Теорема</u>. Якщо виконується одна із умов:

1) $\beta - \beta_i \in [4k_i; 4k_i + 1] \cup [4s_i + 2; 4s_i + 3], k_i, s_i \in Z, i = \overline{1,m};$

2) $\beta - \beta_i \in [4k_i + 1; 4k_i + 2] \cup [4s_i + 3; 4s_i + 4], k_i, s_i \in Z, i = \overline{1,m}$

та при цьому $c_i(n) \ge 0,$ якщо $[4k_i; 4k_i + 2],$ і $c_i(n) \le 0,$ якщо $\beta - \beta_i \in [4s_i + 2; 4k_i + 4],$ тоді при кожному $n \in N$

$$E_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^{q}\right)_L = 8M(n),$$

де

$$M(n) = \left| \sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) \sum_{v=0}^{\infty} \left(\frac{q}{q_i}\right)^{(2v+1)n} \frac{\sin\left[(2v+1)\theta_n - (\beta - \beta_i)\frac{\pi}{2}\right]}{2v+1} \right|, \tag{4}$$

θ_n – єдиний на $[0;\pi]$ корінь рівняння

$$\sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) \sum_{v=0}^{\infty} \left(\frac{q}{q_i}\right)^{(2v+1)n} \cos\left[(2v+1)\theta_n - (\beta - \beta_i)\frac{\pi}{2}\right] = 0, \tag{5}$$

$$\bar{\alpha}_i = sign \sin\frac{\beta - \beta_i}{2}\pi.$$

<u>Доведення</u>. В роботі [2] знайдена величина $E_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^{q}\right)_C$ та доведено такі співвідношення

$$\begin{aligned} E_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^{q}\right)_C &= \sup_{t \in P_{\beta,\infty}^{q}} \inf_{t_{n-1,i}} \left\| \sum_{i=1}^{m} \left(f; x; t_{n-1,i}; \bar{c}\right) \right\|_C = \\ &= \sup_{t \in P_{\beta,\infty}^{q}} \inf_{t_{n-1}} \left\| \sum_{i=1}^{m} c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x) - t_{n-1}(x) \right\|_C = \\ &= \sup_{t \in P_{\beta,\infty}^{q}} \inf_{t_{n-1}} \max_{|\alpha_1|=1} \left\| \sum_{i=1}^{m} c_i(n)\alpha_i f_{\beta_i}^{(q_i)}(x) - t_{n-1}(x) \right\|_C = \left(\frac{4}{\pi}\right) M(n), \end{aligned} \tag{6}$$

Оскільки підпростір T_{2n-1} тригонометричних многочлені степеня не вище за $n-1$ містить константу, то для довільної неперервної функції $f(\cdot)$ має місце рівність

$$E_n(f+c)_c = E_n(f)_c, \text{ де } E_n(f) = \inf_{t_{n-1}=T_{2n-1}} \left\| f(x) - t_{n-1}(x) \right\|_c.$$

Тому, далі, можемо розглядати ті функції $f(x)$ в (1), для яких $a_0 = 0$.

В силу (6) робимо висновок, що існує тригонометричний многочлен $t_{n-1}(x) = t_{n-1}(x; f)$, для якого виконується нерівність

$$\left\| \sum_{i=1}^{m} \alpha_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x) - t_{n-1}(x; f) \right\|_c \le \frac{4}{\pi} M(n), \tag{7}$$

де $\bar{\alpha} = (\bar{\alpha}_1, \bar{\alpha}_2, \ldots, \bar{\alpha}_m)$ – вектор на якому реалізується максимум у (6).

Розглянемо многочлен $t_{n-1}^*(x; f) = t_{n-1}(x; f) + \dfrac{4}{\pi} M(n)$, тоді із (7) отримаємо, що

$$\sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x) \le t_{n-1}^*(x; f), 0 \le x \le 2\pi.$$

Оскільки $\int\limits_0^{2\pi} t_{n-1}(x)dx = 0, \int\limits_0^{2\pi} \sum\limits_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x)dx = 0,$ то в силу (7)

$$\int_0^{2\pi} \left(t_{n-1}^*(x; f) \right) - \sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x)dx =$$
$$\int_0^{2\pi} \left| t_{n-1}^*(x; f) - \sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x)dx \right| = 8M(n).$$

Таким чином, для довільної функції $f(x) \in P_{\beta,\infty}^q$ чисел $c_i(n), \beta - \beta_i$, що задовольняють умови теореми, справедлива оцінка

$$\hat{E}_n \left(\sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x) \right)_L \overset{def}{=} \inf_{t_{n-1}=T_{2n-1}} \left\| \sum_{i=1}^{m} \bar{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(x) - t_{n-1}(x) \right\|_L \le 8M(n).$$

Із останньої нерівності для величини $E_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^q\right)_L$ отримаємо

$$\hat{E}_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^q\right)_L \le 8M(n). \tag{8}$$

Покажемо, що існує функція $f^* \in P_{\beta,\infty}^q$, многочлен t_{n-1}^* для якої при зафіксованих значеннях констант $\bar{\alpha}_i$ виконується нерівність протилежного до (8) знаку.

Оскільки для $\forall f \in P^{q}_{\beta,\infty}$ її $(q_i;\beta_i)-$ похідна знаходиться в класі $P^{\frac{q}{q_1}}_{\beta-\beta_i,\infty}$ то для суми

$$F(x;\overline{c}) \overset{def}{=} \sum_{i=1}^{m} \overline{\alpha}_i c_i(n) f_{\beta_1}^{(q_1)}(x) =$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \varphi(x+t)\sum_{i=1}^{m}\overline{\alpha}_i c_i(n)\sum_{k=1}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^k \cos\left(kt + \frac{\beta-\beta_i}{2}\pi\right)dt.$$

Нехай $\varphi^*(x) = sign\sin(nx-\theta_n)$ (число $\theta_n -$ корінь рівняння (5)),

$$f_\beta^{*(q)}(x) \equiv \varphi^*(x), F^*(x;\overline{c}) = \sum_{i=1}^{m}\overline{a}_i c_i(n) f_{\beta_1}^{*(q_i)}$$

Якщо $t_{n-1}(x)-$ довільний тригонометричний многочлен степеня не вище $n-1,$ для якого $t_{n-1}(x) \geq F^*(x;\overline{c}), 0 \leq x \leq 2\pi,$ то

$$\sum_{k=0}^{n-1}\left(t_{n-1}\left(x+\frac{2\pi k}{n}\right) - F^*\left(x+\frac{2\pi k}{n};\overline{c}\right)\right) \geq 0. \qquad (9)$$

Для тригонометричного многочлена $t_{n-1}(x)$ та для суми $F^*(x;\overline{c})$ будемо мати

$$\left\|F^*(x;\overline{c}) - t_{n-1}(x)\right\|_L = \int_0^{2\pi}\left(t_{n-1}(x) - F^*(x;\overline{c})\right)dt.$$

В силу співвідношень: $\sum_{k=0}^{n-1}\cos\frac{2lk\pi}{n} = 0$ (при $l \overline{\vdots}\, n$), $\sum_{k=0}^{n-1}\cos\frac{2lk\pi}{n} = n$ (при $l \vdots n$), $\sum_{k=0}^{n-1}\sin\frac{2lk\pi}{n} = 0,$ (при $k,l,n \in N$) будемо мати

$$\left\|F^*(x;\overline{c}) - t_{n-1}(x)\right\|_L = \int_0^{2\pi}\frac{1}{\pi}\sum_{k=0}^{n-1}\left(t_{n-1}\left(x+\frac{2k\pi}{n}\right) - F^*\left(x+\frac{2k\pi}{n};c\right)\right)dx =$$

$$= \int_0^{2\pi}\left(\lambda - \sum_{i=1}^{m}\overline{a}_i\overline{c}_i(n) f_{\beta_i}^{(q_i)}(nx)\right)dx, \text{ де } \lambda = \frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1}\left(t_{n-1}\left(x+\frac{2k\pi}{n}\right) = const\right).$$

В силу нерівності $t_{n-1}(x) \geq F^*(x;\overline{c}), 0 \leq x \leq 2\pi$ має місце співвідношення

$$\lambda \geq \max_x \frac{1}{\pi}\sum_{i=1}^{m}\overline{a}_i c_i(n) f_{\beta_i}^{*(q_i)}(nx).$$

Із останнього співвідношення, та враховуючи те, що функції $f_{\beta_i}^{*(q_i)}(nx)$ мають середні значення на періоді рівні нулю, отримаємо

$$\int_0^{2\pi}\left(t_{n-1}(x)-F^*(x;\overline{c})\right)dt \ge \max_x 2\pi\sum_{i=1}^m \overline{a}_i c_i(n)\, f_{\beta_i}^{*(q_i)}(nx) \ge$$

$$\ge \max_x 2\pi\sum_{i=1}^m \overline{a}_i c_i(n)\, f_{\beta_i}^{*(q_i)}(0) = 2\int_0^{2\pi}\left|\sum_{i=1}^m \overline{a}_i c_i(n)\sum_{k=1}^m\left(\frac{q}{q_i}\right)^k \cos\left(kt+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{\beta-\beta_i}{2}\right)\right|\pi dt = 8M(n)$$

Звідки

$$\inf_{t_{n-1}\in T_{2n-1}}\left\|F^*(x;\overline{c})-t_{n-1}(x)\right\|_L \ge 8M(n).$$

Отже,

$$\hat{E}_{n,m}\left(P_{\beta,\infty}^q\right)_L \ge 8M(n). \qquad (10)$$

Співставляючи нерівності (8) та (10), переконуємося в справедливості теореми.

Список використаних джерел:

1. Степанец А.И. Классификация и приближение периодических функций / А.И. Степанец. – К.: Наук. думка, 1987. – 268 с.
2. Сорич В.А. Найкраще наближення лінійної комбінації ядер Пуассона / В.А. Сорич, Н.М. Сорич // Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації: Зб. наук. праць (за матеріалами Всеукраїнської науково-методичної конференції). – Кам’янець – Подільський: Кам’янець – Подільський державний університет, редакц.-видавнич. відділ, 2004. – С. 60-69.
3. Ganelius T. On one sides approximation by trigonometric polynomials / T. Ganelius // Math. Scand. – 1956. – 4. – p. 247-258.
4. Сорич В.А. Про найкраще одностороннє сумісне наближення класів W_β^r в метриці L / В.А. Сорич, Н.М. Сорич // Ряди Фур’є: теорія і застосування. – К.: Ін-т математики НАН України, 1998. – С. 316-322.

The exact meaning of the best one-side approximation of classes are calculated in periodical functions of high facility, which are asked with a helping of folds with fixing forming kernels in the metrics of space L.

Key words: *the best one-side approximation integral classes of Puasson, fold (plate), kernel (nucleus) of Puasson.*

УДК 004.94

Мединська О.В., студентка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Іванюк В.А.**, кандидат технічних наук, доцент

ТЕСТОВІ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРІЙНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ

У статті зроблено огляд тестових задач для дослідження якості засобів комп'ютерної математики.

Ключові слова: *тестування, засоби комп'ютерної математики, диференціальні рівняння з частинними похідними, інтегральні рівняння.*

Тестування – це процес технічного дослідження, який виконується на вимогу замовників, і призначений для вияву інформації про якість продукту відносно контексту, в якому він має використовуватись.

Якість не є абсолютною, це суб'єктивне поняття. Тому тестування не може повністю забезпечити коректність програмного продукту. Воно тільки порівнює стан і поведінку продукту зі специфікацією.

При дослідженні якості програмних засобів необхідно розглянути ряд їхніх характеристик, зокрема: функціональність, надійність, практичність, ефективність, мобільність.

При тестуванні засобів комп'ютерної математики [5], їх характеристики досліджувались за такими розділами:

- зручність використання 15%;
- математичні функції 35%;
- графічні функції 10%;
- середовище програмування 11%;
- імпорт/експорт данних5%;
- доступні операційні системи2%;
- швидкість 22%.

Для дослідження кожного з цих розділів були поставленні відповідні задачі. Нажаль в межах розглянутого дослідження не виконувалось порівняння програмних засобів орієнтованих на моделювання об'єктів з розподіленими параметрами. Тому формування тестових задач для дослідження якості програмних модулів призначених для розв'язування диференціальних рівнянь з частинними похідними та інтегральних рівнянь є актуальною задачею.

Основними задачами, які повинні ставитися перед засобами комп'ютерної математики, перевірка можливості розв'язання класичних типів рівнянь, як диференціальних, так і інтегральних моделей. На початковому етапі перевірки засобів комп'ютерної математики необхідно розв'язувати лінійні стаціонарні задачі. Для перевірки правильності розв'язання диференціальних моделей необхідно, в першу чергу, розв'язати задачі математичної фізики, які визначаються рівняннями еліптичного, параболічного та гіперболічного типів з різними початковими та крайовими умовами [4].

При тестуванні програмних засобів орієнтованих на інтегральні моделі необхідно перевірити можливість розв'язування інтегральних рівнянь Вольтерри II та I роду, Фредгольма II та I роду [3].

Після перевірки якості програмних засобів при розв'язхуванні приведених вище рівнянь необхідно розглядати нелінійні та нестаціонарні динамічні моделі. Крім того, також варто дослідити можливості еквівалентних перетворень систем комп'ютерної математики при переході від одних моделей до інших.

Список використаних джерел:

1. Верлань А.Ф. Интегральные уравнения, методы, алгоритмы, программы / А.Ф. Верлань, В.С. Сизиков. – К. : Наукова думка, 1986. – 545 с.
2. Манжиров А.В. Справочник по интегральным уравнениям. Методы решения / А.В. Манжиров, А.Д.Полянін. – М. : Факториал Пресс, 2000. – 385 с.
3. Манжиров А.В. Справочник по интегральным уравнениям. Точные решения / А.В. Манжиров, А.Д. Полянін. – М. : Факториал, 1998. − 432 с.
4. Полянин А.Д.Справочник по линейным уравнениям математической физики / А.Д. Полянин. – М. : Физико-математическая литература, 2001. − 575 с.
5. Штейнгауз С. Порівняння математичних програм для аналізу даних / С. Штейнгауз. – Мюнхен, 2008. − 75 с.

In this paper an overview of test problems for research quality of computer mathematics.

Key words: *testing means of computer mathematics, differential equations with partial derivatives, integral equation.*

УДК 372.53

Надвинешна І. С., студентка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Конет І. М.,** доктор фізико-математичних наук, професор

ГІПЕРБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В КУСКОВО-ОДНОРІДНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ШАРАХ

Методом інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру гіперболічних крайових задач в кусково-однорідних циліндричних шарах.

Ключові слова: *гіперболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D=\left\{(t,r,\varphi,z): t>0; r\in\langle a;b\rangle; \varphi\in\left[0;2\pi\right); z\in I_n^+ \equiv \right.$$

$$\left.\equiv\bigcup_{j=1}^{n+1} \mathrm{J}_j = \bigcup_{j=1}^{n+1}(l_{j-1};l_j); l_0\ge 0; l_k<l_{k+1}; l_{n+1}\equiv l<+\infty\right\}$$

2π - періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу другого порядку [1]

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} - [a_{r_j}^2 (\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}) + a_{z_j}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2}]u_j + \tag{1}$$
$$+ x_j^2 u_j = f_j(t,r,\varphi,z); z \in \mathrm{J}_j; j = \overline{1, n+1}$$

з початковими умовами

$$u_j\Big|_{t=0} = g_j^1(r,\varphi,z); \frac{\partial u_j}{\partial t}\Big|_{t=0} = g_j^2(r,\varphi,z); z \in \mathrm{J}_j; j = \overline{1, n+1} \tag{2}$$

крайовими умовами

$$(\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0) u_1\big|_{z=l_o} = g_0(t,r,\varphi);$$
$$(\alpha_{22}^{n+1} \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{22}^{n+1}) u_{n+1}\big|_{z=l} = g_l(t,r,\varphi) \tag{3}$$

умовами спряження [2,3]

$$[(\alpha_{j1}^k \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j1}^k)u_k - (\alpha_{j2}^k \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j2}^k)u_{k+1}]\Big|_{z=l_k} = 0; \tag{4}$$
$$j = 1,2; k = \overline{1, n}$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку, $\langle a,b \rangle$, де $a_{rj}, a_{zj}, x_j, \alpha_{js}^k, \beta_{js}^k$ - деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jk} = \alpha_{2j}^k \beta_{1j}^k - \alpha_{1j}^k \beta_{2j}^k \neq 0; c_{1k} c_{2k} > 0; |\alpha_{11}^0| + |\beta_{11}^0| \neq 0; |\alpha_{22}^{n+1}| + |\beta_{22}^{n+1}| \neq 0;$$
$$f(t,r,\varphi,z) = \{ f_1(t,r,\varphi,z),\ f_2(t,r,\varphi,z), \ldots f_{n+1}(t,r,\varphi,z) \};$$
$$g^1(r,\varphi,z) = \{ g_1^1(r,\varphi,z), g_2^1(r,\varphi,z), \ldots, g_{n+1}^1(r,\varphi,z \};$$
$$g^2(r,\varphi,z) = \{ g_1^2(r,\varphi,z), g_2^2(r,\varphi,z), \ldots, g_{n+1}^2(r,\varphi,z \};$$

$g_0(t,r,\varphi); g_l(t,r,\varphi)$ - задані обмежені досить гладкі функції;

$u(t,r,\varphi,z) = \{u_1(t,r,\varphi,z), u_2(t,r,\varphi,z), \ldots, u_{n+1}(t,r,\varphi,z)\}$ - шукана функція.

Побудуємо розв'язок розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $\langle a,b \rangle$.

1. Гіперболічна крайова задача в кусково-однорідному циліндричному шарі

$\langle a,b \rangle \equiv (0;+\infty)$. У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$u_j\Big|_{r=0}=0;\ \frac{\partial u_j}{\partial r}\Big|_{r=+\infty}=0;\ z\in \mathrm{J}_j;\ j=\overline{1,n+1}. \qquad (5)$$

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], інтегрального перетворення Фур'є-Бесселя щодо радіальної змінної *r* [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовому сегменті $[l_0,l]$ з *n* точками спряження щодо змінної *z* [6], єдиний розв'язок гіперболічної крайової задачі (1)-(5) визначають функції

$$\begin{aligned}
u_j(t,r,\varphi,z)&=\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^\infty\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\\
&-\alpha,z,\xi)\,f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+\\
&+\frac{\partial}{\partial t}\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^\infty\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)g_k^1(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+\\
&+\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^\infty\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)g_k^2(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+\\
&+\int_0^t\int_0^\infty\int_0^{2\pi}\Big[W_j^0(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)\,g_0(\tau,\rho,\alpha)+\\
&+W_j^l(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z)\,g_l(\tau,\rho,\alpha)\Big]\rho d\alpha d\rho d\tau;\ j=\overline{1,n+1}.
\end{aligned} \qquad (6)$$

У формулах (6) беруть участь компоненти

$$E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)=\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon_m E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)\cos(m\varphi)$$

матриці впливу (функції впливу), компоненти

$$W_j^0(t,r,\rho,\varphi,z)=-\sigma_1 a_{z1}^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}(t,r,\rho,\varphi,z,l_0)$$

нижньої аплікатної матриці Гріна (функції Гріна) та компоненти

$$W_j^l(t,r,\rho,\varphi,z)=\sigma_{n+1}a_{z,n+1}^2\left(\alpha_{22}^{n+1}\right)^{-1}E_{j,n+1}(t,r,\rho,\varphi,z,l)$$

верхньої аплікатної матриці Гріна (функції Гріна) розглянутої задачі, де

$$\begin{aligned}
E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)&=\frac{1}{2\pi}\sum_{s=1}^{\infty}\int_0^\infty\frac{\sin(\Delta(\lambda,\lambda_s)t)}{\Delta(\lambda,\lambda_s)}\times\\
&\times \mathrm{J}_m(\lambda r)\mathrm{J}_m(\lambda\rho)\lambda d\lambda\,\frac{V_j(z,\lambda_s)V_k(\xi,\lambda_s)}{\|V(z,\lambda_s)\|^2};\ j,k=\overline{1,n+1}
\end{aligned}$$

$\Delta^2(\lambda,\lambda_s)=\lambda_s^2+a_{r1}^2\lambda^2+x_1^2$; $\mathrm{J}_m(x)$ - функція Бесселя.

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j^0(t,r,\rho,\varphi,z)$, $W_j^l(t,r,\rho,\varphi,z)$ безпосередньо перевіряється що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$ визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (5) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [7]. Єдиність розв'язку (6) випливає із його структури та єдиності головних розв'язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). Можна довести [8], що при певних обмеженнях та вихідні дані задачі розв'язок (6) буде також класичним розв'язком гіперболічної крайової задачі (1)-(5).

Зауваження 1. У випадку $a_{rj} = a_{zj} \equiv a_j > 0$ формули (6) визначають структуру розв'язку гіперболічної крайової задачі (1)-(5) в ізотропному кусково-однорідному циліндричному шарі.

Зауваження 2. Параметри $\alpha_{11}^0, \beta_{11}^0, \alpha_{22}^{n+1}, \beta_{22}^{n+1}$ дають можливість виділяти із формул (6) розв'язки крайових задач у випадках задання на поверхнях $z = l_0, z = l$ крайових умов першого, другого й третього роду та їх можливих комбінацій.

Зауваження 3. Аналіз розв'язку (6) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(t,r,\varphi,z)$, $g_j^1(r,\varphi,z)$, $g_j^2(r,\varphi,z), g_0(t,r,\varphi), g_l(t,r,\varphi)$ проводиться безпосередньо.

2. Гіперболічна крайова задача в кусково-однорідному циліндричному шарі з порожниною

$\langle a,b\rangle \equiv (R_0,+\infty), R_0 > 0.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\bigg|_{r=R_0} = \theta_j(t,\varphi,z); \frac{\partial u_j}{\partial r}\bigg|_{r=+\infty} = 0; z\in \mathrm{J}_j; j=\overline{1,n+1}, \tag{7}$$

де h – деяка невід'ємна стала;

$\theta(t,\varphi,z) = \{\theta_1(t,\varphi,z), \theta_2(t,\varphi,z), \ldots, \theta_{n+1}(t,\varphi,z)\}$ - задана обмежена досить гладка функція.

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(4), (7) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [3] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], інтегрального перетворення Вебера щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовому сегменті $[l_0, l]$ з n точками спряження щодо змінної z [6], єдиний обмежений розв'язок гіперболічної крайової задачі (1)-(4), (7) визначають функції

$$
\begin{aligned}
&u_j\left(t,r,\varphi,z\right)= \\
&\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right) f_k\left(\tau,\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+ \\
&+\frac{\partial}{\partial t}\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_k^1\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \\
&+\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_k^2\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \qquad (8)\\
&+\int_0^t\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\Big[W_j^0\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z\right)g_0\left(\tau,\rho,\alpha\right)+ \\
&+W_j^l\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z\right)g_l\left(\tau,\rho,\alpha\right)\Big]\rho d\alpha d\rho d\tau+ \\
&+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} W_{jk}\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)\theta_k\left(\tau,\alpha,\xi\right)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,n+1}
\end{aligned}
$$

У формулах (8) беруть участь компоненти $E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)$ матриць впливу, компоненти $W_j^0\left(t,r,\rho,\varphi,z\right), W_j^l\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)$ аплікатних матриць Гріна та компоненти

$$W_{jk}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right)=R_0E_{jk}\left(t,r,R_0,\varphi,z,\xi\right)$$

радіальної матриці Гріна розглянутої задачі, де

$$
\begin{aligned}
E_{jk,m}\left(t,r,\rho,z,\xi\right)=\frac{1}{2\pi}\sum_{s=1}^{\infty}\int_0^{\infty}\frac{\sin\left(\Delta\left(\lambda,\lambda_s\right)t\right)}{\Delta\left(\lambda,\lambda_s\right)}\times \\
\times\frac{f_{m,0}\left(r,\lambda\right)f_{m,0}\left(\rho,\lambda\right)\lambda d\lambda}{A_{m,0}^2\left(\lambda\right)+B_{m,0}^2\left(\lambda\right)}\frac{V_j\left(z,\lambda_s\right)V_k\left(\xi,\lambda_s\right)}{\left\|V\left(z,\lambda_s\right)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,n+1}.
\end{aligned}
$$

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)$ і функції Гріна $W_j^0\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)$, $W_j^l\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)$, $W_{jk}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j\left(t,r,\varphi,z\right)$, визначені формулами (8), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3),(7) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [7]. Єдиність розв'язку (8) випливає із його структури та єдиності головних розв'язків задачі (функції впливу і функцій Гріна). Можна довести [8], що при певних обмеженнях та вихідні дані задачі, розв'язок (8) буде також класичним розв'язком гіперболічної крайової задачі(1)-(4), (7).

Зазначимо, що: 1) зауваження 1, 2 поширюються на випадок розглянутої крайової задачі; 2) параметр h дає можливість виділяти із формул (8) розв'язки крайових задач у випадках задання на радіальній поверхні $z=R_0$ крайової умови першого роду $\left(h\to\infty\right)$ та другого роду$\left(h\to 0\right)$; 3) аналіз розв'язку (8) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(t,r,\varphi,z), g_j^1(r,\varphi,z), g_j^2(r,\varphi,z), g_0(t,r,\varphi), g_l\left(t,r,\varphi\right), \quad \theta_j\left(t,\varphi,z\right)$ проводиться безпосередньо.

Список використаних джерел:

1. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа / Ж.Адамар. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
2. Боли Б. Теория температурных напряжений / Б.Боли, Дж.Уэйнер. – М.: Мир, 1964. – 517 с.
3. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2004. – 276 с.
4. Трантер К.Дж. Интегральные преобразование в математической физике / К.Дж. Трантер. – М.: Гостехтеориздат., 1956. – 204 с.
5. Ленюк М.П. Интегральные преобразование с разделенными переменными (Вебера, Фурье-Бесселя, Лежандра-Фурье) /М.П.Ленюк. – К., 1983. – 56 с. – (Препр./ АН УССР_Ин-т математики; 83.18)
6. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П.Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
7. Шварц Л. Математичиские методы для физических наук / Л.Шварц. – М.: Мир, 1965. – 408 с.
8. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е.Шилов. – М.: Наука, 1965. – 328 с.

The method of integral transformation construct exact analytical solution of an algorithmic nature of hyperbolic boundary value problems in piecewise homogeneous cylindrical layers.

***Key words**: hyperbolic equation, initial and boundary conditions, coupling conditions, integral transformation, major interchanges.*

УДК 371.381

Остапчук В.В., студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Панчук О.П.,** кандидат педагогічних наук, доцент

РЕАЛІЗАЦІЯ ТВОРЧИХ ПРОЕКТІВ НА ЗАНЯТТЯХ В НАЧАЛЬНИХ МАЙСТЕРНЯХ

У статті розглянуто деякі теоретичні аспекти впровадження творчих проектів на заняттях з студентами в навчальних майстерня.

Ключові слова:методика, проектно-технологічний підхід, технічне завдання.

Сьогодення показує, що зміна виробничих технологій, використання автоматизованих виробничих ліній і роботів, якими керують засобами обчислювальної техніки, призвели до зміни вимог до тих, хто бере участь у виробництві. Це підтверджує і світовий досвід, який засвідчує, що через швидку зміну технологій кожні 4 – 5 років людина змушена змінювати професію. Звідси випливає, що перед початком трудової діяльності кожна людина повинна отримати широкий політехнічний кругозір, ознайомитись з різними напрямами перетворюючої діяльності людини, оцінити свої здібності і вибрати напрям професійної діяльності.

Обов’язковою умовою набуття людиною деякого способу дій є включення до їх складу пізнавальних задач, що підлягають засвоєнню. Можливості ефективного управлінні навчальним процесом взагалі і формування практичних умінь зокрема повністю зростають, якщо чітко будуть окресленні еталони контролю цією діяльності [1 с.4].

Враховуючи проведення широкомасштабної наукової роботи, спрямованої на вдосконалення навчально-виховного процесу у вищій школі, з нашої точки зору є актуальним питання формування конкурентноспроможного спеціаліста з почуттям господаря і високим ступенем трудової активності з перших днів навчання і тут важливу роль відіграє спільна творча діяльність викладачів і студентів.

Основною узагальненою метою вивчення студентами – майбутніми вчителями трудового навчання – інженерних дисциплін є формування їх готовності до технічної діяльності на основі інтегрованих знань, які сприяють створенню в уяві студентів цілісної сучасної науково-технічної картини світу з її глобальними тенденціями, тотальною інформатизацією, новими ринковими умовами [3, с. 73].

Один із варіантів формування готовності студентів до технічної діяльності необхідно, на нашу думку, через технічну творчість на заняттях в навчальних майстернях.

Під технічною творчістю розуміють цілеспрямовану діяльність людини, яка завершується створенням чогось нового з метою удосконалення знарядь праці, технологічних процесів, планування праці, конструкції виробів, тощо – нового, яке має суспільну цінність [10, с.26].

На нашу думку технічна підготовка майбутнього вчителя трудового навчання знаходиться в методичній і інженерній діяльності. Інженерна діяльність вчителя праці полягає в:

— освоєнні навчально-матеріальної бази політехнічного навчання (приладів, інструментів, пристосувань тощо);

— здійсненні розрахунково-графічної діяльності (виконання і застосування схем, ескізів, графіків, креслень і т. п.);

— ручному та механічному обробітку різних матеріалів, складанні і налагодженні виробів із них;

— конструюванні і моделюванні;

— проведенні техніко-економічного оцінювання результатів діяльності учнів [2, с. 39].

Основа ж методичної діяльності – організація навчально-виховного процесу, спрямованого на реалізацію завдань трудового навчання в загальноосвітньому закладі. Ми вважаємо, що використання проектно-технологічної діяльності на заняттях в навчальних майстернях з студентами підвищить їх методичний рівень

Проектно-технологічна підготовка, визначає методичну діяльність в підготовці вчителя трудового навчання і вона зорієнтована на особистісний освітній процес, яка реалізує метод, що передбачає:

— виявлення та розуміння студентами недостатності раніше засвоєних знань і способів дій;

— постановку нового навчального завдання;

— пошукову діяльність;

— оцінку, обґрунтування знайденого способу та самооцінку власної діяльності. Іншими словами, не показ способу дій, а пошук, «вирощування» цього способу.

Відомо, що процес творчості характеризується єдністю теоретичних знань і практичного досвіду. Але теорія перевіряється практикою, а на практиці виникають такі питання, що потребують теоретичних розв'язків. Теоретична підготовка в технічній творчій діяльності складається з знань методів і способів конструювання, прийомів розв'язку творчих задач і політехнічних знань. А досвід практичної роботи накопичується в студентів після отримання умінь і навичок в роботі з інструментами, формування загально трудових умінь і т.д.

В процесі роботи над творчим проектом проявляється конструкторська діяльність, яка полягає в розв'язанні багатьох взаємозв'язаних технічних задач і є продуктивним способом моделювання. Відомо, що в процесі творчої діяльності у конструктора і винахідника виникають специфічні особливості мислення, тобто можливість уявити конструкцію технічного приладу і взаємодію його окремих елементів, уміння виявити причинно – наслідкові зв'язки між технічними явищами.

Отже, здійснюючи проектно-технологічну діяльність з студентами на заняттях в навчальних майстернях слід звернути увагу на такі моменти:

по – перше, процес роботи над проектом варто розглядати не як самоціль, а як творчий процес, який супроводжується розв'язанням технічних завдань і є синтезом розумової і практичної діяльності;

по – друге, заняття доцільно організовувати на основі проблемного методу навчання, максимально скоротивши рецептурний метод.

Вважаємо, що послідовність розробки виробів можна здійснювати такими етапами:

1. Перед проектне дослідження: усвідомлення конструкторської задачі; вивчення аналогів літератури, проектних матеріалів; визначення функціональних, ергономічних, технічних, економічних і естетичних вимог.

2. Попередньо ескізне проектування: розробка ескізів; пошукове макетування;конструкторські розрахунки.

3. Розробка ескізного проекту: виконання ескізів на планшетах; складання пояснювальної записки до проекту.

4. Складання проектно – конструкторської документації: виконання робочих креслень і технологічних карт.

5. Організація і робота над проектом.

6. Самооцінка і захист виконаного проекту.

Отже, приходимо до висновку, що методично правильно організовані заняття з використання перерахованих етапів, при роботі над проектом, впливають на якісний показник підготовки студента до майбутньої діяльності. І це говорить про втілення проектно-технологічного підходу на заняття з студентами в навчальних майстернях.

Можна сподіватись, що при правильному спрямуванні діяльності студентів на виконання творчих проектів вона набере рис справжньої продуктивної праці, звільненої від формалізму і вимушеного виконання робіт, які далеко не завжди сприймались ними.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П.С.Атаманчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, ІВВ, 1999. – 174 с.
2. Волощук І. Концептуальні засади творчих здібностей школярів / І. Волощук. – Трудова підготовка в закладах освіти, 2003. – №2. – С. 3.
3. Курок В.П. Концепція інженерної підготовки майбутніх учителів трудового навчання / В.П.Курок. – Вища освіта України, 2004. – №3. – С. 73-79.
4. Тхоржевський Д.О. Методика трудового та професійного навчання. ЧастинаІ. Теорія трудового навчання: Підручник для вищих педагогічних навчальних закладів / Д.О. Тхоржевський. – Київ: РННЦ"ДІНІТ", 2000. – 248 с.

In the article some theoretical aspects of introduction of creative projects are considered on reading with students in educational workshops.

Key words: method, project-technological approach, requirement specification.

УДК 53 (07) +372.853

Пазинюк В.М., магістрант фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

ПРОФЕСІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ УЧИТЕЛЯ ЯК ОСНОВА ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У статті досліджується проблема професійної компетентності, розглянуто погляди провідних вітчизняних та зарубіжних методистів, виділено види професійної компетентності.

Ключові слова: *компетентність, професійна компетентність, професіоналізм.*

Поняття "професійна компетентність" увійшло в термінологію у 80-ті роки минулого століття з праць Ю. К. Бабанського. С. П. Баранова, В. О. Сластьоніна і вважалось складовою професіоналізму. Термін "компетентність" (від лат. competence) – поняття, що висвітлює аспекти поведінки людини, пов'язані з виконанням роботи, визначає основну характеристику особистості, яка досягла або здатна досягти високих результатів у діяльності.

Метою нашої статті є дослідження поняття «професійна компетентність» у сучасній освіті.

З позицій системного підходу (Т. Т. Браже, Н. І. Запрудський) професійна компетентність розуміється як певна система, що інтегрує знання, уміння, навички, професійно значущі якості особистості, яка забезпечує виконання особистих професійних зобов'язань [5]. На основі модифікації цього виду професійної компетентності можна виокремити структурні компоненти професійної компетентності фахівця взагалі. Отже, структурними компонентами професійної компетентності фахівця є три сфери: мотиваційна, предметно-практична (операційно-технологічна), саморегуляції.

Європейські науковці (М. Альге, М. Дебесс, Ф. Мар'є) трактують професійну компетентність як сукупність потенційних емоційних, пізнавальних та психомоторних дій ефективної діяльності. Заслуговує на увагу концепція "інтегрованого розвитку компетентності", розроблена шведськими й американськими вченими (В. Чапанат, Г. Вайлер, Я. Лефстед). Розвиток компетентності спеціаліста тут пов'язується з інтеграцією інтелектуальних, моральних, соціальних, естетичних, політичних аспектів знань і вмінь. Професійна компетентність у контексті зазначеної концепції містить знання та вміння з різнобічних сфер життєдіяльності людини, що необхідні для формування вмінь здійснення діяльності творчого рівня [5].

Орієнтація вимог до рівня підготовки учнів на підставі компетентнісного підходу припускає інше структурування змісту й організації освітнього процесу, зокрема професійної компетентності учителя щодо формування культури мислення учнів.

В якості центрального поняття відновлення та модернізації освітнього процесу виступає поняття «професійна компетентність» учителя.

Поняття «професійна компетентність» ширше знань, умінь і навичок, не є їхньою сумою, тому що включає всі сторони діяльності: знаннєву, операційно-технологічну, ціннісно-мотиваційну тощо. Більшість дослідників під терміном «компетентність» розуміють складну інтегровану якість особистості, що обумовлює можливість здійснювати деяку діяльність, причому мова йде саме не про окремі знання чи вміння й навіть не про сукупності окремих процедур діяльності, а про властивість, що дозволяє людині здійснювати діяльність в цілому.

Узагальнення вітчизняних і зарубіжних досліджень сутності компетентності привело до такого розуміння цього терміна: компетентність - інтегральна характеристика особистості, яка визначає її здатність вирішувати проблеми та типові завдання, що виникають у реальних життєвих ситуаціях, у різних сферах діяльності на основі використання знань, навчального й життєвого досвіду та відповідно до засвоєної системи цінностей.

Із точки зору професійної компетентності вчителя у формуванні культури мислення дітей шкільного віку можна стверджувати, що вчитель повинен по-новому розуміти свою професійну діяльність. Сьогодні вчитель у основному працює не з учнем, а з предметом, і як головне завдання все ще висуває завдання щодо кількісного та якісного засвоєння навчальних компетентностей з навчального предмета [1].

Дослідження наукових, в яких розглядається проблема компетентнісного підходу, засвідчує, що поряд з визнанням професійної компетентності учителя як основи педагогічної діяльності, наявна неоднозначність трактування самого терміну [2].

У «Словнику з педагогіки» знаходимо, що володіння учителем необхідною сумою знань, умінь та навичок, які визначають сформованість його педагогічної діяльності, педагогічного спілкування і особистості учителя як носія певних цінностей, ідеалів і педагогічного досвіду; сукупність знань, досвіду, умінь і гнучкого володіння педагогічною технологією, знаходження оптимальних засобів впливу на учня з врахуванням його потреб і інтересів, прав і вільного вибору способів діяльності і поведінки [3, С. 133]. Під компетентністю автори розуміють особисті можливості людини та її кваліфікація (знання, досвід), які дають можливість приймати участь в розробці певного обсягу рішень або вирішувати проблеми самому завдяки наявності певного обсягу знань та навичок; рівень освіченості особистості, який визначається ступенем оволодіння теоретичними засобами пізнавальної чи практичної діяльності. Виділяють наступні компетентності: комунікативну (здатність встановлювати та підтримувати необхідні контакти з іншими людьми; система внутрішніх ресурсів, необхідних для побудови ефективної комунікації в певному крузі ситуацій міжособистісної взаємодії), загальнокультурну (рівень освіченості, який достатній для самоосвіти і самостійного вирішення пізнавальних проблем, які при цьому виникають та визначення своєї позиції) та професійну.

Маркова А.К. розрізняє такі терміни, як «професіоналізм» та «компетентність» [4]. Якщо мова йде про нормативні вимоги професії до особистості людини, тут професіоналізм - це сукупність, набір особистісних характеристик людини, необхідних для успішного виконання праці. Якщо говорять, що людині притаманний професіоналізм - тут мова йде про те, що людина володіє цим необхідним нормативним набором психічних якостей, і професіоналізм стає внутрішньою характеристикою особистості людини. Поряд з реальним професіоналізмом знаходиться слово «компетентність», воно є характеристикою конкретної людини та індивідуальною характеристикою ступеня відповідності до вимог професії.

Сьогодні компетентність частіше визначають як поєднання психічних якостей, як психічний стан, що дозволяє діяти самостійно й відповідально (дієва компетентність), як володіння людиною здатністю й умінням виконувати певні трудові функції. Причини як компетентності, так і некомпетентності можуть бути різні: стану особистості, в тому числі емоційна стійкість або нестійкість, добре чи погане здоров'я та ін..

Автор виділяє різні види професійної компетентності:

– спеціальна компетентність – володіння власне професійною діяльністю на достатньо високому рівні, здатність проектувати свій подальший професійний розвиток;

– соціальна компетентність - володіння спільною (груповою, кооперативною) професійною діяльністю, співпрацею, а також прийнятими в даній професії прийомами професійного спілкування; соціальна відповідальність за результати своєї професійної праці;

– особистісна компетентність – володіння прийомами особистісного самовираження і саморозвитку, засобами протистояння професійним деформаціям особистості;

– індивідуальна компетентність – володіння прийомами самореалізації і розвитку індивідуальності в рамках професії, готовність до професійного росту, здатність до індивідуального самозбереження, несхильність професійному старінню, уміння організувати раціонально свою працю без перевантажень часу і сил, здійснювати працю ненапружено, без втоми і навіть з освіжаючим ефектом.

Названі види компетентності можуть не збігатися в одній людині. Людина може бути хорошим вузьким спеціалістом, але не вміти спілкуватися, не вміти здійснювати завдання свого розвитку. Відповідно у неї можна констатувати високу спеціальну компетентність і нижчу – соціальну, особистісну.

Виділяють деякі загальні види компетентності, необхідні для людини незалежно від професії (вони перегукуються з описаними вище міжпрофесійні модулями). Це професійно важливі якості та типи професійної поведінки, що є основою широкого кола професій і не втрачають свого значення при змінах у виробництві, у соціальній практиці.

Можна сказати, що кожен з описаних вище видів компетентності включає в себе такі загальні міжпрофесійні компоненти:

– спеціальна компетентність - здатність до планування виробничих процесів, вміння працювати з комп'ютером, з оргтехнікою, читання технічної документації, ручні навички;

– особистісна компетентність - здатність планувати свою трудову діяльність, контролювати і регулювати її, здатність самостійно приймати рішення; здатність знаходити нестандартні рішення (креативність), гнучке теоретичне і практичне мислення, вміння бачити проблему, здатність самостійно здобувати нові знання й уміння;

– індивідуальна компетентність - мотивація досягнення, ресурс успіху, прагнення до якості своєї роботи, здатність до самомотивування, впевненість в собі, оптимізм.

Таким чином, розглянуто проблема поняття «професійна компетентність», погляди провідних науоквців, виділено види професійної компетентності та її компоненти.

Список використаних джерел:

1. http://osvita.ua/school/technol/1913=15
2. Заболотний В. Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Заболотний Володимир Федорович; Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. - К., 2010. - 542 с.
3. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Словарь по педагогике. Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2005. – 448 с.
4. Маркова А.К. Психология профессионализма. – М.: «Знание», 1996. – 23 с.
5. Чаплак, М. Сучасні тенденції формування професійної компетентності майбутніх педагогів [Електронний ресурс] / М. Чаплак, С. Котова // Современные вопросы мировой науки – 2010 : матеріали конференції. – Режим доступу : http: // www.rusnauka.com / 4_SWMN_2010 / Pedagogica / 58932.doc.htm.

The problem of professional competence, considered the views of leading national and international trainers, selected types of professional competence.
***Key words:** competence, professional competence and professionalism.*

УДК 373.5.016:512

Полонська В. А., студентка 5 курсу фізико-математичного факульте
Науковий керівник: **Сморжевський Л. О.**, кандидат педагогічних наук, професор

ПРО МЕТОДИКУ ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ 11 КЛАСУ

Розглянуто питання про методику вивчення геометричних тіл в шкільному курсі геометрії, яка допоможе вчителям успішно здійснювати пояснення нового матеріалу та контроль за його засвоєння, відповідно до нової диференціації навчання
***Ключові слова:** многогранники, тіла обертання, правильні многогранники*

У зв’язку з впровадженням нової системи освіти у старших класах починаючи з 2011-2012 навчального року, Міністерство освітиосвіти і науки, молоді та спорту України розробило нові навчальні плани і програми. Згідно з цим вивчення математики диференційоване за чотирма рівнями: рівнем стандарту, академічним рівнем, профільним рівнем та рівнем поглибленого вивчення математики. Учні середніх загальноосвітніх навчальних закладів, які ще не визначилися зі спеціалізацією, вивчатимуть математику на академічному рівні [3].

Кожному з цих рівнів відповідає певна навчальна програма і окремі підручники. Вчителі математики у старших класах орієнтуються на нові рівневі підручники, затверджені Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України. В нині діючих підручниках є рівнева диференціація навчального курсу з геометрії. Методичні ж матеріали, які розроблені на сьогоднішній день, не в повній мірі дозволяють реалізувати високу продуктивність викладу матеріалу. Методика застаріла, отже виникає потреба розробити нову.

У шкільному курсі геометрії геометричні тіла займають особливе місце. Саме вивчення цієї теми повинно наштовхнути учнів на просторове мислення, розвивати в учнів просторову уяву, допомогти встановленню кількісних відношень між просторовими об'єктами. До того ж ця тема підсумовує знання з вивчених раніше тем з планіметрії та стереометрії. Цей тісний взаємозв'язок з минулим має особливе значення у методичному відношенні.

Необхідно відзначити, що проблеми рівневої диференціації навчання висвітлювали відомі дидакти та методисти: Ананченко К. О.; Голік Л., Горбач І.; Гусєв В. А.; Ісак Н. К.; Ковчин Н. А.; Купріянович В. В.; Лєвша М. та інші [1, с.186-212].

Мета дослідження полягала в тому, щоб розробити методику вивчення тем «Многогранники» та «Тіла обертання» у загальноосвітніх школах, де вивчають математику на академічному рівні, розробити систему вправ та дидактичних матеріалів, що орієнтовані на нову рівневу диференціацію навчання.

Для досягнення мети було розв'язано такі завдання:

- ✓ З'ясовано значення досліджуваної теми в курсі стереометрії.
- ✓ Визначено, в якій мірі психолого-методична, дидактична література, підручники з математики задовольняють чотирьохрівневе навчання з досліджуваної теми.
- ✓ Розроблено методику вивечення тем «Многогранники», «Тіла обертання».
- ✓ Експериментально перевірено ефективність досліджуваної методики.

Під час вивчення цієї теми потрібно максимально візуалізувати об'єкти, що вивчаються. З перших уроків учителю слід показувати дітям моделі геометричних тіл, зображення на малюнках, плакатах, застосовувати макети геометричних тіл, а також спонукати учнів до наведення прикладів геометричних тіл, які вони зустрічали у своєму житті.

Для прикладу при вивченні теми «Призми. Пряма і правильна призми» вчитель спочатку демонструє моделі призми, виділяє основні властивості цього виду многогранника: дві грані паралельні і рівні, а решта граней – паралелограми. Далі формулює означення призми.Після цього учні повинні навести приклади призм, які вони зустрічали у своєму житті. Означивши елементи призми, вчитель переходить до закріплення даних означень усними вправами. До прикладу за заданим малюнком з позначеними вершинами назвати елементи призми. Далі вчитель може перейти до письмових завдань [2, с.136-144].

Для зацікавлення учнів до вивчення деяких тем корисно використовувати елементи історизму. Тема «Правильні многогранники», якраз дозволяє використати такий елемент. На початку уроку вчитель розповідає учням про те, що за часів піфагорійського союзу в давньогрецькій філософії народилася концепція чотирьох стихій — першооснов матеріального світу: вогню, повітря, води і землі. Згідно з деякими джерелами античності, чотири космічні стихії були геометризовані самим Піфагором: атом кожної стихії мислився у вигляді певного правильного многогранника. Але стихій всього чотири, а многогранників — п’ять. Для п'ятого Платон вводить п'ятий елемент — «п'яту сутність», атомам якого надається форма найбільш близького до кулі, найдосконалішого тіла на землі, многогранника — додекаедра. Атомам землі Платон надав форму самого нерухомого і стійкого многогранника, бо земля нерухома і стійка — це куб. Атом вогню символізував многогранник гострий, схожий на полум'я свічки — тетраедр. Вода відрізняється плинністю, і її атоми символізували многогранник, який найбільше «котиться» — це ікосаедр. Повітря рухається в різні його символізує многогранник октаедр. Такий початок уроку зацікавить учнів до вивчення правильних многогранників.

Для введення понять про тіла обертання зручно оператись на те, як саме утворилося те чи інше тіло обертання. Зрозумівши як вони утворюються, учні краще розуміють їх структуру. До прикладу при поясненні понять кулі та сфери учитель може розпочати урок так: : Уявимо собі, що круг обертається навколо свого діаметра. Утворена фігура в геометрії називається кулею. Якщо ж обертати коло навколо свого діаметра, то отримаємо дещо іншу фігуру, вона називається сферою.

За результатами експериментальної перевірки можна говорити про доцільність використання такої методики в навчальному процесі.

Отже, сучасна школа орієнтована на диференційований підхід до організації навчання, продиктований освітньою реформою, є на нашу думку доцільним і необхідним та вимагає створення новітніх методичних розробок, які б найбільшою мірою відповідали сучасним принципам організації навчального процесу в школі.

Список використаних джерел:

1. Гусев В.А. Методические основы дифференцированного обучения математике в средней школе: Дисс…докт. пед. наук: 13.00.02. – М.,1990.–346 с.
2. Г. П. Бевз, В. Г. Бевз, Н. Г. Владімірова, В. М. Владіміров. Геометрія 11 : Київ «Генеза» 2011р.
3. http://www.mon.gov.ua/index.php/ua/

Thequestionof method study of solids in theschool year of geometry, which willhelpteachers succeed in explaining newmaterial and controlof his learning, according to a new differentiation.

Key words: *polyhedra, body rotation, regular polyhedra.*

УДК 004.94

Просандєєв Д.Є., студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий консультант: **Іванюк В.А.,** кандидат технічних наук, доцент

РОЗРОБКА БІБЛІОТЕКИ SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ОБ'ЄКТІВ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВІ ЧИСЛОВОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА ВОЛЬТЕРРИ

У статті розглядаються типові ланки об'єктів з розподіленими параметрами та їх інтегральні моделі. Побудовано програмні модулі реалізації оператора Вольтерри квадратурними методами. На основі обчислювальних експериментів досліджено ефективність даного підходу.

Ключові слова: *динамічні моделі, типові ланки, інтегральні моделі, передатні функції, оператор Вольтерри, Matlab.*

При комп'ютерному моделюванні динамічних об'єктів, як із зосередженими, так і з розподіленими параметрами актуальними і не до кінця розв'язаними є задачі, формування структурних елементів за допомогою яких можна було б формувати будь-яку структуру досліджуваного об'єкта. При розв'язанні поставлених задач необхідно враховувати те, що отримані результати у вигляді методів та алгоритмів повинні підтримувати ідеологію структурно-алгоритмічного методу моделювання та забезпечувати ефективну комп'ютерну реалізацію моделі.

Метою даної роботи є побудова бібліотеки Simulink типових ланок додинамічних об'єктів.

Метод структурно-алгоритмічного моделювання. Використання структурно-алгоритмічного методу при моделюванні динамічних систем забезпечує ефективну комп'ютерну реалізацію моделі з огляду на інженерні вимоги користувача, вимоги до якості результатів, в тому числі з урахуванням будь-якої наявної додаткової апріорної інформації про об'єкт моделювання.

Відзначимо основні позитивні особливості структурно-алгоритмічного методу моделювання. По-перше, такий метод дає наочну інформацію про як завгодно складну систему. По-друге, метод дозволяє однаковим способом описувати об'єкти за допомогою моделей довільного вигляду, у тому числі за допомогою імпульсних, перехідних або передатних функцій. По-третє, структурний метод дає можливість визначати характеристики, як всієї системи в цілому, так і окремих її частин, аналізувати й синтезувати складні об'єкти, що містять ланки із зосередженими та з розподіленими параметрами [5].

В міру ускладнення динаміки систем і розширення класу досліджуваних об'єктів стає очевидною необхідність подальшого розвитку та удосконалення методів математичного моделювання. Через це, використання інтегральних моделей виявляється більш ефективним, в противагу іншим можливим еквівалентним видам моделей.

Дійсно, якщо деяку ланку, як із зосередженими, так і з розподіленими параметрами, задано передатною функцією W*(p),* а значить виразом Y(*p*) = W(*p*)*X*(*p*)*,* де Y(*p*) і *X*(*p*) — зображення вихідного й вхідного сигналів, то, переходячи до оригіналів, одержуємо інтегральну модель у вигляді

$$y(t)=\int_0^t V(t-s)x(s)ds \tag{1}$$

де *V(t)* — вагова функція (імпульсна перехідна характеристика) об'єкта. Модель (1) є, по суті, універсальною і придатною для відтворення об'єктів, як із зосередженими, так із розподіленими параметрами. При цьому властивості об'єкта відображаються однією одномірною функцією *V*(t*),* яка може бути отримана:

– аналітично з вихідних рівнянь;

– за допомогою фізичного експерименту;

– шляхом обчислювального експерименту з вихідною моделлю [4].

Досвід застосування структурно-алгоритмічного методу при створенні сучасних спеціалізованих пакетів прикладних програм свідчить про те, що для синтезу моделей певного класу об'єктів доцільно використовувати базовий набір моделей і алгоритмів. При цьому досягається максимальна формалізація процедури організації обчислювального процесу.

Базовими є алгоритми, які реалізують типові динамічні лайки (інтегруючу, диференціюючу, форсуючу, інерційну, коливальну, кратну інтегруючу, кратну інерційну). У таблиці 1 приведені передатні, перехідні та вагові функції даних ланок. Передбачається, що кожному такому блоку ставиться у відповідність алгоритм, який реалізується відповідним програмним модулем [1; 2].

Таблиця 1

Набір моделей типових елементів

$W(p)$	$H(t)$	$V(t)$
Пропорційна		
k	$kl_0(t)$	$k\delta(t)$
Інтегруюча		
k/p	$ktl_0(t)$	$kl_0(t)$
Диференціальна		
kp	$k\delta(t)$	$k\delta'(t)$
Інерційна		
$k/(1+pT)$	$k(1-e^{-t/T})l_0(t)$	$ke^{-t/T}l_0(t)$
Форсуюча		
$k(1+pT)$	$kl_0(t)+kT\delta(t)$	$k\delta(t)+kT\delta'(t)$
Інерційно-диференціальна		

$kp/(1+pT)$	$kp/Te^{-t/T}l_0(t)$	$k/T\delta(t)-k/Te^{-t/T}l_0(t)$
Інерційно-форсуюча		
$k\dfrac{1+T_1p}{1+T_2p}$	$k\left(1+(\tau-1)e^{\frac{t}{T_2}}\right)l_0(t)$	$\dfrac{k}{T_2}+(1-\tau)e^{\frac{t}{T_2}}l_0(t)+k\tau\delta(t)$
Коливальна		
$\dfrac{k}{1+2\xi pT+(pT)^2}$	$kl_0(t)\left(1-e^{-\beta t}\left(\cos(w_1t)+\dfrac{\beta}{\omega}\sin(w_1t)\right)\right)$	$\dfrac{kw_0^2}{w_1}l_0(t)e^{-\beta t}\sin w_1t$

Приведені у таблиці ланки та їх характеристики описують об'єкти із зосередженими параметрами. Але вони не покривають широкий клас фізичних процесів, в яких присутня розподіленість параметрів.

Для об'єктів з розподіленими параметрами можна виділити такі базові типові ірраціональні та трансцендентні ланки: напівінтегральна, напівінерційна ланка, запізнення та згасання (або напівзапізнення). У таблиці 2 приведені основні характеристики даних ланок, а саме їх передатні, перехідні та імпульсні функції [1; 2; 3].

Таблиця 2

Набір типових ірраціональних та трансцендентних ланок

$W(p)$	$H(t)$	$V(t)$
Напівінтегральна		
$\dfrac{k}{\sqrt{p}}$	$2k\sqrt{\dfrac{t}{\pi}}l_0(t)$	$\dfrac{k}{\sqrt{\pi t}}l_0(t)$
Напвівінерційна		
$\dfrac{k}{1+\sqrt{pT}}$	$k\left(1-e^{\frac{t}{T}}erfc\sqrt{\dfrac{t}{T}}\right)l_0(t)$	$k\left(\sqrt{\dfrac{T}{\pi k}}-e^{\frac{t}{T}}erfc\sqrt{\dfrac{t}{T}}\right)l_0(t)$
Запізнення		
e^{-pT}	$l_0(t-\tau)$	$\delta(t-\tau)$
Згасання (напівзапізнення)		
$e^{-\sqrt{pT}}$	$erfc\left(\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{t}{T}}\right)$	$\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{T_0}{\pi t^3}}e^{\frac{T_0}{4t}}$

Розробка програмних засобів та обчислювальні експерименти. Проведений аналіз наявних пакетів прикладних програм показав, що вони не містять засобів для реалізації таких моделей. Зокрема, в додатку Simulink середовища Matlab є великий набір базових елементів, що покривають всі об'єкти, які приведені в таблиці 1, але засобів моделювання трансцендентних та ірраціональних функцій немає.

Базуючись на інтегральній моделі (1) розроблено програмний модуль у вигляді блоку в Simulink, який має вигляд рис. 1.

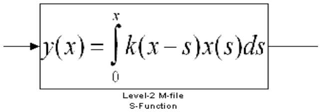


Рис.1. Модель Int_Volter

В основі алгоритму розробленого модуля лежить метод квадратур, а формула для чисельної реалізації має вигляд:

$$y_i = \sum_{s=0}^{i} A_s V_{i-s} x_i .$$

Вікно задання параметрів розробленого модуля має вигляд (рис.2), де h – крок моделювання, Kern – список з якого можна вибрати потрібну ланку (набір містить ланки приведені в таблицях 1 – 2).

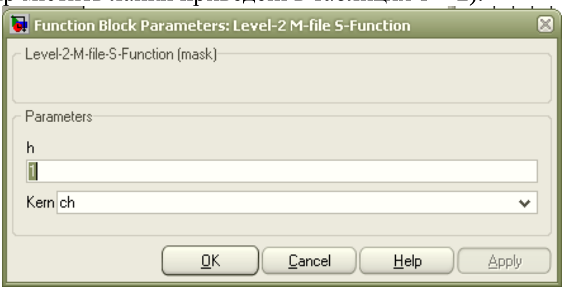


Рис. 2. Вікно задання параметрів блоку

Розроблений модуль можна використовувати при комп’ютерному моделюванні динамічних об’єктів, як із зосередженими (таблиця 1), так і з розподіленими (таблиця 2) параметрами.

Продовженням дослідження буде розширення бібліотеки додатковими типовими ланками, зокрема, гіперболічними.

Список використаних джерел:

1. Бейтмен Г. Таблицы интегральных преобразований. Том I. Преобразования Фурье, Лапласа, Меллина / Г. Бейтмен, А. Эрдейи. – М.: Наука, 1969. – 344 с.

2. Бутковский А.Г. Структурний метод для систем с распределенньми параметрами / А.Г. Бутковский // Автоматика и Телемеханика. – 1975. – №5. – С. 5-27.

3. Бутковский А.Г. Характеристики систем с распределеннмми параметрами (справочное пособие) / А.Г. Бутковский. – М.: Наука, 1976, – 224 с.

4. Верлань А.Ф. Интегральнме уравнения: методы, алгоритмы, программы: справочное пособие / А.Ф. Верлань, В.С. Сизиков. – К. : Наук, думка, 1986. – 544 с.

5. Верлань А.Ф. Комп'ютерне моделювання в задачах динаміки електромеханічних систем : монографія / А.Ф. Верлань, В.А. Федорчук, В.А. Іванюк ; Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 204 с.

In this study considered typical level of objects with distributed parameters and integrated model. Built software modules using quadrature methods and based on computational experiments investigated the effectiveness of this approach.

Key words: *dynamic model, model-level, integrated models, transfer function, the operator of Volterra, Matlab.*

УДК 373.5.016:54

Предиткевич М.М., студент 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Семерня О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ФІЗИЧНИХ ЗНАНЬ УЧНІВ З ДОПОМОГОЮ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

У статті розглянуто питання використання та застосування фізичних експериментів на уроках фізики.

Ключові слова: *учень, фізичний експеримент, знання, урок, уміння.*

Актуальність теми полягає в тому, що у даний час постає проблема заохочення учнів у школах до вивчення такого предмету як фізика. Застосування в навчальному процесі фізичних експериментів займає високу позицію, оскільки в учнів формується краще уявлення про ті чи інші поняття та явища, якщо показувати їх на реальному прикладі.

Мета: теоретично обґрунтувати той факт, що роль і місце фізичного експерименту під час проведення уроків є важливим фактором у формуванні знань з фізики.

Завдання статті:

- теоретично обґрунтувати застосування фізичного експерименту;
- показати вплив фізичних експериментів на учнів у вивченні уроків фізики.

Постановка проблеми: при систематичному і цілеспрямованому використанні фізичних експериментів в навчальному процесі, можна спрогнозувати формування навичок та здібностей учнів з фізики.

Фізичний експеримент – необхідний чинник засвоєння знань, тому, що фізика – експериментальна наука. Фізичний експеримент, як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальності діяльності [1].

Для ефективного навчання слід ретельно продумувати та поєднувати бесіду на уроці з використанням фізичних експериментів, можливості використання різних методичних прийомів: пояснення, установка на сприймання перед демонструванням окремих елементів комплексу чи комплексу загалом, демонстрування, що супроводжується поясненням.

У системі навчального фізичного експерименту особливе місце належить фронтальним лабораторним роботам і фізичному практикуму, які здійснюють практичну підготовку учнів.

У процесі підготовки до уроку з застосуванням експерименту слід детально проаналізувати зміст і мету уроку, визначити обсяг і особливості знань, які повинні засвоїти учні, зміст і логіку вивчення навчального матеріалу.

Існує система використання фізичних експериментів під час проведення уроку, яка ґрунтується на ідеях поступового підвищення проблемності експерименту та пошукової самостійності учнів. Такий підхід має пронизувати систему сучасного фізичного експерименту, який містить в собі:

- досліди,
- фронтальні лабораторні роботи,
- короткочасні фронтальні дослідження,
- експериментальні задачі.

Фізичний експеримент забезпечують можливість ілюстрації зв’язку науки та техніки, при цьому учні не тільки ознайомлюються з роботою окремих технічних приладів, але й закріплюють та поглиблюють знання про явища та процеси, які вивчаються [2].

Я проходив практику в 9 класі, там без фізичних експериментів ніяк не обійтись, тож мені довилось часто їх застосовувати, а деякі прилади навіть виготовити самостійно. Наприклад при вивченні теми «Магнітне поле» можна продемонструвати як розташовуються залізні ошурки навколо підковоподібного магніту, продемонструвати як працює схема Ерстеда, показати електромагнітну котушку та як її можна застосувати, при наявності електромагніту можна показати напрям силових ліній.

Картину магнітних ліній можна побачити, скориставшись залізними ошурками. Якщо взяти підковоподібний магніт, покласти на нього пластинку з оргскла і через ситечко насипати на пластинку ошурки, то у магнітному полі кожен шматочок заліза намагнітиться і ніби перетвориться на маленьку магнітну стрілку. Імпровізовані «стрілки» зорієнтуються певним чином [3].

Висновок: демонстраційні прилади є одночасно джерелом знань, методом навчання і видом наочності. Демонстраційні прилади створюються й удосконалюються відповідно до розвитку школи і методики викладання фізики як області педагогічної науки.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу “Методика навчання фізики” (загальні питання) : навчально-

методичний посібник / Атаманчук П.С., Семерня О.М., Поведа Т.П. - Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 392 с.

2. Білий М.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу методика викладання фізики / М.С. Білий. – К., 1971. − 255 с.

3. Фізика. 9 клас: Підручник для загальноосвіт. навч. закладів / Ф.Я. Божинова, М.М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна.— 2-е вид., перероб. — Х.: Видавництво «Ранок», 2010.— 224 с.

This article discusses the use and application physical experiment on the lessons of physical.

Key worlds: *student, physical experiment, knowledge, lesson, skills.*

УДК 373.5.016:512

Розум'як В.В., студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Л.О.**, кандидат педагогічних наук, професор

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В КУРСІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ 11 КЛАСУ

Розроблено методику вивчення інтеграла та його застосування в курсі алгебри і початків аналізу 11 класу, яка допоможе вчителям успішно здійснювати пояснення матеріалу, закріплення знань, формування вмінь і навичок, контроль по засвоєнню навчального матеріалу.

Ключові слова: *первісна, інтеграл, рівневе навчання, методика навчання, дидактичні матеріали.*

Інтеграл та його застосування складають невід'ємну частину шкільного курсу математики, яка нероздільно пов'язана з життям. Необхідність його вивчення полягає в тому, що інтеграл має широке застосування в різних галузях практичної діяльності людини. Без його використання неможливо розв'язати задачі з фізики, геометрії, техніки, економіки та багатьох інших галузей. Зокрема, задача про обчислення площі плоскої фігури, задача обчислення шляху за відомим законом зміни швидкості і швидкості за відомим прискоренням, обчислення роботи змінної сили, обчислення маси неоднорідного стержня, обчислення кількості електрики та ще ряд інших задач, що розв'язуються за відомим спільним алгоритмом. Також інтеграл використовується математикою і в теоретичних дослідженнях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В дидактичній і методичній літературі [1], [2], [3], [4] автори по-різному обирають порядок вивчення визначеного інтеграла та первісної. Деякі ([3], [4]) спочатку дають означення визначеного інтеграла, розглядають площу криволінійної трапеції, а первісна з'являється, коли учні в достатній мірі переконуються в перевагах формули Ньютона-Лейбніца, інші ([1], [2]) спочатку вводять поняття первісної, а потім визначеного інтеграла, причому означення також можуть бути різними (інтеграл розглядається як приріст первісної, або як границя інтегральних сум), але в обчисленні інтеграла використовують первісну [3]. Останній підхід переважає в підручниках і навчальних посібниках для загальноосвітніх навчальних закладів [6]. Цей самий підхід до пояснення теми встановлений у календарно-тематичному плануванні [5]. На нашу думку, варто розглянути всі запропоновані вище методики, але для вивчення краще скористатися рекомендованим у [5] підходом. Спочатку розглянути поняття первісної, після чого приступати до вивчення визначеного інтеграла.

Мета роботи полягає в розробці методики вивчення теми: "Інтеграл та його застосування", яка б відповідала матеріалу, викладеному у нових підручниках, зокрема [6], та вимогам у календарно-тематичному плануванні [5]. Така методика, яка грунтується на рівневому навчанні, забезпечить процесс засвоєння учнями навчального матеріалу, сприятиме розвитку в них стійкого інтересу до вивчення матеріалу.

Наведемо фрагмент методики введення поняття первісної:

<u>*Вчитель:*</u> Розглянемо наступну задачу. За даним законом $y = s(t)$ руху матеріальної точки по координатній прямій можна знайти закон $y = v(t)$ її швидкості, а саме $v(t) = s'(t)$.

А тепер поставимо обернену задачу: знайти закон руху за відомим законом зміни швидкості. Наприклад, коли швидкість змінюється за законом $v(t) = g(t)$ і $s(0) = 0$, то закон руху задається формулою $s(t) = \frac{gt^2}{2}$ $s(0) = \frac{g \cdot 0^2}{2} = 0, s'(t) = \left(\frac{gt^2}{2}\right)' = \frac{g}{2} \cdot 2t = gt = v(t).$

У правильності нашого розв'язку ми переконалися диференціюванням.

Ви знаєте, що операцію знаходження похідної називають диференціюванням. Обернену операцію, тобто знаходження первісної, називають інтегруванням.

Ми знаємо, що похідна функції x^2 дорівнює $2x$. Але часто доводиться розв'язувати обернену задачу. Наприклад, похідна від якої функції дорівнює $3x^2$? Очевидно, що похідну $3x^2$ має функція x^3. Говорять, що функція x^3 є первісною для функції $3x^2$.

Використовуючи таблицю похідних, можна провести наступні міркування: функція $F(x) = \sin x$ є первісною функції $F(x) = \cos x$ для $x \in R$, бо $(\sin x)' = \cos x$; функція $F(x) = tgx$ є первісною функції $f(x) = \frac{1}{\cos^2 x}$, бо $F'(x) = (tgx)' = \frac{1}{\cos^2 x} = f(x)$ для всіх x, крім

$x = \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in Z.$

Далі вчитель формулює означення, учні під диктовку вчителя записують його в зошити:

Означення: Функція $F(x)$ називається первісною для $f(x)$ на заданому проміжку, якщо для кожного x з цього проміжку: $F'(x) = f(x)$.

Вчитель: Розглянемо функцію $f(x) = x^2$. Доведемо, що функції $F_1(x) = \frac{x^2}{3}, F_1(x) = \frac{x^2}{3} + 2$ є первісними функції $f(x)$.

Дійсно, $F_1'(x) = \left(\frac{x^2}{3}\right)' = \frac{3x^2}{3} = x^2 = f(x),$

$$F_2'(x) = \left(\frac{x^2}{3} + 2\right)' = \frac{3x^2}{3} + 0 = x^2 = f(x).$$

Який можна зробити висновок?

Учні: Для заданої функції первісна визначається не однозначно.

Вчитель формулює проблему: Взагалі будь-яка функція $F(x) = \frac{x^2}{3} + C,$ де C – стала (число), є первісною для функції x^2. Як це можна пояснити?

Учні: Це випливає з того, що похідна сталої дорівнює нулю.

Вчитель: Отже, якщо $F(x)-$ одна первісна, то $F(x)+C-$ загальний вигляд первісної для функції $y = f(x)$.

Далі учні закріплюють вивчений теоретичний матеріал та розв'язують вправи на закріплення.

Запропонована методика дозволяє вчителю здійснювати навчання оптимальним для учнів способом. Вона забезпечує активну взаємодію вчителя і учнів, що призводить до більш якісного засвоєння учнями навчального матеріалу. Проведена експериментальна перевірка розробленої методики свідчить про існуванням тісного зв'язку між застосуванням методики в процесі вивчення теми і досягненням учнів відповідного рівня знань. Тому можна говорити про доцільність впровадження даної методики в навчальний процес.

Список використаних джерел:

1. Мишин В.И. Методика преподавания математики в средней школе: Частная методика. / А. Я. Блох, В. А. Гусев, Г. В. Дорофеев и др.; Сост. В. И. Мишин – М.: Просвещение, 1987. – 245 с.

2. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. посібник. – 3–

тє вид., перероб. і допов. / Г.П. Бевз. – К.: Вища шк., 1989. – 367 с.

3. Колягин Ю.М. Методика преподавания математики в средней школе: Частные методики. / Ю.М. Колягин и др. – М.: Просвещение, 1977. – 480 с.

4. Слєпкань З.І. Методика викладання алгебри і початків аналізу / З.І. Слєпкань. – К.: Рад. школа, 1978. – 223 с.

5. Орієнтовне календарно-тематичне планування з алгебри та геометрії 11 клас. // Математика в школах України. – 2011. – № 19. – С. 27-31.

6. Мерзляк А.Г. Алгебра 11 клас : підручник для загальноосвіт. навч. Закладів : академ. рівень, проф. рівень / А.Г. Мерзляк, Д.А. Номіровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір – Х.: Гімназія, 2011. – 56 с.

New methods have been developed integral and its application in the course of algebra and elementary analysis of grade 11. The methods mentioned will help teachers explain the material successfully, consolidate pupils' knowledge, form their practical knowledge and skills, and control their mastering new material.

Key words: *initial, integral, levels learning, technique learning, didactic materials.*

УДК 517.947.

Сіньков О. С., магістрант фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Конет І. М.**, доктор фізико-математичних наук, професор

ПАРАБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В НЕОБМЕЖЕНИХ ТРИШАРОВИХ ЦИЛІНДРАХ

Методом інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру параболічних крайових задач в необмежених тришарових циліндрах.

Ключові слова: *параболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D_k = \{(t,r,\varphi,z): t>0; r\in<a;b>; \varphi\in[0;2\pi); z\in(-\infty;l_1)\cup$$

$$\cup(l_1,l_2)\cup(l_2;+\infty)\equiv I_1\cup I_2\cup I_3; l_1\le 0; l_2\ge 0; l_1^2+l_2^2\ne 0; k=1,2\}$$

$2\pi-$ періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку диференціальних рівнянь з частинними похідними параболічного типу [1]

$$\frac{\partial u_j}{\partial t}-\left[a_{rj}^2\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right)+a_{rj}^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right]u_j+\kappa_j^2u_j=f_j(t,r,\varphi,z); \quad (1)$$

$z\in I_j; j=\overline{1,3}$

з початковими умовами

$$u_j(t,r,\varphi,z)\big|_{t=0}=g_j(r,\varphi,z); z\in I_j; j=\overline{1,3}, \quad (2)$$

крайовими умовами

$$\left.\frac{\partial^k u_1}{\partial z^k}\right|_{z=-\infty}=0;\left.\frac{\partial^k u_3}{\partial z^k}\right|_{z=+\infty}=0; k=0,1, \quad (3)$$

умовами спряження [2]

$$\left.\left[\left(\alpha_{j1}^m\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j1}^m\right)u_m-\left(\alpha_{j2}^m\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j2}^m\right)u_{m+1}\right]\right|_{z=l_m}=0;\ j,m=1,2 \quad (4)$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку $<a;b>$, де $a_{rj}, a_{zj}, \kappa_j, \alpha_{jk}^m, \beta_{jk}^m$ - деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jm}=\alpha_{2j}^m\beta_{1j}^m-\alpha_{1j}^m\beta_{2j}^m\neq 0;\ j,k=1,2; m=1,2;$$

$$f(t,r,\varphi,z)=\{f_1(t,r,\varphi,z), f_2(t,r,\varphi,z), f_3(t,r,\varphi,z)\};$$

$g(r,\varphi,z)=\{g_1(r,\varphi,z),g_2(r,\varphi,z),g_3(r,\varphi,z)\}$ – задані обмежені досить гладкі функції;

$u(t,r,\varphi,z)=\{u_1(t,r,\varphi,z),u_2(t,r,\varphi,z),u_3(t,r,\varphi,z)\}$ – шукана функція, неперервно диференційовна за змінною t і двічі неперервно диференційовна за геометричними змінними r,φ,z.

Побудуємо класичні розв'язки розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $<a;b>$. Зазначимо, що випадки $<a;b>\equiv(0;+\infty)$ та $<a;b>\equiv(R_0;+\infty), R_0>0$ розглянуто в [3].

1. Параболічна крайова задача в необмеженому тришаровому суцільному циліндрі

$<a;b>\equiv(0;R), R<+\infty$. У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left.u_j\right|_{r=0}=0;\left.\left(\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\right|_{r=R}=\omega_j(t,\varphi,z); z\in I_j;\ j=\overline{1,3}, \quad (5)$$

де $h\geq 0$ – деяка стала;

$\omega(t,\varphi,z)=\{\omega_1(t,\varphi,z),\omega_2(t,\varphi,z),\omega_3(t,\varphi,z)\}$ – задана обмежена досить гладка функція.

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень[4-6].

Побудований за відомою логічною схемою [7] методом скінченого інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], скінченного інтегрального перетворення Гаккеля1-го роду щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій осі з двома точками спряження щодо змінної z [6], єдиний розв'язок параболічної крайової задачі (1)-(5) визначають функції

$$u_j(t,r,\varphi,z)=$$

$$=\sum_{k=1}^{3}\int_0^t\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right) f_k\left(\tau,\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+$$

$$+\sum_{k=1}^{3}\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right) g_k\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \qquad (6)$$

$$+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{3}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} W_{jk}\left(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi\right)\omega_k\left(\tau,\alpha,\xi\right)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,3}.$$

У формулах (6) застосовано компоненти

$$E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)=\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon_m E_{jk,m}\left(t,r,\rho,z,\xi\right)\cos m\varphi$$

фундаментальної матриці розв'язків (фундаментальні функції) та компоненти $W_{jk}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right)=RE_{jk}\left(t,r,R,\varphi,z,\xi\right)$ матриці Гріна (функції Гріна) розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}\left(t,r,\rho,z,\xi\right)=\frac{1}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\int_0^{\infty}G\left(t,\beta_n,\beta\right)\mathrm{Re}\left[V_j\left(z,\beta\right)\overline{V_k\left(\xi,\beta\right)}\right]\times$$

$$\times\Omega_2\left(\beta\right)d\beta\frac{J_m\left(\beta_n r\right)J_m\left(\beta_n\rho\right)}{\left\|J_m\left(\beta_n\rho\right)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,3}.$$

З використанням властивостей фундаментальних функцій $E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)$ і функцій Гріна $W_{jk}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$ визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (5) та умови спряження (5) в сенсі теорії узагальнених функцій [8]. Можна довести [9], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (6) буде також класичним розв'язком задачі (1)-(5).

Зауваження 1. У випадку $a_{rj}=a_{zj}\equiv a_j>0$ формули (6) визначають структуру розв'язку параболічної крайової задачі (1)-(5) в ізотропному необмеженому тришаровому суцільному циліндрі.

Зауваження 2. Параметр h дає можливість виділяти із формул (6) розв'язки початково-крайових задач у випадках заданих на радіальній поверхні $r=R$ крайової умови 1-го роду $\left(h\to\infty\right)$ та 2-го роду $\left(h\to 0\right)$.

Зауваження 3. Аналіз розв'язку (6) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j\left(t,r,\varphi,z\right),\ g_j\left(r,\varphi,z\right),\omega_j\left(t,\varphi,z\right),\ j=\overline{1,3}$ проводиться безпосередньо.

2. Параболічна крайова задача в необмеженому тришаровому порожнистому циліндрі

$<a;b>\equiv\left(R_0;R\right),R_0>0,R<+\infty.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r}+h_1\right)u_j\Big|_{r=R_0}=\omega_j^1\left(t,\varphi,z\right);\left(\frac{\partial}{\partial r}+h_2\right)u_j\Big|_{r=R}=\omega_j^2\left(t,\varphi,z\right),\ (7)$$

де $h_k, (k=1,2)$ – деякі сталі;

$\omega^1(t,\varphi,z)=\{\omega_1^1(t,\varphi,z),\omega_2^1(t,\varphi,z),\omega_3^1(t,\varphi,z)\}$;

$\omega^2(t,\varphi,z)=\{\omega_1^2(t,\varphi,z),\omega_2^2(t,\varphi,z),\omega_3^2(t,\varphi,z)\}$ – задані обмежені досить гладкі функції.

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(4), (7) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень[4-6].

Побудований методом скінченого інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [4], скінченного інтегрального перетворення Ганкеля 2-го роду щодо радіальної змінної r [5] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій осі $I_1 \cup I_2 \cup I_3$ щодо змінної z [6], єдиний розв'язок параболічної крайової задачі (1)-(4), (7) визначають функції

$$
\begin{aligned}
&u_j(t,r,\varphi,z)= \\
&=\sum_{k=1}^{3}\int_0^t\int_{R_0}^{R}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\, f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+ \\
&+\sum_{k=1}^{3}\int_{R_0}^{R}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)\, g_k(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \\
&+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{3}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} W_{jk}^1(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi)\,\omega_k^1(\tau,\alpha,\xi)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau+ \\
&+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{3}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k} W_{jk}^2(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi)\,\omega_k^2(\tau,\alpha,\xi)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,3}.
\end{aligned}
\tag{8}
$$

У формулах (8) застосовано компоненти $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ фундаментальної матриці розв'язків, компоненти $W_{jk}^1(t,r,\varphi,z,\xi)=R_0E_{jk}(t,r,R_0,\varphi,z,\xi)$ лівої радіальної матриці Гріна та компоненти правої радіальної $W_{jk}^2(t,r,\varphi,z,\xi)=RE_{jk}(t,r,R,\varphi,z,\xi)$ розглянутої задачі, де

$$
E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)=\frac{1}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\int_0^{\infty}G(t,\beta_n,\beta)\operatorname{Re}\left[V_j(z,\beta)\overline{V_k(\xi,\beta)}\right]\times
$$
$$
\times\frac{f_{m,0}(\beta_n r,\beta_n R)\, f_{m,0}(\beta_n\rho,\beta_n R)}{\left\| f_{m,0}(\beta_n r,\beta_n R)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,3};
$$

З використанням властивостей фундаментальних функцій $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_{jk}^s(t,r,\varphi,z,\xi),(s=1,2)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$, визначені формулами (8), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (7) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [8]. Можна довести [9], що при відповідних обмеженнях на вихідні дані задачі, розв'язок (8) буде також класичним розв'язком задачі (1)-(4), (7).

Зазначимо, що: 1) зауваження 1, 3 поширюються на випадок розглянутої параболічної крайової задачі; 2) параметри $h_k, k = 1,2$ дають можливість виділяти із формул (8) розв'язки початково-крайових задач у випадках задання на радіальних поверхнях $r = R_0, r = R$ крайових умов 1-го й 2-го роду та їх можливих комбінацій.

Список використаних джерел:

1. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1972. – 735 с.
2. Боли Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэйнер. – М.: Мир, 1964. – 517 с.
3. Сіньков О.С. Параболічні крайові задачі в тришарових циліндричних областях / О.С. Сіньков // Молоді науковці Поділля: здобутки та перспективи досліджень, 19-20 березня 2012 р., Кам'янець-Подільський: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів і магістрантів. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І.Огієнка, 2012. – С. 249-253.
4. Трантер К.Дж. Интергальные преобразования в математической физике / К.Дж. Трантер. – М.: Гостехтеориздат., 1956. – 204 с.
5. Ленюк М.П. Интегральние преобразования с расдельными переменными (Фурье, Ханкеля) / М.П. Ленюк. – К., 1983. – 60 с. – (Препринт / АН УССР.Ин-т математики; 83.4).
6. Ленюк М.П. Температурні поля в полских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П. Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
7. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2004. – 276 с.
8. Шварц Л. Математические методы для физических наук / Л. Шварц. – М.:Мир, 1965. – 412 с.
9. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е. Шилов. – М.: Наука, 1965. – 328 с.

Exact analytical solutions of the algorithmic character of parabolic boundary value problems in unbounded three-layer cylinders built by the method of integral transformations.

Key words: *parabolic equations, initial and boundary conditions, coupling conditions, integral transformation, major interchanges.*

УДК 517.5

Сидорук І.В., магістрантка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сорич В.А.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

СУМІСНЕ НАБЛИЖЕННЯ ДЕЯКИХ КЛАСІВ ФУНКЦІЙ, ЩО АНАЛІТИЧНО ПРОДОВЖУЮТЬСЯ В СМУГУ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИМИ ПОЛІНОМАМИ З ПАРНИМ ЧИСЛОМ ВУЗЛІВ НА ПЕРІОДІ

Встановлено асимптотичні рівності для верхніх меж сумісного наближення функцій та їх узагальнених похідних інтерполяційними тригонометричними поліномами на введених О.І. Степанцем класах (ψ,β) диференційовних функцій.

Ключові слова: *інтерполяційний тригонометричний поліном, вузли інтерполяції, модифіковане ядро Діріхле, найкраще сумісне наближення.*

<u>Постановка задачі.</u> Нехай $f(\cdot)-$ 2π-періодична інтегровна на $(0;2\pi)$ функція $(f\in L)$ і

$$S[f]=\frac{a_0(f)}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\left(a_k(f)\cos kx+b_k(f)\sin kx\right) \quad (1)$$

— її ряд Фур'є.

Множину функцій $f(\cdot)$, для кожної з яких майже скрізь виконується рівність

$$f(x)=\frac{a_0}{2}+\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\psi_k(t)dt, \quad (2)$$

де функція

$$\psi_k(t)=\frac{1}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\psi(k)\cos\left(kx+\frac{\beta\pi}{2}\right)=\frac{1}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\cos\left(kx-\frac{\beta\pi}{2}\right)}{chkh},h\in(0;\infty) \quad (3)$$

позначають через L_β^ψ. При цьому функцію φ називають (φ,β) похідною функції $f(\cdot)$ і позначають через f_β^ψ, а функцію $f(x)-(\psi,\beta)-$ інтегралом функції φ та позначають через $I_\beta^\psi(\varphi,x)$; множину функцій, що подаються у вигляді (2) при $\varphi\in\Re,$ де $\Re-$ деяка підмножина із L, позначають через $L_\beta^\psi\Re,$ інколи, підкреслюючи характер розглядуваних функцій (аналітичні в смузі шириною h) позначають замість $L_\beta^\psi-A_h$, (так що при $\Re=L$ $L_\beta^\psi\Re=A^h$).

Нехай, далі, $h_1,h_2,\ldots,h_m,h-$ довільний набір дійсних чисел таких, що $0<h_1\le h_2\le\ldots\le h_m<h,\beta_i\in R,i=\overline{1,m}.$ Якщо $S[f]$ в (1) ряд Фур'є

функції $f(x)$, то $(\psi_i;\beta_i)-$похідною функції $f(x)$ називають функцію $f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)$, для якої справедлива рівність

$$f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)=\psi_i^{-1}(k)\left(a_k\cos\left(kx+\frac{\beta_i\pi}{2}\right)+b_k\sin\left(kx+\frac{\beta_i\pi}{2}\right)\right)$$

$$\left(\psi_i(k)=\frac{1}{chkh_i}\right) \tag{4}$$

Через L_∞ позначимо простір $2\pi-$періодичних вимірних і суттєво обмежених функцій $f(x)$ із нормою $\|f\|_{L_\infty}=\|f\|_\infty=ess\sup|f(x)|$, C — простір неперервних на всій дійсній осі $2\pi-$періодичних функцій $f(x)$ із нормою $\|f\|_C=\max|f(x)|;L-$ простір $2\pi-$періодичних сумовних на $(0;2\pi)$ функцій $f(x)$ із нормою $\|f\|_L=\|f\|_1=\int\limits_{-\pi}^{\pi}|f(x)|dx.$ Одиничну кулю в просторі $L_p\left(p=1,\infty\right)$ позначимо через u_p, $u_p=\left\{f:f\in L_p,\|f\|_p\le 1\right\}$, а також покладемо

$$L_\beta^\psi u_p=L_{\beta,p}^\psi\left(p=1,\infty;\psi(k)=\frac{1}{chkh}\right),C_{\beta,p}^\psi=L_{\beta,p}^\psi\cap C.$$

Найкращим сумісним наближенням функції $f(x)\in C_{\beta,\infty}^\psi$ та їх $(\psi_i;\beta_i)-$ похідних називають величину

$$E_{n,m}\left(C_{\beta,\infty}^\psi;\overline{c}\right)=\sup_{f\in C_{\beta,\infty}^\psi}\inf_{t_{n-1}}\left\|\sum_{i=1}^m c_i\psi_i(n)f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)-t_{n-1}(x)\right\|_C \tag{5}$$

Якщо $f(x)-$ довільна $2\pi-$ періодична неперервна функція, то через $\tilde{S}_n^*(f;x)$ позначимо тригонометричний поліном степеня n, що інтерполює $f(x)$ у вузлах $x_k^{(n)}=\dfrac{k\pi}{n},k=0,\pm1,\pm2,\ldots,$ та визначається формулою

$$\tilde{S}_n^*(f;x)=\frac{1}{n}\sum_{k=-n}^{n-1}D_n^*\left(x-x_k^{(n)}\right)f\left(x_k^{(n)}\right),$$

де

$$D_n^*(t)=D_n(t)-\frac{\cos nt}{2}=\frac{\sin(nt)ctg\frac{t}{n}}{2} \tag{6}$$

— модифіковане ядро Діріхле порядку n, а

$D_n(t)=\frac{1}{2}+\sum_{k=1}^{n}\cos kt=\frac{\sin\left(n+\frac{1}{2}\right)}{2\sin\frac{t}{2}}$ – ядро Діріхле порядку n (див. напр. [1, с. 86-88; 2,т.2, §5]).

В даній роботі встановлюється поведінка при $n\to\infty$ величини

$$\tilde{\varepsilon}^*_{n,m}\left(C^{\psi}_{\beta,\infty};x;\overline{c}\right)=\sup_{f\in C^{\psi}_{\beta,\infty}}\left|\sum_{i=1}^{m}c_i\psi_i(n)\left(f^{(\psi_i)}_{\beta_i}(x)-\tilde{s}^*_n\left(f^{(\psi_i)}_{\beta_i};x\right)\right)\right| \tag{7}$$

$$\left(\psi_i(k)=\frac{1}{chkh_i}\right),|c_i|=1,$$

яка характеризує наближення функції $f(\cdot)$ та її $(\psi_i;\beta_i)-$ похідних, які допускають аналітичне продовження в смугу фіксованої ширини $F(x)=\sum_{i=1}^{m}c_i\psi_i(n)\,f^{(\psi_i)}_{\beta_i}(x)$ ($\overline{\psi}_1$ – інтегралів) інтеполяційними тригонометричними многочленами $\tilde{S}^*_n(\cdot)$ в рівномірній метриці.

Допоміжні твердження. Має місце лема, приведена в роботі [3, с.139].

Лема. Для функції Лебега

$$\tilde{L}^*_n(n)=\frac{1}{n}\sum_{k=-n}^{n}\left|D^*_n\left(x-x^{(n)}_k\right)\right|$$

інтерполяційного многочлена $\tilde{S}^*_n(f;n)$ має місце асимптотична рівність

$$\tilde{L}^*_n(x)=\frac{1}{n}\sum_{k=-n}^{n}\left|D^*_n\left(x-x^{(n)}_k\right)\right|=\frac{2}{\pi}\ln n\left|\sin nx\right|+0(1). \tag{8}$$

Основна частина. Нехай

$$E_{n,m}\left(A^h_\infty;\overline{c}\right)_C=\sup_{f\in A^h_\infty}\inf_{t_{n-1}}\left\|\sum_{i=1}^{m}c_i ch^{-1}(nh_i)\,f^{(\psi_i)}_{\beta_i}(x)-t_{n-1}(x)\right\|_C \tag{9}$$

Дану величину назвемо найкращим сумісним наближенням класів інтегралів, що аналітично продовжуються в фіксовану смугу тригонометричними многочленами в метриці С (див. напр.,[4]).

Для аналітичних функцій $f(x)\in C^{\psi}_{\beta,\infty}\equiv A^h_\infty$ мають місце наступні твердження.

Теорема. Нехай $0<h_1\le h_2\le\ldots\le h_m<h,\beta_i\in R$ і

$$E_{n,m}\left(A^h_\infty;\overline{c}\right)_C=$$

$$=\left|\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{i=1}^{m}c_i ch^{-1}(nh_i)\frac{ch(kh_i)}{chkh}\cos\left(kt+\frac{\beta-\beta_i}{2}\pi\right)sign\sin(nt-\gamma)\,dt\right|=$$

$$= \frac{4}{\pi}\left|\sum_{k=0}^{\infty}\sum_{i=1}^{m} c_i(n)\frac{ch(2k+1)(h_i n)}{ch(2k+1)(hn)}\frac{\sin\left[(2k+1)\gamma+(\beta-\beta_i)\frac{\pi}{2}\right]}{2k+1}\right|, \quad (10)$$

тоді для величини $\tilde{\varepsilon}^*_{n,m}\left(A^h_\infty; x; \overline{c}\right)$ має місце асимптотична рівність

$$\tilde{\varepsilon}^*_{n,m}\left(A^h_\infty; x; \overline{c}\right) = \frac{4}{\pi}E_{n,m}\left(A^h_\infty; \overline{c}\right)_C \ln n\left|\sin nx\right| + O\left(E_{n,m}\left(A^h_\infty; \overline{c}\right)\right)_C. \quad (11)$$

На класах функцій A^h_∞ в [4] знайдені точні значення величини найкращого сумісного наближення функцій $f(x) \in A^h_\infty$ та їх $(\psi_i; 0)$ похідних $f^{(\psi_i)}(x)\left(f^{(\psi_i)}(x) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\left(\frac{1}{2}+\sum_{k=i}^{\infty}\frac{chkh_i}{chkh}\cos kt\right)dt\right)$.

Співставляючи результати цього твердження та теореми, як наслідок отримуємо.

Наслідок. Якщо функція $f(x) \in A^h_\infty$, $h \in (0;\infty)$, $0 < h_1 \le h_2 \le \ldots \le h_m < h$, то при $n \to \infty$ на класах A^h_∞ для функцій $f(x)$ та їх $(\psi_i; 0)$ похідних має місце асимптотична рівність

$$\tilde{\varepsilon}^*_{m,n}\left(A^h_\infty; x; \overline{c}\right) = \frac{16}{\pi^2}\left|\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{chnh_i}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k ch(2k+1)nh_i}{(2k+1)ch(2k+1)nh}\right|\ln n\left|\sin nx\right| + O\left(\frac{1}{chnh}\right). \quad (12)$$

Список використаних джерел:

1. Степанец А.И. Равномерные приближения тригонометрическими полиномами / А.И. Степанец. – К.: Наук. думка, 1981, – 340 с.
2. Зигмунд А. Тригонометрические ряды в 2 т. / А. Зигмунд. – М.: Мир, 1965. – Т. 2.
3. Сорич В.А. Наближення деяких лінійних комбінацій функцій та їх похідних в сенсі Вейля-Надя інтерполяційними тригонометричними поліномами з парним числом вузлів на періоді/В.А. Сорич, Н.М. Сорич//Вісник Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки.- Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський нац.ун-т,2010.-Вип.3.- с. 137-145.
4. Третяк О.А. Найкраще сумісне наближення класів функцій, що аналітично продовжуються в смугу /О. Третяк// Зб. матеріалів наук. досл. ст-в та магістр-в Кам’янець-Подільського держ. ун-ту. фізико-математичні науки. — Вип.4. – Кам’янець-Подільський, 2007. - с.95-99.

The asymptotic to equality are set for the top limits of the compatible approaching of functions and them the generalized derivatives by interpolation trigonometric polynomials on entered O.I. Stepancem classes (ψ,β) of differentialen functions.

Key words: *interpolation trigonometric polynomial, knots of interpolation, modified kernel of Dirihle, the best compatible approaching.*

УДК 004. 94

Стрілецька Л.М., студентка 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Іванюк В. А.**, кандидат технічних наук, доцент

РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ АПРОКСИМАЦІЇ ПЕРЕДАТНИХ ФУНКЦІЙ ОБ'ЄКТІВ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ УМОВНО-ПЕРІОДИЧНИМИ ЛАНЦЮГОВИМИ ДРОБАМИ

У статті досліджено методи формування ланцюгових дробів. Розроблено алгоритм апроксимації складних передатних функцій об'єктів з розподіленими параметрами умовно-періодичними ланцюговими дробами.

Ключові слова: *апроксимація, передатна функція, умовно-періодичні ланцюгові дроби.*

Динамічні системи з розподіленими параметрами можуть описуватись диференціальними рівняннями з частинними похідними, інтегральними рівняннями або за допомогою ірраціональних передатних функцій, тому синтез та аналіз даних систем не можна проводити аналогічно до систем із зосередженими параметрами. Отже, виникає необхідність розробки нових методів та засобів дослідження заданих систем, зокрема, апроксимаційних.

Для апроксимації складних передатних функцій найчастіше використовують наступні методи: розклад в ряд Тейлора, апроксимація Паде, ланцюгово-дробова апроксимація тощо. Для побудови ефективних засобів отримання апроксимаційних моделей передатних функцій зручних для чисельної реалізації пропонується використання умовно-періодичних ланцюгових дробів.

Метою роботи є розробка алгоритму побудови дробово-раціональних апроксимаційних моделей із використанням умовно-періодичних ланцюгових дробів.

Дробово-раціональна апроксимаційна модель може мати різний вигляд, в залежності від використаного алгоритму перетворення степеневого ряду в ланцюговий дріб. Для перетворення скінченного степеневого ряду в ланцюговий дріб використовується ряд алгоритмів на основі різних типів ланцюгових дробів [1; 2; 3], а саме: аналог формули Тейлора в теорії ланцюгових дробів; алгоритм побудови правильних C - дробів; QD - алгоритм отримання ланцюгових g – дробів; алгоритм отримання приєднаних ланцюгових дробів; алгоритм отримання J - дробів; QD - алгоритм отримання ланцюгових C – дробів.

Для більш ефективного застосування теорії ланцюгових дробів пропонується використовувати умовно-періодичні ланцюгові дроби.

Розглянемо на прикладі апроксимацію ланки запізнення, яка задається передатною функцією $\exp(-p)$, використання даного підходу. Для визначення умовно-періодичного дробу можна використати наступний ітераційний процес:

$$e^{p} = 1 + p + \frac{p^{2}}{W_{0} - p},\ W_{k} = k + 2 + p - \frac{(k+2)p}{W_{k+1}}.$$

На основі представленого алгоритму створено програмний модуль для апроксимації функції умовно-періодичним ланцюговим дробом:

$$[\mathrm{P}, \mathrm{W}, \mathrm{h}, \mathrm{Hc}, \mathrm{Hz}] = \mathrm{aprox\_f\_upld(func,n)}$$

де P – дробово-раціональна передатна функція; W – умовно-періодичний ланцюговий дріб; Hc – чисельник передатної функції; Hz – знаменник передатної функції; func – вхідна функція; n – порядок апроксимації.

Після застосування даного алгоритму для ланки запізнення отримано апроксимаційну модель 4 порядку, яка має вигляд ланцюгового дробу:

$$e^{-p} = 1 + p + \cfrac{p^{2}}{2 - 2\cfrac{p}{p + 3 - 3\cfrac{p}{p + 4 - 4\cfrac{p}{p + 5 - 5\cfrac{p}{p + 6 - \ldots}}}}}$$

Отриманий програмний модуль можна використовувати при апроксимації ланки запізнення або як основу для програмних засобів апроксимації довільних трансцендентних чи ірраціональних передатних функцій.

Список використаних джерел:

1. Верлань А.Ф. Комп’ютерне моделювання в задачах динаміки електромеханічних систем / А.Ф. Верлань, В.А. Федорчук, В.А. Іванюк. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 204 с.
2. Джоунс У. Непрерывные дроби. Аналитическая теория и при приложения / У. Джоунс, В. Трон // Пер. с анг. – М. : Мир, 1985.– 414 с.
3. Скоробогатько В. Я. Теория ветвящихся цепных дробей и ее применение в вычислительной математике / В. Я. Скоробогатько. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 312 с.

In this article i analyzed the methods of the forming of chain tractions. Thus, the development of approximation algorithms of collapsible of object`s transfered functions

with conditionally periodic chain tractions with divided options.

Key words: *approximation of transfered functions, conditionally periodic fractions.*

УДК 517.947

Толубець О.В., магістрант фізико-математичного факультету

Науковий керівник: ***Конет І.М.***, доктор фізико-математичних наук, професор

ГІПЕРБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В НАПІВОБМЕЖЕНИХ КУСКОВО-ОДНОРІДНИХ ЦИЛІНДРАХ

Методом інтегральних перетворень побудовано точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру гіперболічних крайових задач в напівобмежених кусково-однорідних циліндрах.

Ключові слова:гіперболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D=\Big\{\big(t,r,\varphi,z\big):t>0;r\in\langle a;b\rangle;\varphi\in\big(0;2\pi\big);z\in \mathrm{I}_n^+\equiv$$

$$\equiv\bigcup_{j=1}^{n+1}\mathrm{I}_j=\bigcup_{j=1}^{n+1}\big(l_{j-1};l_j\big);l_0\ge 0;l_k<l_{k+1};l_{n+1}=+\infty\Big\}$$

2π - періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку диференціальних рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу 2-го порядку [1]

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2}-\left[a_{r_j}^2\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right)+a_{z_j}^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right]u_j+ \tag{1}$$

$$+\chi_j^2u_j=f_j\left(t,r,\varphi,z\right);z\in\mathrm{I}_j;\,j=\overline{1,n+1}$$

з початково-крайовими умовами

$$u_j\Big|_{t=0}=g_j^1\left(r,\varphi,z\right);\frac{\partial u_j}{\partial t}\Big|_{t=0}=g_j^2\left(r,\varphi,z\right);z\in\mathrm{I}_j;\,j=\overline{1,n+1}, \tag{2}$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)u_1\Big|_{z=l_0}=g_0\left(t,r,\varphi\right);\frac{\partial^k u_{n+1}}{\partial z^k}\Big|_{z=+\infty}=0,k=0,1, \tag{3}$$

умовами спряження [2,3]

$$\left[\left(\alpha_{j1}^k\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j1}^k\right)u_k-\left(\alpha_{j2}^k\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{j2}^k\right)u_{k+1}\right]\Big|_{z=l_k}=0;\,j=1,2;k=\overline{1,n} \tag{4}$$

та відповідними крайовими умовами на межі проміжку $\langle a;b\rangle$, де $a_{r_j},a_{z_j},\chi_j,\;\alpha_{js}^k,\beta_{js}^k$ – деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jk}=\alpha_{2j}^k\beta_{1j}^k-\alpha_{1j}^k\beta_{2j}^k\ne 0;c_{1k}c_{2k}>0;\left|\alpha_{11}^0\right|+\left|\beta_{11}^0\right|\ne 0;$$

$$f(t,r,\varphi,z)=\{f_1(t,r,\varphi,z),\ f_2(t,r,\varphi,z),...,\ f_{n+1}(t,r,\varphi,z)\};$$
$$g^1(r,\varphi,z)=\{g_1^1(r,\varphi,z),g_2^1(r,\varphi,z),...,g_{n+1}^1(r,\varphi,z)\};$$
$g^2(r,\varphi,z)=\{g_1^2(r,\varphi,z),g_2^2(r,\varphi,z),...,g_{n+1}^2(r,\varphi,z)\};g_0(t,r,\varphi)$ – задані обмежені досить гладкі функції; $u(t,r,\varphi,z)=\{u_1(t,r,\varphi,z),u_2(t,r,\varphi,z),...,u_{n+1}(t,r,\varphi,z)\}$ – шукана функція.

Побудуємо розв’язок розглянутої задачі в залежності від структури проміжку $\langle a;b\rangle$. Зауважимо, що випадки $\langle a;b\rangle\equiv(0;+\infty)$, $\langle a;b\rangle\equiv(R_0;+\infty)$ розглянуто в [3].

1. Гіперболічна крайова задача в напівобмеженому кусково-однорідному суцільному циліндрі

$\langle a;b\rangle\equiv(0;R)$, $R<+\infty$. У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$u_j\Big|_{r=0}=0;\left(\frac{\partial}{\partial r}+h\right)u_j\Big|_{r=R}=\theta_j(t,\varphi,z);z\in \mathrm{I}_j;\ j=\overline{1,n+1}, \qquad (5)$$

де h – деяка невід’ємна стала;
$\theta(t,\varphi,z)=\{\theta_1(t,\varphi,z),\quad \theta_2(t,\varphi,z),...,\theta_{n+1}(t,\varphi,z)\}$ – задана обмежена досить гладка функція.

Припустимо, що розв’язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [5,6,7].

Побудований за відомою логічною схемою [4] методом скінченного інтегрального перетворення Фур’є щодо кутової змінної φ [5], скінченного інтегрального перетворення Ганкеля 1-го роду щодо радіальної змінної r [6] та гібридного інтегрального перетворення Фур’є на декартовій півосі $[l_0;+\infty)$ з n точками спряження щодо змінної z [7], єдиний розв’язок задачі (1)-(5) визначають функції

$$u_j(t,r,\varphi,z)=$$

$$=\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+$$
$$+\frac{\partial}{\partial t}\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_k^1\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+$$
$$+\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^R\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_k^2\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \tag{6}$$
$$+\int_0^t\int_0^R\int_0^{2\pi}W_j\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z\right)g_0\left(\tau,\rho,\alpha\right)\rho d\alpha d\rho d\tau+$$
$$+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}W_{jk}\left(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi\right)\theta_k\left(\tau,\alpha,\xi\right)\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,n+1}.$$

У формулах (6) беруть участь компоненти

$$E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)=\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon_m E_{jk,m}(t,r,\rho,z,\xi)\cos\left(m\varphi\right),$$

матриці впливу (функції впливу), компоненти

$$W_j(t,r,\rho,\varphi,z)=-\sigma_1 a_{z1}^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}(t,r,\rho,\varphi,z,l_0)$$

аплікатної матриці Гріна та компоненти

$$W_j(t,r,\varphi,z,\xi)=RE_{j1}(t,r,R,\varphi,z,\xi)$$

радіальної матриці Гріна розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}\left(t,r,\rho,z,\xi\right)=\frac{1}{\pi^2}\int_{s=1}^{\infty}\int_0^{\infty}\frac{\sin\left(\Delta\left(\beta_s,\beta\right)t\right)}{\Delta\left(\beta_s,\beta\right)}V_j\left(z,\beta\right)V_k\left(\xi,\beta\right)\times$$
$$\times\Omega_n\left(\beta\right)d\beta\frac{J_m\left(\beta_s r\right)J_m\left(\beta_s\rho\right)}{\left\|J_m\left(\beta_s r\right)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,n+1},$$

$$\Delta\left(\beta_s,\beta\right)=\left(\beta^2+a_{r1}^2\beta_s^{\,2}+\chi_1^2\right)^{1/2};\ J_m\left(x\right)$$ – функція Бесселя.

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)$, $W_{jk}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j\left(t,r,\varphi,z\right)$, визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (5) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [8]. Єдиність розв'язку (6) випливає із його структури та єдиності головних розв'язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). За відомих обмежень [9] на вихідні дані задачі розв'язок (6) буде також класичним розв'язком гіперболічної крайової задачі (1)-(5).

Зауваження 1. У випадку $a_{rj} = a_{zj} \equiv a_j > 0$ формули (6) визначають структуру розв'язку гіперболічної крайової задачі (1)-(5) в ізотропному напівобмеженому кусково-однорідному суцільному циліндрі.

Зауваження 2. Параметри $\alpha_{11}^0, \beta_{11}^0$ дають можливість виділяти із формул (6) розв'язки крайових задач у випадках задання на поверхні $z = l_0$ крайової умови 1-го роду $\left(\alpha_{11}^0 = 0, \beta_{11}^0 = 1\right)$, 2-го роду $\left(\alpha_{11}^0 = -1, \beta_{11}^0 = 0\right)$ та 3-го роду $\left(\alpha_{11}^0 = -1, \beta_{11}^0 \equiv h > 0\right)$.

Зауваження 3. Параметр h дає можливість виділяти із формул (6) розв'язки крайових задач у випадках задання на радіальній поверхні $r = R$ крайової умови 1-го роду $\left(h \to \infty\right)$, 2-го роду $\left(h \to 0\right)$

Зауваження 4. Аналіз розв'язку (6) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j\left(t, r, \varphi, z\right), g_j^1\left(r, \varphi, z\right),$ $g_j^2\left(r, \varphi, z\right), g_0\left(t, r, \varphi\right)$ $\theta_j\left(t, \varphi, z\right)$ проводиться безпосередньо.

2. Гіперболічна крайова задача в напівобмеженому кусково-однорідному порожнистому циліндрі

$\left\langle a; b\right\rangle \equiv \left(R_0; +\infty\right); R_0 > 0, R < +\infty.$ У цьому випадку вважаємо, що на межі проміжку виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r} + h_1\right) u_j \Big|_{r=R_0} = \theta_j^1\left(t, \varphi, z\right); \left(\frac{\partial}{\partial r} + h_2\right) u_j \Bigg|_{r=R} = \tag{7}$$
$$= \theta_j^2\left(t, \varphi, z\right); z \in \mathrm{I}_j; \; j = \overline{1, n+1},$$

де h_1, h_2 – деякі невід'ємні сталі; $\theta^1\left(t, \varphi, z\right) = \left\{\theta_1^1\left(t, \varphi, z\right),\right.$ $\left.\theta_2^1\left(t, \varphi, z\right), \ldots, \theta_{n+1}^1\left(t, \varphi, z\right)\right\}$, $\theta^2\left(t, \varphi, z\right) = \left\{\theta_1^2\left(t, \varphi, z\right), \theta_2^2\left(t, \varphi, z\right),\right.$ $\left.\ldots, \theta_{n+1}^2\left(t, \varphi, z\right)\right\}$ – задані обмежені досить гладкі функції.

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(4), (7) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [5, 6, 7].

Побудований за відомою логічною схемою [4] методом скінченного інтегрального перетворення Фур'є щодо кутової змінної φ [5] скінченного інтегрального перетворення Ганкеля 2-го роду щодо радіальної змінної r [6] та гібридного інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $\left[l_0; +\infty\right)$ з n точками спряження щодо змінної z [7], єдиний обмежений розв'язок задачі (1)-(4), (7) визначають функції

$$u_j(t,r,\varphi,z)=$$
$$=\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi)f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho d\tau+$$
$$+\frac{\partial}{\partial t}\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_k^1\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+$$
$$+\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_k^2\left(\rho,\alpha,\xi\right)\sigma_k\rho d\xi d\alpha d\rho+ \qquad (8)$$
$$+\int_0^t\int_{R_0}^{\infty}\int_0^{2\pi}W_j\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z\right)g_0\left(\tau,\rho,\alpha\right)\rho d\alpha d\rho d\tau+$$
$$+a_{rj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{l_{k-1}}^{l_k}\Big[W_{jk}^1\left(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi\right)\theta_k^{\,1}\left(\tau,\alpha,\xi\right)+$$
$$+W_{jk}^2\left(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z,\xi\right)\theta_k^{\,2}\left(\tau,\alpha,\xi\right)\Big]\sigma_k d\xi d\alpha d\tau;\ j=\overline{1,n+1}.$$

У формулах (8) беруть участь компоненти $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$, матриці впливу, компоненти $W_j(t,r,\rho,\varphi,z)$ аплікатної матриці Гріна, компоненти

$$W_{jk}^{\ 1}(t,r,\varphi,z,\xi)=R_0E_{jk}(t,r,R_0,\varphi,z,\xi)$$

лівої радіальної матриці Гріна та компоненти

$$W_{jk}^{\ 2}(t,r,\varphi,z,\xi)=RE_{jk}(t,r,R,\varphi,z,\xi)$$

правої радіальної матриці Гріна розглянутої задачі, де

$$E_{jk,m}\left(t,r,\rho,z,\xi\right)=\frac{1}{\pi^2}\sum_{s=1}^{\infty}\int_0^{\infty}\frac{\sin\left(\Delta\left(\beta_s,\beta\right)t\right)}{\Delta\left(\beta_s,\beta\right)}V_j\left(z,\beta\right)V_k\left(\xi,\beta\right)\times$$
$$\times\Omega_n\left(\beta\right)d\beta\,\frac{f_{m,0}\left(\beta_s r,\beta_s R\right)f_{m,0}\left(\beta_s\rho,\beta_s R\right)\lambda d\lambda}{\left\|f_{m,0}\left(\beta_s r,\beta_s R\right)\right\|^2};\ j,k=\overline{1,n+1}.$$

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,\xi)$ і функцій Гріна $W_j\left(t,r,\rho,\varphi,z\right)$, $W_{jk}^{\ s}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right),\left(s=1,2\right)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j\left(t,r,\varphi,z\right)$, визначені формулами (8), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (7) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [8]. Єдиність розв'язку (8) випливає із його структури та єдиності головних розв'язків задачі (функцій впливу і функцій Гріна). За відомих обмежень [9] на вихідні дані задачі розв'язок (8) буде також класичним розв'язком гіперболічної крайової задачі (1)-(4), (7).

Зазначимо, що: 1) зауваження 1, 2 поширюються на випадок розглянутої крайової задачі; 2) параметр $h_s\left(s=1,2\right)$ дають можливість виділяти із формул (8) розв'язки крайових задач у випадках задання на радіальних поверхнях $r=R_0, r=R$ крайових умов 1-го й 2-го роду та їх можливих комбінацій; 3) аналіз розв'язку (8) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j\left(t,r,\varphi,z\right)$, $g_j^1\left(r,\varphi,z\right)$, $g_j^2\left(r,\varphi,z\right)$, $g_0\left(t,r,\varphi\right)$, $\theta_j^1\left(t,\varphi,z\right)$, $\theta_j^2\left(t,\varphi,z\right)$ проводиться безпосередньо.

Висновки. Методом інтегральних та гібридних інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків (функцій впливу і функцій Гріна) побудовано точні аналітичні розв'язки гіперболічних крайових задач 2-го порядку в напівобмежених кусково-однорідних циліндрах.

Одержані розв'язки носять алгоритмічний характер, неперервно залежать від параметрів і даних задачі й можуть бути впроваджені як в теоретичних дослідженнях, так і в практиці інженерних розрахунків реальних процесів, які моделюються гіперболічними крайовими задачами математичної фізики (задачі акустики, гідродинаміки, теорії коливань механічних систем).

Список використаних джерел:

1. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа / Ж. Адамар. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
2. Боли Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэйнер. – М.: Мир, 1964. – 517 с.
3. Толубець О.В. Гіперболічні крайові задачі в кусково-однорідних циліндричних півпросторах / О.В. Толубець // Молоді науковці Поділля: здобутки та перспективи досліджень, 19-20 березня 2012 р., Кам'янець-Подільський: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів і магістрантів. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І.Огієнка, 2012. – С. 253-258.
4. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І. М. Конет, М. П. Ленюк. Чернівці: Прут, 2004. – 276 с.
5. Трантер К.Дж. Интегральные преобразования в математической физике / К.Дж. Трантер. – М.: Гостехтеориздат, 1956. – 204 с.
6. Ленюк М.П. Интегральные преобразования с разделенными переменными (Фурье, Ханкеля) / М. П. Ленюк. – К., 1983. – 56с. (Препр. / АН УССР. Ин-т математики; 83, 18),
7. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М. П. Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
8. Шварц Л. Математические методы для физических наук / Л. Шварц. – М.: Мир, 1965. – 408 с.

9. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е. Шилов. – М.: Наука, 1965. – 328 с.

The method of integral transforms constructed exact analytical solutions of algorithmic nature of hyperbolic boundary value problems in napivobmezhenyh piecewise-homogeneous cylinders.

Key words: *hyperbolic equations, initial and boundary conditions, matching conditions, integral transformation, the main solutions.*

УДК 373.5.016:514.113

Топольницька І. Б., магістрантка фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Л. О.**, кандидат педагогічних наук, професор

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТІ ПРЯМИХ І ПЛОЩИН У ПРОСТОРІ В КУРСІ СТЕРЕОМЕТРІЇ 10 КЛАСІВ РІЗНИХ РІВНІВ

Розглянуто доцільність, розробка та впровадження методики вивчення перпендикулярності прямих і площин у просторі в курсі стереометрії, яка б відповідала сучасним шкільним підручникам різних рівнів.

Ключові слова: *навчання математики, рівнева диференціація, перпендикулярність прямих, перпендикулярність площин.*

Демократизація системи освіти вимагає від педагогічної науки пошуку нових методичних технологій, які б забезпечили поряд із високим рівнем теоретичної і практичної підготовки з математики переорієнтацію навчально-виховного процесу на особистість учня, сприятливі умови для досягнення кожним учнем обраного рівня знань [3].

Тема "Перпендикулярність прямих і площин в просторі" в курсі стереометрії має важливе значення для загального розвитку дитини. При вивченні цієї теми узагальнюються та систематизуються знання учнів про прямі та площини, поглиблюються історичні знання з математики, продовжують формуватись навички робота над теоремами. Матеріал цієї теми використовується при вивченні многогранників і тіл обертання [4].

В учнів формується: здатність самостійно аналізувати ситуацію, швидко адаптуватись до нових умов, уміння використовувати набуті знання, графічні навички (правильно і гарно виконувати малюнок); розвивається: інтерес до геометрії, геометрична і просторова уява, здатність аналізувати і робити обґрунтовані висновки, культура усної і письмової математичної мови. Загалом вивчення теми "Перпендикулярність прямих і площин в просторі "в курсі стереометрії робить суттєвий внесок у розвиток логічної культури учнів.

В школах є в наявності підручники з геометрії для 10 класу, в яких подання навчального матеріалу і завдання орієнтовані на рівневе навчання. Проблема полягає в тому, що матеріал підручників подано з дотриманням принципу науковості, менше зважаючи на принцип доступності, відповідно до якого зміст і обсяг навчального матеріалу має бути посильним для школярів (принаймні для "середнього" учня).

Питанням методики вивчення перпендикулярності прямих і площин займалися такі методисти: Бевз В.Г., Бурда М.І., Оганесян В.А., Рабунський Е.С., Сікорський ПЛ., Сісецький П.П., Слєпкань З.І, Яценко С. При дослідженні даної проблеми враховувалися роботи, присвячені формуванню перпендикулярності прямих і площин, а саме: конструктивно-графічних та вимірювальних (Т.П. Гора, А.А. Мазаник, Г.П. Сенников, Л.С. Чистякова та ін.), оперування геометричними поняттями (В.М. Осинська, Н.Д. Мацько, Т.І. Титова, Л.Г. Філон та ін.), доведення геометричних тверджень (Р.І. Загоруй, А.М. Капиносов, В.І. та ін.).

Школа перейшла на рівневе навчання з математики, а традиційна методика вивчення перпендикулярності прямих і площин застаріла і не відповідає сучасним підручникам, тому є актуальною проблема розробки методики вивчення перпендикулярності прямих і площин, яка б відповідала цим підручникам.

Все це зумовило вибір теми нашого дослідження "Методика вивчення перпендикулярності прямих і площин в шкільному курсі стереометрії".

Мета нашого дослідження полягає у розробці методики вивчення перпендикулярності прямих і площин та дидактичних матеріалів для різних рівнів.

Для досягнення цієї мети нами розв'язаті такі *завдання:* з'ясовано, в якій мірі методична література, підручники і посібники (дидактичні матеріали) задовольняють рівневе навчання теми; розкрито питання про методику вивчення перпендикулярності прямих і площин в сучасних умовах; розроблено перевірочну роботу з теми для рівневого навчання і експериментально її перевірено. Нами розроблена методика вивчення теми «Перпендикулярності прямих і площин» на рівні стандарту, академічному та профільному рівні і відповідно до цього виділено особливості її вивчення на кожному рівні:

На рівні стандарту. Вивчення теми «перпендикулярності прямих і площин» розпочинається з встановлення перпендикулярності прямої та площини, а також перпендикулярності площини. При цьому застосували відношення перпендикулярності між прямими і площинами для опису об’єктів фізичного простору. Встановили взаємне розміщення прямих і площин у просторі, базуючись на вимірюваннях. Застосували вимірювання відстаней і кутів у просторі для опису об’єктів фізичного простору.

На рівні академічному. Сформулювали означення перпендикулярності прямих у просторі, прямої, перпендикулярної до площини; розглянули властивості та ознаки перпендикулярних прямих і площин у просторі. При цьому обґрунтували взаємозв’язок паралельності та перпендикулярності прямих і площин у просторі. Встановили взаємне розміщення прямих і площин у просторі. Застосували зазначені властивості та ознаки до розв’язування задач. Обчислювали відстань у просторі. А також, застосовували відношення між прямими та площинами у просторі, вимірювання відстаней у просторі для опису об'єктів навколишнього світу.

На рівні профільному розпочали з означення перпендикулярних прямих у просторі, прямої, перпендикулярної до площини, перпендикулярних площин; формулювання властивостей та ознак перпендикулярних прямих і площин. Обґрунтовули взаємозв'язок паралельності й перпендикулярності прямих і площин у просторі.Використовували вивчені властивості та ознаки до розв'язування задач. Обчислювали відстані і кути у просторі. При цьому на відміну від попередніх рівнів усе подавалось з доведенням. Результати експерименту свідчать про ефективність розробленої методики.

Список використаних джерел:

1. Біляніна О.Я. Геометрія. 10 клас: Підручник для академічного рівня / О.Б. Біляніна, Г.І. Білянін, В.О. Швець. – К.: Генеза, 2010. – 256 с.
2. Бевз Г.П. Математика: 10: підруч. для загальноосвіт. навч. закл.: рівень стандарту / Г.П. Бевз, В.Г. Бевз. – К.: Генеза, 2010. – 272 с.
3. Про концепцію державного стандарту загальної середньої освіти та проект базового навчального плану загальноосвітньої школи // Інформаційний збірник МО України. − 2002. − №17/18.
4. Слєпкань З.І. Ще раз про диференціацію навчання математики і роль освітнього стандарту / З.І. Слєпкань // Математика в школі. − 2008. − №29. − С. 10.

Expediency is considered, prospects of development and introduction of new methodology of geometrical transformations to the school course of plane geometry.

***Key words**: teaching mathematics, differentiation level, perpendicular lines, perpendicular planes*

УДК 373

Трипалюк М.С., студент 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Семерня О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

ІННОВАЦІЇ СУЧАСНОГО УРОКУ

У статті розглядаються особливості використання інноваційних технологій на уроках фізики, що є важливою передумовою розвитку пізнавальної діяльності учнів.

***Ключові слова:** інноваційні технології, фізика, урок.*

Активне впровадження інформаційних технологій у всі сфери діяльності суспільства торкнулося і системи освіти. У зв'язку з цим зрозуміло, що в основній школі назріла гостра необхідність в адаптації вчителів до нових умов роботи, ролей і мети, що швидко змінюються. Адже на уроці з використанням комп'ютера вчитель виступає вже не в ролі розповідача, а стає для своїх учнів швидше помічником й інструктором[2]. На сьогодні поступово відбувається зміна ролі комп'ютера в навчанні: із засобу, що використовується лише на уроках інформатики для вивчення мов програмування, комп'ютер перетворюється на активного помічника вчителя-предметника.

Метою статті є дослідження комп'ютерних технологіїї, які розвивають ідеї програмованого навчання, відкривають зовсім нові, ще не досліджені технологічні варіанти навчання, пов'язані з унікальними можливостями сучасних комп'ютерів.

Реформування шкільної фізичної освіти має на меті зробити її більш якісною шляхом забезпечення широких можливостей для розвитку, навчання та виховання творчої особистості, в результаті яких вона буде підготовлена до активного, самостійного життя в суспільстві. Таке складне завдання можна вирішити шляхом використання інноваційних технологій навчання, серед яких чільне місце займають мультимедійні технології[4]. Вони відкривають нові, ще недостатньо досліджені можливості вдосконалення навчальної діяльності.

Важко заперечити, що майбутнє за системою навчання, яке вкладається в схему учень – технологія – вчитель, за якої викладач перетворюється на педагога – методолога, технолога, а учень стає активним учасником процесу навчання. Тобто, якщо в учбовому процесі, що виконується за схемою *«учень – вчитель – підручник»* з'явиться новий елемент – *комп'ютер*, то зміст праці вчителя суттєво зміниться: основним стане не передача знань, а організація самостійної пізнавальної діяльності учнів[3]. Тобто величезний дидактичний потенціал використання інформаційних технологій навчання зможе бути розкритим лише за умов, якщо провідна роль у навчально – виховному процесі належатиме вчителю, а комп'ютер буде виступати не тільки потужним засобом, а й повною мірою третім партнером у педагогічній взаємодії.

Фізика є одним з тих навчальних предметів, що дає багатий матеріал для відпрацювання найрізноманітніших методів і прийомів роботи з інформацією. Викладання фізики пов'язане з використанням великого обсягу різноманітної інформації, що робить застосування комп'ютерної техніки особливо ефективним, оскільки дозволяє дуже швидко опрацювати цю інформацію і представити її у вигляді таблиць, схем, діаграм, визначити залежність між різними об'єктами і явищами, будовою та функціями.

Протягом всієї педагогічної діяльності потрібно постійно працювати над удосконаленням уроку. Потрібно бути твердо переконаним, що нова структура уроків передбачає новий зміст, новий рівень навчання[1].

Від чого ж потрібно відштовхуватись у системі роботи з вдосконалення уроку? Для забезпечення виконання дидактичних завдань уроків відповідно до їх мети потрібно використовувати різні форми роботи, надаючи перевагу активним методам навчання, здійснюю діалог із учнями, пропонувати різні форми самостійної і творчої роботи[1]. Для ефективного засвоєння знань потрібно користуватись проблемно-пошуковим методом викладання нового матеріалу, створення на уроці ситуацій успіху, використання системи дидактичних посібників, різнорівневих вправ і тестових завдань.

Значну увагу приділяти визначенню форм взаємодії вчителя й учнів, добору таких методів роботи, які роблять процес навчання осмисленим, сприяють формуванню й розвитку в учнів логічного мислення, бажання вчитися, самоосвіті й самореалізації учнів.

Основні методи й підходи до рішення завдань, способи машинної обробки інформації й соціальних аспектів комп'ютеризації будуть поступово ускладнюватися й обговорюватися протягом усього циклу навчання фізики. У такій ситуації комп'ютер стане засобом поширення й обміну інформацією між учнями й учителями. Тому комп'ютерна діяльність на уроці сприяє розвитку у дитини підвищеного інтересу до фізики.

Перспективи подальших пошуків у напрямку дослідження полягають в удосконаленні методики викладання понять шкільного курсу фізики основної школи засобами інформаційно-комунікаційних технологій [5].

Використання нових інформаційних технологій є безперечно ефективним. Крім високої якості засвоєння матеріалу, учні виявляють гарний емоційний настрій і бажання далі із задоволенням вивчати предмет.

Ефективне використання комп'ютерної бази надає можливість: використовувати мультимедійні, навчальні, пізнавальні, розвивальні комп'ютерні програми; користуватися всесвітньою комп'ютерною мережею Internet; втілювати нові інформаційні технології у процес освіти; проводити науково-методичну роботу з інформатизації навчального процесу. Комп'ютер природно вписується у процес навчання фізики і є ще одним ефективним технічним засобом, за допомогою якого можна значно урізноманітнити процес навчання. Але реальний експеримент необхідно проводити завжди, тоді, коли це можливо, а комп’ютерну модель доцільно використовувати, якщо немає можливості показати дане явище.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П.С. Атаманчук. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 199. – 174 с.
2. Наволокова Н.П. Практична педагогіка для вчителя / Н.П. Наволокова, В.М. Андрєєва. – Х.: Основа, 2009. – 120 с.
3. http://osvita.ua
4. http://vuzlib.com
5. http://physic.com.ua

The article features the use of innovative technology in the classroom physics, which is an important prerequisite for the development of cognitive activity.

Key words: *innovative technology, physics lesson.*

УДК 378.146.1:004.9

Циканюк Б., студент 3 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Семерня О.М.,** кандидат педагогічних наук, доцент

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ КОМП’ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Аналізуються позитивні та негативні риси комп’ютерного тестування в процесі навчання фізики.

Ключові слова: *навчання фізики, комп’ютерні тести, позитивні риси, негативні риси.*

Постановка проблеми. Використання тестів, тестових програм-оболонок та сама технологія тестування все частіше практикується в педагогічному процесі не лише у вищих навчальних закладах, а й у загальноосвітніх школах. Переважно цей процес відбувається з використанням тестів на паперових носіях, або ж з використанням вже готових комп’ютерних програм і тестових завдань. В обох випадках є потреба у розширенні кола задач та запитань, редагування та видалення вже існуючих. Тобто, поповнення та модернізація банку тестів. В умовах комп’ютерного тестування можна створити власну тестову оболонку або скористатись вже готовими пакетами для тестування. Проте, поряд із активним впровадженням в умовах сучасного навчання комп’ютерного тестування як форми контролю знань, особливого гостро постає питання про переваги та недоліки такої форми тестування.

Аналіз досліджень та публікацій. Теоретичні основи педагогічних теорій навчання та діагностики рівня засвоєння знань розроблялися В.Аванесовим, А.Алексюком, А.Анастазі, С.Архангельським, Ю.Бабанським, Н.Тализіною. Питання, присвячені контролю і оцінці знань учнів у процесі навчанні фізики, розглядаються у працях П.С.Атаманчука, В.Г.Розумовського, Ю.І.Діка [1; 2; 3].

Метою статті є аналіз переваги та недоліки комп’ютерного тестування безпосередньо в процесі навчання фізики.

Виклад основного матеріалу. Спроби конструювати нові методики діагностики знань без достатнього психолого-педагогічного обґрунтування, а також без необхідної апаратної і програмної бази, не скориговані заходи контролю ускладнюють не лише етап оцінювання навчальних досягнень учнів, а й значно гальмують і спотворюють самі системи тестування. З огляду на це дослідження проблеми тестування спрямовано насамперед на пошук ефективного програмного забезпечення, його раціонального використання у навчальному процесі [3].

Варто зауважити, що контроль знань і вмінь учнів з фізики та інших природничо-математичних і технічних дисциплін має свої особливості, які пов’язані з алгоритмізацією процесу розв’язання задач, що використовуються при контролі: короткий запис умови, побудова моделі явища чи процесу, про який йдеться в задачі, розв'язання задачі в загальному вигляді та аналіз отриманого результату; з необхідністю перевірки експериментальних умінь і умінь працювати з приладами; з різноманітністю форм представлення навчального матеріалу, що передбачає потребу в різноманітності форм представлення тестових контрольних завдань. Тобто, як бачимо, процес тестування є не таким простим як це здається на перший погляд. Особливо це стосується комп'ютерного тестування [2; 4].

Повертаючись до аналізу впровадження комп'ютерного тестування у навчанні фізики, спробуємо виділити основні його переваги. Отже, серед таких загальних та досить очевидних переваг, які, по суті, є стабільними та не залежать від зовнішніх факторів впливу.

1. Безпосереднє швидке та досить зручне отримання результатів комп'ютерного тестування, як основного методу контролю. Це в свою чергу допомагає розвантажити самого вчителя, звільняючи його від перевірки письмових робіт, чи проведення усного оцінювання.

2. Об'єктивність та правильність отриманої оцінки після проходження тестування. Тут йде мова про те, що комп'ютерне тестування можна розглядати як метод об'єктивного контролю, який дозволить вчителеві проаналізувати загальний обсяг знань учнів з фізики [2].

3. Комп'ютерне тестування, з точки зору сприйняття його учнями, є більш цікавим та захоплюючим. Тут відіграє значну роль психологічний фактор: ефект зацікавленості знімає з учнів психологічний тягар, який вони відчувають при проходження будь-якої іншої форми контролю рівня знань з фізики.

4. Комп'ютерне тестування при навчанні фізики є одним з найбільш якісніших способів контролю рівня знань. Об'єктивність та якість досягається за рахунок того, що цей процес має чітку алгоритмізацію і стандартизованість при оцінюванні рівня знань з фізики [1; 2].

5. Тестування взагалі та комп'ютерне тестування зокрема, є досить справедливим методом оцінювання отриманих знань. Це твердження ґрунтується на тому, що під час тестування всі учні опиняються в однакових умовах як при проведенні самого тестування, так і при отриманні результату у вигляді оцінки. Тому, в цьому випадку можна виключити суб'єктивний фактор під яким ми розумуємо особистість вчителя.

Аналізуючи вище наведені факти можна стверджувати, що комп'ютерне тестування є одним із найоптимальнішим засобів контролю безпосередньо про навчанні фізики [1; 2; 4].

Проте, для отримання більш повної та цілої картини використання комп'ютерного тестування під час навчання фізики, потрібно значну увагу приділити також негативним моментам при використанні комп'ютерного тестування.

1. За результатами комп'ютерного тестування вчитель отримує інформацію про оволодіння навчальним предметом по кожному учню. При аналізі цієї інформації можна легко бачити інформацію про труднощі засвоєння навчального матеріалу. Проте від вчителя ховаються причини цих труднощів.

2. Навіть за умови, що питання та задачі для проведення комп'ютерного тестування створено доволі грамотно та зрозуміло для учня, вони все одно не зможуть показати творчій рівень знань учнів. Це є чи не найголовнішою проблемою під час навчання учнів фізики. Адже за допомогою теках тестів ми заганяємо їх в певні рамки, програмуємо їх на виконання створених нами алгоритмів [4].

3. У комп'ютерному тестуванні, як й при будь-якому процесі, неможна забувати про елемент випадковості. Тобто, іноді учень, який сумлінно вчиться, не дав відповіді на питання першого рівня. А учень, який не володіє навчальним матеріалом, з легкістю відповів на питання другого та третього рівнів. Причиною цього може бути, як некоректне поставлене питання першого рівня, так і елементарне вгадування відповіді на питання другого рівня. Як наслідок, результати тестування мають спотворений характер [1; 2].

Висновки. Аналізуючи переваги та недоліки комп'ютерного тестування в навчанні фізики, очевидним є той факт, що в порівнянні з іншими традиційними видами контролю знань, воно забезпечує високий рівень об'єктивності. Також цей вид контролю зменшує вплив суб'єктивних факторів на отриману оцінку у процесі перевірки рівня знань. Проте потрібно також брати до уваги і негативні фактори, які присутні в процесі комп'ютерного тестування. На питання «Застосовувати чи не застосовувати комп'ютерне тестування при навчанні фізики» на сьогодні не має однозначної відповіді і кожен вчитель повинен дати на нього свою відповідь, яка буде ґрунтуватись на його особистому досвіді та професійній позиції.

Список використаних джерел:

1. Анастази А. Психологическое тестирование / А. Анастази, С. Урбина. – СПб. : Питер, 2002. – 688 с.
2. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання): навчальний посібник. – 2-ге вид., випр.. і доп. / П.С. Атаманчук, О.М. Семереня, Т.П. Поведа. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 384 с.
3. Булах І.Є. Створюємо якісний тест: навч. посіб. / І.Є. Булах, М.Р. Мруга. – К.: Майстер-клас. – 2006. – 160 с.
4. Контроль знаний учащихся по физике / В.Г. Розумовский, Р.Ф. Кривошапова, Н.А. Родина; под ред В.Г. Розумовского, Р.Ф. Кривошаповой. – М.:Просвещение, 1982. − 208с.

Analyzes the positive and negative features of computer testing in learning physics.

Keywords: *teaching physics, computer tests, positive traits, negative traits.*

УДК 004.057.6

Черняк В.І, студент 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Слободянюк О.В.,** кандидат технічних наук, доцент

МЕТОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ШВИДКИХ ДИСКРЕТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

У статті викладено загальні відомості про швидкі алгоритми дискретного перетворення Фур'є та їх застосування у сфері обробки зображень. Наведено характеристики окремих алгоритмів, а саме Кулі-Тьюкі, Гуда-Томаса, Нуссбаумера-Квендела.

Ключові слова: *швидкі алгоритми, дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), Кулі-Тьюкі, Гуда-Томаса, Нуссбаумера-Квендела*

При аналізі та цифровій обробці сигналів розглядаються такі завдання, як цифрова фільтрація, дискретне перетворення Фур'є, кореляція і спектральний аналіз. Наша основна мета полягає в описі сучасних методів цифрової реалізації цих обчислень, причому нас цікавить організація способу обчислення вагових множників цифрового фільтра при його реалізації.

Будь-який алгоритм, подібно до більшості інженерних пристроїв, можна описати або через співвідношення між входом і виходом, або детально пояснюючи його внутрішню структуру. Застосувавши до деякого нового завдання методи цифрової обробки сигналів, ми стикаємося із заданням алгоритмів через співвідношення типу "вхід-вихід". Вважається що вже заданий алгоритм типу "вхід-вихід", описаний в термінах фільтрів, перетворень Фур'є, інтерполяцій, проріджування, кореляцій, модуляцій, гістограм, матричних операцій та їм подібних. Всі ці алгоритми можуть бути записані математичною формулою, і, отже, обчисленні в прямій відповідності з цим записом (пряма реалізація алгоритму обчислень). Під *швидкими алгоритмами* ми розуміємо детальний опис обчислювальної процедури, яка не є очевидним способом обчислення виходу по даному входу [1]. Як правило, швидкий алгоритм жертвує концептуальною ясністю обчислень на користь їх ефективності.

Обробка сигналів використовується при обробці даних з радіолокаційних схем, цифровій обробці сейсмічної інформації, комп'ютер-

$$n = n'n''$$

$$i = i' + n'i'' \qquad i' = 0,\dots,n'-1; \quad i'' = 0,\dots,n''-1.$$

$$k = n''k' + k'' \qquad k' = 0,\dots,n'-1; \quad k'' = 0,\dots,n''-1.$$

$$V_{k'k''} = \sum_{i=0}^{n-1} \beta^{j'k'} \left[\omega^{i'k''} \sum_{i''=0}^{n''-1} \gamma^{i''k''} v_{i'i''} \right]$$

Кількість добутків

$\approx$ n (n′ + n″) + n

Рис. 1. ШПФ-алгоритм Кулі-Тьюкі

ній томографії для поліпшення якості фотографій. [1, 2, 5, 6].

Перетворення Фур'є вектора v, задається рівністю $V_k = \sum_{i=0}^{n-1} \omega^{ik} v_i$ [1].

В тому вигляді, як воно записано, для проведення обчислень необхідно виконати близько n^2 множень і n^2 додавань. Якщо число n є складовим, то є кілька способів перейти від цього перетворення Фур'є до двовимірного перетворення або до чого-небудь йому аналогічного. Це дозволяє надати обчисленню n ефективнішої форми, але за це доводиться платити ускладненням структури. Алгоритми подібного виду відомі під загальною назвою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ). До них можна віднести алгоритми Кулі-Тьюкі Винограда, Гуда-Томаса, Нуссбаумера-Квендела, Адамара, Крестенсона-Леві та ін.. Розглянемо алгоритми деяких з них для n-вимірних ДПФ. На рис. 1. наведена структура ШПФ-алгоритму Кулі-Тьюкі.

Обчислення складаються з n''-точкового дискретного перетворення Фур'є кожного стовпця, поелементного множення всіх елементів таблиці відповідно на $\omega^{i''k''}$ і n'-точкового дискретного перетворення Фур'є кожного рядка. [1; 5].

$n = n'n''$, де n′ та n″ взаємно прості

Перестановка вхідних індексів:

$$\left.\begin{array}{l} i' = i(\mathrm{mod}\, n') \\ i'' = i(\mathrm{mod}\, n'') \end{array}\right\} \leftrightarrow \left\{\begin{array}{l} i = i'N''n'' + i''N'n' (\mathrm{mod}\, n), \partial e \\ N'n' + N''n'' = 1. \end{array}\right.$$

Перестановка вихідних індексів:

$$\left.\begin{array}{l} k' = N''k(\mathrm{mod}\, n') \\ k'' = N'k(\mathrm{mod}\, n'') \end{array}\right\} \leftrightarrow k = n''k' + n'k''(\mathrm{mod}\, n),$$

$$V_{k',k''} = \sum_{i'=0}^{n'-1} \beta^{i'k'} \left[\sum_{i''=0}^{n''-1} \gamma^{i''k''} v_{i',i''} \right].$$

Кількість множень $\approx n(n' + n'')$

Рис.2. ШПФ-алгоритм Гуда-Томаса

Алгоритм Гуда-Томаса з використанням простих дільників є ШПФ-алгоритмом другого типу. Концептуально він дещо складніше алгоритму Кулі-Тьюкі, але в обчислювальному відношенні дещо простіше. Показаний на рис. 2. алгоритм Гуда-Томаса являє собою інший спосіб відображення лінійної послідовності n = n′n″ цілих чисел в (n′×n″)-

таблицю, що перетворює одномірне перетворення Фур'є в двомірне перетворення Фур'є [1].

В гніздовому методі, багатовимірні ШПФ-алгоритми будуються поєднанням одновимірних ШПФ-алгоритмів. Наслідком можливості зміни порядку додавання є те, що двовимірне перетворення Фур'є можна обчислити як послідовність одновимірних перетворень Фур'є спочатку по рядках, або навпаки.

$$V_{k',k''} = \sum_{i'=0}^{n'-1} \omega^{i'k'} \left[\sum_{i''=0}^{n''-1} \mu^{i''k''} v_{i',i''} \right] = \sum_{i''=0}^{n''-1} \mu^{i''k''} \left[\sum_{i'=0}^{n'-1} \omega^{i'k'} v_{i',i''} \right]$$

Для обчислення одновимірних перетворень Фур'є можна користуватися будь-якою зручною комбінацією алгоритмів обчислення, застосовуючи їх до рядків і стовпців, що входять в двовимірне перетворення [1].

Алгоритм перестановки Нуссбаумера-Квенделла являє собою алгоритм багатовимірного швидкого перетворення Фур'є. Він будується зведенням багатовимірного перетворення до обчислення деякої кількості одновимірних перетворень Фур'є.

На рис. 3. наведена блок-схема алгоритму для простого р. На останньому кроці здійснюється зворотна перестановка компонент, для чого використовується звернення k′ по модулю р.

Вхід

↓

Перетворення Фур'є

$$V_{k,0} = \sum_{i'=0}^{p-1} \omega^{ik} \sum_{i'=0}^{p-1} v_{i,i'} \qquad k = 0,\dots, p-1$$

↓

Поліноміальне перетворення

$$v_i(x) = \sum_{i'=0}^{p-1} v_{i,i'} x^{i'} \qquad i = 0,\dots, p-1$$

$$V_{k(x)} = \sum_{i'=0}^{p-1} v_i(x) x^{ik} \qquad (\mathrm{mod}\, Q(x))$$

↓

р перетворень Фур'є

$$V'_{k,k'} = \sum_{i'=0}^{p-2} \omega^{i'k'} V_{k,i'} \qquad k = 1,\dots, p-1$$

↓

Переіндексація

$$V_{k,k'} = V'_{((k'^{-1}k)),k} \qquad k = 1,\dots, p-1$$

↓

Вихід

Рис. 3. Алгоритм перестановки Нуссбаумера-Квендела

ШПФ-алгоритм Нуссбаумера-Квенделла має кращі характеристики серед описаних, але застосовується тільки тоді, коли багатовимірне перетворення має однакову довжину по всіх вимірах або коли всі довжини мають загальний множник. Він є алгоритмом обчислення багатовимірного перетворення Фур'є у випадку, коли число точок у всіх вимірах одно одному й тому числу n, яке або просте, або дорівнює степеню простого числа. Конструкції різні для трьох випадків: n - просте число, n дорівнює степеню непарного простого числа, n дорівнює степеню двійки, $n = 2^m$. Гніздовий метод дозволяє з цих алгоритмів будувати великі багатовимірні перетворення точно таким же чином, як це робиться у випадку одновимірного перетворення Фур'є [1; 5; 6].

Список використаних джерел:

1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 448 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.
3. Дьяконов В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. — СПб.: Питер, 2002. — 608 с.
4. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В. А. Сойфера. — 2-е изд., испр. — М.: ФИЗМАЛИТ, 2003. — 784 с.
5. Хуанг Т. С. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений/ Т. С. Хуанг, Дж.-О. Эклунд, Г. Дж. Нуссбаумер и др.; Под ред. Т. С. Хуанга: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1984. — 224 с.
6. Крот А. Быстрые алгоритмы и программы цифровой спектральной обработки сигналов и изображений/ А. М. Крот, Е. Б. Минервина. — Мн.: Навука і тэхніка, 1995. — 407 с.

This article presents general information about the fast algorithms for discrete Fourier transform and their applications in image processing. These characteristics of some of them. Namely Cooley-Tukey, Good-Thomas, Nussbaumera-Kvendela.

Key words: *fast algorithms, Discrete Fourier Transform (DFT), Cooley-Tukey, Good-Thomas, Nussbaumer-Kvendel.*

УДК373.05.016

Чорна С.П., студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Поведа Т.П.,** асистент

ФОРМУВАННЯ САМОСТІЙНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ РОБОТИ З ПІДРУЧНИКОМ ФІЗИКИ

Стаття присвячена формуванню самостійності учнів у процесі навчання фізики, організації процесу навчання з використанням самостійної роботи з підручником.

Ключові слова: *самостійність, самостійна робота, підручник.*

Проблема активності й самостійності учнів — одна з корінних в дидактиці і шкільній практиці. Діяльність вчителя немислима без опори на тих, кого він вчить. Формування самостійності учнів — одне з основних завдань загальноосвітньої школи.

Л.В. Жарова пише: "Самостійність — чудова властивість людини, результат виховання і самовиховання. Вона ж найважливіша умова самореалізації особистості, її творчих можливостей "[4].

Загальне поняття "самостійність", — підкреслює М. І. Махмутов, — не розкриває, однак, специфіки самостійності людини в процесі учіння, коли мають виявитися особливі риси самостійності школяра, пов'язані з специфікою його навчальної праці, керованої вчителем [7].

Самостійність учня у навчанні називають “пізнавальною самостійністю”. Ще з давніх часів ідея самостійності учнів у навчанні озвучується в працях класиків педагогіки. Я. А. Коменський, А. Дістервег, К. Д. Ушинський і багато інших під “природовідповідністю” розуміли відповідність виховання особливостям природи людини, законам його вічного саморозвитку. У деяких сучасних роботах природовідповідність розглядають у поєднанні з наступними категоріями: свідомість, активність, самостійність (Н. А. Сорокін); активність і самостійність (В. І. Загвязінскій) [1]

У науці немає однозначного визначення самостійності. Самостійність визначають як властивості особистості, обумовлені наявними знаннями та комунікативними здібностями (Н. Г. Алексєєв), здатність діяти без допомоги з боку (Л. П. Аристова, Л. В. Жарова), відмінний від інших спосіб мислення і діяльності (В. А. Пузанов, С. І. Зінов’єв).

Поняття самостійної роботи в даний час займає важливе місце в системі дидактичних понять. В даний час існують різні погляди на дане питання. Одні вважають самостійну роботу формою організації діяльності, інші називають її методом навчання, треті розглядають самостійну роботу як види навчальної діяльності, не відносячи їх ні до тієї, ні до іншої групі. Ми вважаємо, що організація самостійної роботи є дієвим методом навчання і виховання учнів і передбачає активні розумові дії школярів пов’язані з пошуком найбільш раціональних способів вирішення поставленого завдання. У результаті самостійної роботи учні набувають необхідних предметних знань та умінь. [2]

Самостійність особистості характеризується двома факторами: по-перше, знаннями, вміннями і навичками, по-друге, ставленням до процесу діяльності, результатів і умов її здійснення, а також зв'язками, які створюються під час діяльності з іншими людьми. Самостійність — це насамперед свідоме мотивування дій та їх обгрунтованість, непіддавання чужим впливам, прагнення і здатність чинити відповідно до своїх особистих переконань. Найвищий рівень самостійності в її загальному значенні передбачає не просто відтворення зразка розумової чи фізичної дії, а внесенням суб’єктом у працю свого суб’єктивного нового розуміння, створення власного способу мислення і дії.

Узагальнюючи ідеї провідних методистів та дидактів (Б. П. Єсипов, М. Н. Скаткін, В. П. Орєхов, А.В. Усова) можна сказати, що відмінною особливістю самостійної роботи є те, що навчальна робота учнів здійснюється без безпосередньої участі вчителя, але під його керівництвом і в певний час. Формування у учнів вміння самостійно працювати з навчальною літературою є частиною проблеми виховання самостійності та активності, розвитку у школярів вміння самостійно здобувати і поглиблювати знання. Значне місце в системі засобів навчання займає підручник. Питання організації процесу навчання з використанням самостійної роботи з підручником завжди були в центрі уваги. Цим займалися А.В. Усова, В.К. Буряк, Р.Д. Мінькова, Н.А. Родина, М.Я. Павлов, А.В. Муравйов, Е.А. Морозова, і багато інших.

Зрозуміло, що високоякісний і ефективний процес навчання не можна побудувати без використання відповідного підручника. В зв'язку з реформуванням системи освіти зазнають змін вітчизняні підручники фізики, які реформуються, наближаючись до вимог часу, вдовольняючи вимогу ведення цікавої, живої бесіди з учнем, використання образних порівнянь й аналогії, викликаючи в його свідомості яскраві асоціації [8]. Проблемою створення досконалого сучасного підручника фізики переймаються провідні методисти-фізики О.І. Бугайов, С.У. Гончаренко, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, Є.В. Коршак, В.Ф. Савченко. Автор сучасних підручників з фізики В.Ф. Савченко дуже слушно відстоює позицію, що «..підручник повинен виступати організатором навчального процесу, показувати учневі найкоротший і найраціональніший шлях опанування навчальним предметом» [9, с.230].

Але, як показує практика, підручник на уроці фізики частіше використовується як довідник або джерело вправ чи задач і дуже рідко як джерело самостійного придбання знань. Аналізу літератури та власний аналіз самостійної навчальної діяльності учнів показує, що самостійній роботі з навчальною книгою в школі незаслужено приділяється недостатня увага. На уроці фізики роботі з книгою присвячується, в кращому випадку, 3% робочого часу. Така недооцінка можливостей використання підручника негативно позначається на розвитку загальнонавчальних навиків школярів і на якості знань з фізики зокрема.

Підручник — це короткий звід наукових відомостей, доступних розумінню учнів. Він визначає обсяг, рівень і структуру мінімуму фізичних знань, що повідомляються учням. Робота з ним на уроці має стати одним з важливих методів навчання. На це націлений і методичний апарат підручника: шрифтові виділення в тексті, малюнки, фотографії і таблиці, питання до параграфу, система завдань і вправ, предметно-іменний покажчик, опис лабораторних робіт [3].

Існує багато різних видів самостійних робіт з підручником. Складання плану прочитаного, конспектування, знаходження формулювань, виконання завдань по ходу розповіді або бесіди, складання тез, звернення до підручника для встановлення зв'язку нового матеріалу з аналогічним пройденим, виконання завдань на порівняння досліджуваних явищ, робота з ілюстративним матеріалом, підтвердження правильності відповіді на якісні задачі з посиланням на текст підручника і т.д. [11]

Нами проаналізовано різну навчально-методична літературу (збірники завдань, публікації в журналах та газетах тощо) і підібрано якісні завдання, в яких фізичні явища розглядаються в природі, побуті, виробництві та викликають інтерес у більшості учнів. Для прикладу розглянемо як можна сформувати самостійність учнів в процесі вивчення теми «Теплові явища».

Завдання 1. Чому клімат островів помірніший і рівніший, ніж клімат материків?

Відповідь: У воді морів і океанів міститься величезна кількість енергії, що зм'якшує коливання температури повітря прибережної смуги.

Підручник Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко/ Фізика, 8 кл. Параграф 8 стор. 26 "вода має дуже велику питому теплоємність." Таблиця 3 стор.27 (с = 4200 Дж/кг·К). З стор. 24 "…це означає, що для нагрівання води масою 1 кг на 1 градус потрібно кількість теплоти 4200 Дж. Кількість теплоти — це енергія, яку тіло отримує або втрачає при теплопередачі ". Тому вода в морях і океанах, нагріваючись влітку поглинає, велику кількість теплоти [5].

Завдання 2. У спеку жителі пустель одягають теплий (ватяний чи хутряний) одяг. Чим це можна пояснити?

Відповідь: Хутряний одяг надягають у жаркому кліматі, щоб зменшити потік тепла до тіла і не допустити перегріву, оскільки хутряний одяг має дуже малу теплопровідність.

Завдання 3. Чому сковорідку роблять з металу, а ручку до неї — з дерева чи пластмаси?

Відповідь: Сковорідку роблять з металу, що має високу теплопровідність, для швидкого нагрівання і готування їжі. Рукоядку роблять з матеріалу, що має низьку теплопровідність, наприклад, з дерева або пластмаси, щоб не обпекти руку.

Два останні приклади учні можуть зрозуміти самостійно попрацювавши з підручником Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко / Фізика, 8 кл. Параграф 6 стор. 19 "передавання теплоти від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, яке веде до вирівнювання температур без перенесення речовини, називається *теплопровідністю.* Встановлено, що найбільшу теплопровідність мають метали. Значно гірше проводять тепло дерево, цегла, тканини, більшість пластмас, папір тощо. Найгіршим провідником тепла вважаються гази. Цим, зокрема, пояснюється збереження тепла людського тіла завдяки хутряним виробам. Адже між тонкими волосинками хутра знаходиться поганий провідник тепла — повітря, яке через погану теплопровідність захищає людину від холоду " [5].

Самостійну роботу з підручником потрібно націлювати на формування наступних умінь:

— встановлювати логічні зв'язки і залежності між відомостями, викладеними в підручнику;

— самостійно вивчати окрему тему підручника;

— вирішувати завдання, використовуючи текст підручника;

— складати завдання, використовуючи текст підручника;

— грамотно, науковою мовою відповідати на питання;

— орієнтуватися в тексті і довідковому матеріалі підручника.

Вище сказане, дозволяє зробити такий висновок, що для формування і розвитку самостійності учнів на уроках фізики учнів потрібно заохочувати до самостійної роботи, створювати проблемні ситуації, привчати до самостійної роботи з підручником, стимулювати їхню пізнавально-пошукову діяльність та розвивати наукове мислення. Використання саме самостійної роботи дозволяє вирішити зазначену проблему сучасних вимог розвиваючого навчання та всебічного розвитку особистості учнів, але треба також пам'ятати, що самостійна робота — не самоціль, а один із засобів поліпшення всієї навчальної роботи із фізики, підготовки учнів до практичної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Баєв Б.Ф. Психологія навчання / Б.Ф. Баєв. – К., 1994. – С.59-61.
2. Галузинський В.М. Педагогіка: теорія та історія: навч. посібник / В.М. Галузинський, М.Б. Євнух. – К.: Вища шк., 1995. – 237 с.
3. Гончаренко С. Український педагогічний словник / С. Гончаренко. – К.: Либідь. – 1997. – 376 с.
4. Жарова Л.В. Учить самостоятельности /Л.В. Жарова. – М.: Просвещение, 1993. – 148 с.
5. Коршак Є.В. Фізика, 8 кл.: підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.; Ірпінь, ВТФЙ «Перун», 2003. – 192 с.
6. Крутецький В.А. Формування і розвиток здібностей учнів / В.А. Крутецький // Рад. школа. – 1972. – № 4.
7. Махмутов М.І. Современный урок и пути его организации / М.І. Махмутов. – М., 1975 – С. 233-235.
8. Редько Б.Г. Деякі питання теорії підручника / Б.Г. Редько, Г.М. Толпекіна // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – №3. – С. 11–13.
9. Савченко В.Ф. Підручник фізики в навчальному процесі середньої школи / В.Ф. Савченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. КПДУ, ред. вид. відділ, 2006. – Вип. 12. – С. 230-232.
10. http://www.physfac.bspu.secna.ru
11. http://refs.co.ua/54618

This article is devoted to formation by pupils in learning physics, a process of learning using self-service manual.

Key words: *in independence, independent study, tutorial.*

УДК 372.142.2

Шрубковський С.В., студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Мендерецький В.В.**, доктор педагогічних наук, професор

ОСОБИСТІСНО ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

У статті розглянуто особливості застосування особистісно орієнтованого підходу до розв'язування задач як невід'ємною складовою формування практичних умінь учнів на уроках фізики.

Ключові слова: *фізична задач, експеримент, творчий процес, особистісно орієнтований підхід.*

Значне місце при навчанні фізики відводиться фізичним задачам, зокрема при практичному застосуванні матеріалу та при перевірці знань учнів. Задачі дають матеріал для вправ, які вимагають застосування фізичних законів до пояснення певних явищ, які протікають в тих чи інших конкретних умовах. Тому вони мають велике значення для конкретизації знань учнів, для привиття їм уміння бачити різні прояви загальних законів. Без такої конкретизації знання учнів залишаються абстрактним, такими, що не мають практичної цінності [1].

Розв'язування задач допомагає більш глибокому та ґрунтовному засвоєнню фізичних законів, розвитку логічного мислення, ініціативи, волі та наполегливості до досягнення поставлених цілей, викликає інтерес до фізики, допомагає набуванню навиків самостійної роботи та служить незамінним засобом для розвитку самостійності у судженнях.

В процесі розв'язування задач на уроці інколи можна ввести нові поняття та формули, вияснити закономірності, підійти до викладу нового матеріалу. При розв'язуванні задач учні безпосередньо зіштовхуються із необхідністю застосовувати отриманні знання по фізиці в житті, краще усвідомлювати зв'язок теорії із практикою.

Розв'язування задач – одне із важливих засобів повторення, закріплення, перевірки та контролю знань учнів.

Змістом задачі є матеріал, на якому побудована її умова. Від того, який матеріал використано в умові задачі, значною мірою залежить успіх у здійсненні завдань, відведених задачам у процесі вивчення фізики.

Зупинимось докладніше на основних вимогах до змісту задач з фізики.

1. Зміст задач має сприяти закріпленню фізичних понять і законів на конкретному матеріалі, виробленню навичок вимірювальної і обчислювальної техніки та користування системами одиниць. Характеристики технічних об'єктів, фізичних основ виробництва, різних видів транспорту, матеріалів і предметів широкого вжитку бажано, щоб висвітлювалось у взаємозв'язку з виучуваними фізичними явищами і законами.
2. Зміст задач давав реальні уявлення про навколишню дійсність, про ККД теплових, електричних, газогенераторних двигунів, про коефіцієнт тертя для різних тертьових поверхонь тощо.
3. Зміст задач має також сприяти збагаченню знань, розширенню

світогля-ду; тому він має включати матеріал з різних галузей науки і людської діяльності.

4. Доцільно, щоб зміст задач давав відповідь на цілий ряд практичних питань і ознайомлювати учнів з деякими технологічними процесами обробки матеріалів (механічними, тепловими, електричними, хімічними тощо).

5. Задачі мають привчати учнів до вільного користування таблицями фізичних констант і сприяти запам'ятовуванню значень констант таких поширених речовин і матеріалів, як вода, бензин, гас, сталь, мідь, олово, свинець, ніхром, константан і ін.

6. Зміст задачі має ставити перед учнями питання, з якою точністю треба записати результат обчислення.

7. Бажано, щоб зміст задач сприяв розвитку мислення, вольових якостей та ініціативи учнів.

Задачі у методичній літературі класифікуються за різними ознаками і, крім того, у різних авторів може бути різна класифікація. Наприклад за [3, с. 54-61]. задачі можна об'єднувати в групи за двома принципами: по-перше, за принципом схожості фізичних явищ, процесів і законів. Таке групування провадиться по кожному розділу (наприклад, задачі на закон збереження кількості руху, закон збережений і перетворення енергії, на об'єднаний газовий закон, закони електричного струму і т. д.); по-друге, за принципом подібності їх структури або композиції. За подібністю композиції можна виділити такі три типи: задачі без обчислень, числові, експериментальні. Кожний тип задач має свої характерні риси, властиві тільки йому: в одних задачах на передньому плані стоїть логічна сторона, умови, в інших — обчислювальна; одні задачі призначені для розвитку практичних умінь і навичок, інші — для розвитку спостережливості, кмітливості і т. д.

Для гармонійного розвитку розумової діяльності учнів і розвитку в них практичних умінь і навичок слід розв'язувати задачі всіх типів [4].

Задачі без обчислень розв'язують на основі логічних міркувань і умовиводів; отже, на передньому плані стоїть логічна сторона умови задачі. Педагогічна цінність задач без обчислень дуже велика. їх розв'язування потребує глибокого проникнення в суть фізичних явищ і аналізу протікання окремих етапів явища. Вони розвивають уміння швидко орієнтуватися, установлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами, зіставляти різні факти, узагальнювати і виділяти окреме із загального. Такі задачі розвивають спостережливість і кмітливість учнів, навчають їх бачити фізику навколо нас. Отже, задачі без обчислень розвивають логічне мислення учнів І допомагають їм пов'язати теоретичні знання з практикою.

Проаналізуємо кілька задач з точки зору розглянутих положень.

Задача 1. Невелика струмина води при витіканні з крана розпадається внизу на окремі краплини. При наближенні палички з електричним зарядом окремі краплини знову збираються і утворюють струмину. Чим пояснити таке явище?

У цій задачі розкривається фізична суть явища і разом з тим напрошується логічний висновок — узагальнення: очевидно, усі тіла можуть бути наелектризовані.

Задача 2. Чому в дуже вогких приміщеннях можливе ураження людини струмом навіть при дотику до скляного балона електричної лампочки?

Ця задача розкриває причинно-наслідкові зв'язки між явищами.

А ось задача, яка розвиває в учнів спостережливість і привчає їх бачити фізику навколо нас.

Задача 3. У вірші О. С. Пушкіна «Кавказ» є такі рядки: «... Орел, **с** отдаленной поднявшись вершини, парит неподвижно со мной наравне ...».

Поясніть, чому орли, яструби, шуліки та інші великі птахи, які ширяють високо в небі, можуть триматися на одній висоті, не махаючи при цьому крилами.

Переважна більшість таких задач сприяє розвитку кмітливості учнів. В окремих задачах цей фактор висувається на передній план.

Задача 4. Як дізнатися, який з двох однакових стальних стержнів намагнічений, не користуючись ніякими допоміжними засобами?

Задачами без обчислень слід, мабуть, вважати й ті, в яких йдеться про певні фізичні величини, але вони не задані конкретними числами. Наведемо приклади.

Задача 5. Знайти рівнодійну трьох однакових за величиною сил, що . діють на те саме тіло під кутами 120°. одна до одної в одній площині.

Зрозуміло, що розв'язуючи цю задачу, треба зробити малюнок, взявши вектори сил у певному масштабі. Доводячи (геометрично), що рівнодійна таких трьох сил дорівнює нулю, учні оперуватимуть фізичними величинами, не роблячи, проте, ніяких числових розрахунків.

Оперуючи фізичними величинами, які не задані конкретними числами, учні навчаються абстрагуватись, знаходити розв'язок задачі в загальному вигляді, що, допомагає їм глибше зрозуміти фізичні закономірності.

До задач без обчислень можна також віднести задачі-рисунки, які мають велике значення для розвитку розумової діяльності учнів. Перед учнями постають такі задачі з «натури», які перед людиною ставить життя. Добір таких задач забирає в учителя багато часу, оскільки в підручниках і збірниках їх вміщено дуже мало. Умова таких задач лаконічна; вона складається з схематичного малюнка і запитання до нього.

Наведемо приклад задач-рисунків.

Задача 6. На малюнку зображено в розрізі посудину з водою, на поверхні якої плаває кулька, наполовину занурена у воду. Під малюнком стоїть запитання: Чому дорівнює питома вага речовини кульки?

Задачі без обчислень є добрим засобом активізації мислення учнів, збудження в них Зацікавленості предметом; тому вчитель фізики може успішно використовувати такі задачі на різних етапах уроку, особливо для закріплення і повторення матеріалу: вони дають змогу широко використати активний метод роботи з класом — бесіду; вдало підібравши задачі, учитель має змогу при невеликій затраті часу перевірити, наскільки свідомо учні засвоїли новий матеріал і відновили в пам'яті раніше вивчене.

Числові задачі становлять найбільшу групу задач у практиці вивчення шкільного курсу фізики. Розв'язують їх на основі конкретних числових даних умови і виконання математичних дій; фізичні явища, поняття і взаємозалежність фізичних величин у них подані числовими характеристиками. Розв'язок задачі є певним числом.

Усі задачі можна поділити на дві категорії; тренувальні і комбіновані. Тренувальні числові задачі — це задачі, для розв'язання яких доводиться користуватися однією (рідко двома) формулою. Призначення таких задач — закріпити знання фізичних законів, виражених у математичній формі, сприяти кращому розумінню учнями фізичних понять, заучуванню одиниць фізичних величин, набуванню навичок правильного написання назв цих одиниць і прищеплювати елементарні навички обчислень при розв'язуванні задач.

Тренувальні задачі пропонують учням після викладу нового матеріалу (ознайомлення з новим фізичним законом, з новою фізичною величиною, одиницею її вимірювання і т. д.). Наприклад, задача, в якій треба знайти опір дільниці кола, якщо відома напруга і струм, є тренувальною.

Розв'язування тренувальних задач є підготовкою до розв'язування комбінованих задач і виконання лабораторних робіт, тому їх не можна розглядати як самоціль, а тільки як щабель до виконання складніших завдань. Надмірне захоплення тренувальними задачами загрожує формальним засвоєнням навчального матеріалу, відривом теорії від практики.

Комбіновані задачі. До комбінованих задач відносять задачі, для розв'язування яких доводиться застосовувати кілька фізичних законів, розглядати кілька різних явищ. У комбінованих задачах поєднуються відомості з різних тем розділу, а іноді й кількох розділів, вивчених раніше.

Наводимо задачу середньої важкості з розділу «Механіка».

Задача 7. Щоб перевірити гальмо, водій надав тролейбусу швидкості 30 км/год, вимкнув струм і загальмував, після чого тролейбус пройшов 16 *м, і* зупинився. Визначити величину сили гальмування, якщо маса тролейбуса 9 т. У цій задачі узагальнено знання з тем: «Рівнозмінний рух» і «Закони руху Ньютона». Крім того, перед учнями постає питання про точність наближеного результату.

Для того щоб учні краще зрозуміли зміст комбінованої задачі, рекомендується перед її розв'язуванням провести певну підготовчу роботу: дати характеристику предмета (об'єкта), про який ідеться в умові, використати відповідні ілюстрації, розв'язати одну-дві задачі без обчислень, які допоможуть розібратися в причинно-наслідкових зв'язках явищ.

Експериментальні задачі є активним і дійовим засобом поглиблення знань учнів і поєднання теорії з практикою. Розв'язуючи експериментальні задачі, учні безпосередньо ознайомлюються з предметами, установками і фізичними явищами, перевіряють на практиці правильність суджень і знайдених результатів [6].

Кожна проблема, розв'язана учнями за допомогою експериментальної задачі, дає новий поштовх до розвитку фізичного мислення учнів. Крім того, вони мають можливість перевірити свій життєвий досвід. Експериментальні задачі дають змогу позбутися помилкових уявлень, проникнути в суть фізичних явищ.

Експериментальні задачі дають можливість відтворювати в навчальному процесі процедуру перевірки наукової гіпотези, що дозволяє реалізувати ідею її перевірки в експерименті і показати шлях наукового становлення фізичної теорії. Вихідні дані для розв'язування експериментальних задач учні одержують з дослідів, які викладач виконує на демонстраційному столі або вони їх виконують самостійно (останнє більш доцільне). Оскільки такі задачі можуть мати розрахунковий або якісний характер, то прийоми їх розв'язування залежать від ролі експерименту: якщо він використовується для одержання даних, то на перший план виступає його постановка та проведення вимірювань. Одержавши необхідні дані, далі задачу розв'язують як звичайну обчислювальну. Подібним чином, але в зворотному напрямку виконують всі операції, якщо в експерименті необхідно перевірити результат обчислень.

Давидьон А.А. [2] до експериментальних задач відносить такі фізичні задачі, постановка і розв’язання яких органічно зв’язана з експериментом: з різними вимірами, відтворенням фізичних явищ, спостереженням за фізичними процесами.

Як вважав Коршак Є.В. [5, с. 312] експериментальним задачам належить вирішальна роль у формуванні експериментальних вмінь і навичок, в ознайомленні їх з основними елементами процесу пізнання: дослідними фактами і спостереженнями. З конкретним практичним використанням вивчених закономірностей учні зустрічаються при виконанні лабораторних робіт і на позакласних заняттях, але цього не достатньо. Вся робота учнів під час розв’язування експериментальних задач підпорядкована досягненню свідомого і ґрунтовного засвоєння учнями систематичного курсу фізики, з тим, щоб здобуті знання вони змогли застосувати до розв’язання тих проблем, які перед ними поставить життя.

Методисти П. С. Атаманчук, О. М. Семерня [1; 6] пропонують використовувати експериментальні задачі еталонного характеру для досягнення учнями достатнього та високого рівнів обізнаності. Еексперимен-тальні задачі еталонного характеру сприяють підвищенню пізнавальної активності на заняттях та інших видах навчальної діяльності, розвитку інтересу до науки, творчого мислення, бажання самостійно пізнавати навколишній світ, спираючись на власні сили, здобувати нові знання.

Постановка експериментальних задач еталонного характеру в процесі актуалізації опорних знань дає можливість викладачу "освіжити" виконавцю засвоєні раніше знання на відповідному рівні (зазначеному в цільовій навчальній програмі) для вивчення наступної пізнавальної задачі даного заняття.

Отже, мета особистісно орієнтованої освіти полягає не в тому, щоб навчати всіх в однаковій мірі. Вчителеві необхідно оцінити високим балом саме тих, хто проявив творчість, зацікавленість, розвинути талант учня. Вчитель має звертати увагу на тих учнів, які зацікавились процесом розв’язування задач, надавати їм підтримку, всіляко заохочувати їх до творчості.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Тематичні завдання еталонних рівнів з фізики (7–11 класи): Навчально-методичний посібник / П. С. Атаманчук, А. М. Кух. – Кам’янець-Подільський: Абетка–Нова, 2004. – С. 132.

2. Давидьон А. А. Експериментальні задачі з фізики для учнів 7-9 класу: посібник для вчителів фізики / А. А. Давидьон. – Чернігів, 1997. – С. 44.

3. Івах І. В. Методика розв’язування задач з фізики / І. В. Івах, М. Г. Кікель, М. А. Килимник. – К.: Радянська школа, 1969. – С. 54-61.

4. Павленко А. І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: Теоретичні основи / А. І. Павленко . - К., 1997. - 177 с.

5. Решение задач по физике: Практикум / Под общ. ред. Е. В. Коршака. – К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1986. – С. 79-80.

6. Семерня О. М. Дидактичні особливості використання експеримен-тальних задач еталонного характеру у навчанні фізики старшокласників / О. М. Семерня // Зб. Наук. Пр. Кам’янець-Поділ. Держ. ун-ту. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Поділ. держ. ун-т, інформ.-вид. від., 2004. – Вип. 10. – С. 41-46.

In the article the features of application of the personality oriented going are considered near untiing of tasks as by the inalienable constituent of forming of practical abilities of students on the lessons of physics.

Key words: *physical tasks, experiment, creative process, approach is personality oriented.*

УДК 517.5

Яремчук Я.В., студент фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Сорич Н. М.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

СУМІСНЕ НАБЛИЖЕННЯ КЛАСІВ $\bar{\psi}$ – ІНТЕГРАЛІВ СУМАМИ ВАЛЛЕ-ПУССЕНА, БЛИЗЬКИМИ ДО СУМ ФУР’Є, В ІНТЕГРАЛЬНІЙ МЕТРИЦІ

Одержано асимптотичні рівності для величини, яка характеризує сумісне наближення класів $\bar{\psi}$ *-інтегралів сумами Валле-Пуссена в інтегральній метриці.*

Ключові слова: *сумісне наближення, суми Валле-Пуссена, класи* $\bar{\psi}$ *-інтегралів*

Нехай послідовність чисел a_k задовольняє умовам

$$\Delta^2 a_k = a_k - 2a_{k+1} + a_{k+2} \geq 0, \quad k = 0,1,2,\ldots \tag{1}$$

$$\lim_{k\to\infty} a_k = 0 \tag{2}$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{a_k}{k} < +\infty \tag{3}$$

Множину послідовностей a_k, для яких виконуються умови (1)-(3), позначимо через $\mathfrak{M}'$. $\bar{\psi} = (\psi_1;\psi_2)$ — пара числових послідовностей $\psi_1(k), \psi_2(k)$ $k = 0,1,2,\ldots$, $\psi_1(0)=1$, $\psi_2(0)=0$, що належать множині $\mathfrak{M}'$, причому $\bar{\psi}^2(k) = \sqrt{\psi_1^2(k)+\psi_2^2(k)} \neq 0$, $k \in N$.

Із множини $\mathfrak{M}'$ функцій φ, виділимо підмножини $\mathfrak{M}_0$, $\mathfrak{M}_C$, $\mathfrak{M}_\infty$.

$$\mathfrak{M}_0 = \{\varphi(t) \in \mathfrak{M}' :\ 0 < \mu(\varphi,t) \leq K < +\infty\}$$

$$\mathfrak{M}_C = \{\varphi(t) \in \mathfrak{M}' :\ 0 < K_1 \leq \mu(\varphi,t) \leq K_2 < +\infty\}$$

$$\mathfrak{M}_\infty = \{\varphi(t) \in \mathfrak{M}' :\ 0 < K < \mu(\varphi,t)\},$$

де модуль піврозпаду $\mu(t)=\mu(t,\varphi)$, пов'язаний із функцією $\varphi(t)$ рівностями: $\eta(t)=\varphi^{-1}\left(\frac{1}{2}\varphi(t)\right)$, $\mu(t)=\frac{t}{\eta(t)-t}$.

Нехай тригонометричний ряд $\sum_{k=1}^{\infty}\left(\psi_1(k)\cos kt+\psi_2(k)\sin kt\right)$ є рядом Фур'є деякої сумовної функції $\Psi(t)$. Як показано в [1], при $\psi_1(k),\psi_2(k)\in\mathfrak{M}'$ клас $L^{\overline{\psi}}$ — це множина функцій, що подаються у вигляді згорток сумовних функцій $\varphi(x)$ з ядром $\Psi(t)$ з точністю до константи, тобто:

$$L^{\overline{\psi}}=\left\{f\,\middle|\,f(x)=\frac{a_0}{2}+\varphi*\Psi\right\}=$$

$$=\left\{f\,\middle|\,f(x)=\frac{a_0}{2}+\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(t)\left(\sum_{k=1}^{\infty}\psi_1(k)\cos k(t-x)+\psi_2(k)\sin k(t-x)\right)dt,\ \varphi\perp C\right\}.$$

Через $C_{\infty}^{\overline{\psi}}$ позначимо множину неперервних функцій із класу $L^{\overline{\psi}}$, для яких $\overline{\psi}$ -похідна є ортогональною до сталої і належить одиничній кулі в просторі 2π-періодичних суттєво обмежених функцій:

$$C_{\infty}^{\overline{\psi}}=\left\{f\,\middle|\,f\in C^{\overline{\psi}},\ f^{\overline{\psi}}\in S_M^0\right\}.$$

При цьому $\varphi(x)$ називають $\overline{\psi}$ -похідною функції $f(x)$ в розумінні Степанця і записують $\varphi(x)=f^{\overline{\psi}}(x)$, а функцію $f(x)$ називають $\overline{\psi}$ -інтегралом функції φ, породженим парою $\overline{\psi}$, або $\overline{\psi}$ -інтегралом функції $\varphi(x)$.

Нехай $\overline{\psi}=(\psi_1,\psi_2)$ і $\overline{\varphi}=(\varphi_1,\varphi_2)$ пари довільних послідовностей дійсних чисел. Будемо казати, що пара $\overline{\varphi}$ L-передує парі $\overline{\psi}$, якщо $L^{\overline{\psi}}\subseteq L^{\overline{\varphi}}$, і писати $\overline{\varphi}\overset{L}{<}\overline{\psi}$. Якщо $\overline{\varphi}\overset{L}{<}\overline{\psi}$, $\overline{\psi}=(\psi_1,\psi_2)$, $\overline{\varphi}=(\varphi_1,\varphi_2)$, то $\forall f\in L^{\overline{\psi}}$ існує $\overline{\varphi}$-похідна, причому $f^{\overline{\varphi}}\in L^{\overline{\eta}}$, $\overline{\eta}=(\overline{\eta}_1,\overline{\eta}_2)$, де

$$\eta_1=\frac{\varphi_1\psi_1+\varphi_2\psi_2}{\overline{\varphi}^2},\ \eta_2=\frac{\varphi_1\psi_2-\varphi_2\psi_1}{\overline{\varphi}^2},\tag{4}$$

а також $S\left[\left(f^{\overline{\varphi}}\right)^{\overline{\eta}}\right]=S\left[f^{\overline{\psi}}\right]$.

За величину, що характкризує сумісне наближення класів $\overline{\psi}$-інтегралів сумами Валле-Пуссена виберемо вираз

$$\mathscr{E}_{n,m}\left(L_1^{\overline{\psi}};V_{n,p}\right)=\sup_{f\in L_1^{\overline{\psi}}}\left\|\sum_{i=1}^{m}\overline{\varphi_i}(n)\left(f^{\overline{\varphi_i}}(x)-V_{n,p}\left(f^{\overline{\varphi_i}};x\right)\right)\right\|_L, \quad (5)$$

при умові, що існують неперервні похідні $f^{\overline{\varphi_i}}$, а також пари $\overline{\varphi_i}=\left(\varphi_i',\varphi_i''\right)$ L-передують парі $\overline{\psi}=\left(\psi_1,\psi_2\right)$, причому $\eta_i'\in\mathrm{M}_0$, $\eta_i''\in\mathrm{M}_C$,

$\left(\eta_i'=\dfrac{\psi_1\varphi_i'+\psi_2\varphi_i''}{\overline{\varphi_i}^2};\eta_i''=\dfrac{\psi_2\varphi_i'-\psi_1\varphi_i''}{\overline{\varphi_i}^2}\right)$, а $V_{n,p}(f;x)=\dfrac{1}{p}\sum\limits_{k=n-p}^{n}S_k(f;x)$, де $S_k(f;x)$ — частинні суми порядку k ряду Фур'є функції $f(x)$ та $p=o(n)$.

У процесі дослідження доведена справедливість асимптотичних нерівностей

$$\mathscr{E}_{n,m}\left(L_1^{\overline{\psi}};V_{n,p}\right)\le\frac{4}{\pi^2}M\ln\frac{n}{p}+O(1)\overline{\psi}(n),$$

$$\mathscr{E}_{n,m}\left(L_1^{\overline{\psi}};V_{n,p}\right)\ge\frac{4}{\pi^2}M\ln\frac{n}{p}+O(1)\overline{\psi}(n),$$

де

$$M=\sqrt{A_n^2+B_n^2},\ A_n=\sum_{i=1}^{m}\overline{\varphi}_i(n)\eta'_i(n),\ B_n=\sum_{i=1}^{m}\overline{\varphi}_i(n)\eta_i''(n), \quad (6)$$

$$\overline{\psi}(n)=\sqrt{\psi_1^2(n)+\psi_2^2(n)}, \quad (7)$$

а $O(1)$ — величина рівномірно обмежена по n.

Із справедливості двох попередніх нерівностей випливає така теорема

Теорема.Якщо пари $\overline{\varphi_i}$ $\left(i=\overline{1,m}\right)$ L-передують парі $\overline{\psi}$, а пари $\overline{\eta_i}$ вибрані згідно рівностей (4) причому $\eta_i'\in\mathrm{M}_0$, $\eta_i''\in\mathrm{M}_C$, $p=n\alpha_n$, $\alpha_n\ln n=O(1)$, то при $n\to\infty$ має місце наступна асимптотична рівність

$$\mathscr{E}_{n,m}\left(L_1^{\overline{\psi}};V_{n,p}\right)=\frac{4}{\pi^2}M\ln\frac{n}{p}+O(1)\overline{\psi}(n),$$

де M, A_n, B_n, $\overline{\psi}(n)$ — величини означені в рівностях (6) та (7), а $O(1)$ — величина рівномірно обмежена по n.

Список використаних джерел:

1. Степанец А.И. Классификация и приближение периодических функций / А.И. Степанец. — К.: Наук. думка, 1987. — 268 с.

2. Степанец А. И. К задаче об одновременном приближении функций и их (ψ,β)-производных. — Препринт 85.7. −К.: Ин-т математики АН УССР, 1985. − С. 3.

3. Задерей Н. Н. Одновременное приближение периодических функций и их производных суммами Валле-Пуссена / Н.Н. Задерей. — Препринт 81.24. —К.: Ин-т математики АН УССР, 1981. — 32 с.

4. Ефимов А.В. Приближение непрерывных периодических функций суммами Фурье. — Изв. АП СССР, сер. матем., 1959, 23, №5. — С. 737-770.

5. Сорич В.А., Сорич Н.М., Сорич А.В. Сумісне наближення класів $\overline{\psi}$-інтегралів // Наукові праці Кам'янець-Подільського державного університету: в 3-х томах. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. — (вип. 2). Т. 2. — 2003. — С. 15—18.

6. Сорич В.А., Сорич Н.М. Сумісне наближення класів $\overline{\psi}$-інтегралів сумами Валле-Пуссена, близькими до сум Фур'є // Математичне та комп'ютерне моделювання. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. — (вип. 2). — С. 134—141.

Obtained the asymptotically equations to the value, which characterizes the joint approximation of classes of $\overline{\psi}$-integralsby Vallee-Poussin's sums in integral metrics.

Key words:*the joint approximation, Vallee-Poussin'ssums, classes of $\overline{\psi}$-integrals.*

Науковий керівник: А. Б. Андруховський

1. Зозуляк М.О.

Науковий керівник: А. О. Губанова

1. Бердієв Д. Ш.
2. Ільїн Д. О.

Науковий керівник: В. А. Іванюк

1. Бейлик А.П.
2. Railway Медински О. В.
3. Просандєєв Д.Є.
4. Стрілецька Л.М.

Науковий керівник: І. М. Конет

1. Алергуш І. В.
2. Дорош О.Р.
3. Жигульов О.В.
4. Лавренюк Ю. С.
5. Надвинешна І. С.
6. Сіньков О. С.
7. Толубець О. В.

Науковий керівник: Ц. А. Криськов

1. Бугерчук Д.
2. Сотник П.
3. Циканюк Б.

Науковий керівник: С. О. Кріль

1. Зелінська О. В.

Науковий керівник: А. М. Кух

1. Гула Т. О.

Науковий керівник: В. В. Мендерецький

1. Богуняк Т. М.
2. Колісниченко Д. А.
3. Шрубковський С. В.

Науковий керівник: О. М. Ніколаєв

1. Білоока А. А.
2. Кушнір В.В.
3. Пазинюк В.М.

Науковий керівник: С. В. Оптасюк

1. Люба С. М.

Науковий керівник: О.П. Панчук

1. Дилян Н.С.

2. Кондратюк І. І.
3. Остапчук В. В.

Науковий керівник: Т. П. Поведа

1. Кравченко В. М.
2. Чорна С. П.

Науковий керівник: О. М. Рачковський

1. Добруха С. М.
2. Колісниченко Д. А.
3. Цюпа О. А.

Науковий керівник: О. М. Семерня

1. Предиткевич М. М.
2. Трипалюк М.С.
3. Циканюк Б.

Науковий керівник: О.В. Слободянюк

1. Білошицька М. Я.
2. Гайдамащук В.А.
3. Черняк В.І

Науковий керівник: Л. О. Сморжевський

1. Афіцький В. І.
2. Зборовець Т. Р.
3. Коваль Г. О.
4. Полонська В. А.
5. Розум'як В. В.
6. Топольницька І. Б.

Науковий керівник: Ю. Л. Сморжевський

1. Івасішена Н. В.
2. Козловська А. В.

Науковий керівник: В. А. Сорич

1. Маніш Л. Е.
2. Сидорук І. В.

Науковий керівник: Н. М. Сорич

1. Яремчук Я. В.

ЗБІРНИК
МАТЕРІАЛІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
СТУДЕНТІВ ТА МАГІСТРАНТІВ КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Івана Огієнка

Фізико-математичні науки
Випуск 9

Здано в набір 29.04.2012. Підписано до друку 04.05.2012.
Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Обл. вид. арк. 14,65.
Папір офсетний. Тираж 100 прим.

32300, Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський,
вул. Івана Огієнка, 61; тел. (03849) 3-06-01
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
від 12.12.2008 р. серія КВ № 14705- 3676 ПР