



Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Твоє успішне майбутнє

ЗБІРНИК
матеріалів наукової конференції
здобувачів вищої освіти
фізико-математичного факультету

1 листопада 2023 року



ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Кам'янець-Подільський
2023

УДК 51+53+004
ББК 22.1+22.3+32.97
341

*Рекомендовано вченою радою фізико-математичного факультету
Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана
Огієнка, протокол № 11 від 26 жовтня 2023 року.*

Рецензенти:

Уляна ГУДИМА, кандидат фізико-математичних наук, доцент;
Сергій ОПТАСЮК, кандидат фізико-математичних наук, доцент;
Віталій ІВАНЮК, доктор технічних наук, доцент.

Редакційна колегія:

Тетяна ПИЛИПЮК, кандидат фізико-математичних наук, доцент;
Тетяна ДУМАНСЬКА, кандидат педагогічних наук;
Тетяна ПОВЕДА, кандидат педагогічних наук, доцент.

Відповідальний секретар:

Катерина ГЕСЕЛЄВА, кандидат фізико-математичних наук.

Збірник матеріалів наукової конференції здобувачів вищої освіти фізико-математичного факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. 1 листопада 2023 року [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 47 с.

Електронна версія збірника доступна за покликаннями:

UTL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7648>

ЗМІСТ

Секція

МАТЕМАТИКИ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

- БІЛИЙ Олександр.** Дослідження матриць показників та латинських квадратів..... 5
- ВЕНДИЧАНСЬКА Надія.** Матриці показників та їх орієнтовані графи 6
- ВЕРБІВСЬКИЙ Ярослав.** Відносна задача Штейнера в лінійному нормованому просторі, в якій міра відхилення між елементами оцінюється з допомогою невід'ємної опуклої функції повільного зростання, та деякі її часткові випадки..... 9
- КОБЕРНИК Денис.** Задача відшукування відстані між замкненою кулею та опуклою множиною лінійного нормованого простору та деякі її часткові випадки 10
- САВЧУК Марія.** Задача найкращого у розумінні зваженої відстані наближення деякого абстрактного дискретного багатозначного відображення опуклою скінченновимірною множиною неперервних однозначних відображень 12
- СМІРНОВА Анастасія.** Умови існування допустимого розв'язку для задачі мінімізації опуклої кусково-афінної функції при лінійних обмеженнях та додатковому обмеженню, що задається опуклою слабко* компактною множиною..... 15

Секція

ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

- ВЕЛГІН Павло.** Проектно-пошукова діяльність учнів з фізики 17
- ВОЗНИЦЯ Дмитро.** Побудова системи оповіщення на базі WI-FI мережі в організаціях та установах..... 18
- ЖУРБЕЙ Віктор.** Оптимізація, розрахунок та проектування антенних систем з широкосмуговим спектром..... 20
- МІНЕНКО Андрій.** Демонстраційний експеримент як засіб

проблемного методу навчання з фізики	22
СЛОБОДЯН Назар. Роль міжпредметних зв'язків у процесі формування навчальних досягнень учнів з фізики	24
СМІРНОВ Віталій. Використання сучасних програмних засобів у навчанні фізики.....	25
ШИНКАРУК Руслан. Контроль за виконанням домашніх завдань як дієва форма організації навчальної діяльності учнів з фізики ..	26

Секція КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

ВОЙЦЕХІВСЬКА Олександра. Виявлення деструктивного інформаційно-психологічного впливу в соціотехнічних системах	28
ГОНЧАР Фаррух. Дослідження інтерсеційних методів розв'язання СЛАР у випадках розріджених даних	30
ЖОЛТОВСЬКИЙ Олексій. Методи і засоби інформаційної підтримки процесу вивчення іноземної мови	31
ЗАДВОРНИЙ Антон. Методи і засоби створення комп'ютерних симуляторів динамічних об'єктів на прикладі поведінки квадрокоптера в аварійних ситуаціях	33
КОВАЛЬ Олексій. Дослідження перспективних підходів до кодування мультимедійних даних	35
КОЗАКОВ Віталій. Штучні нейронні мережі та їх застосування в задачах прогнозування	36
ЛІТВІН Роман. Дослідження моделей децентралізованих Інтернет-служб соціальних мереж	38
РИСЮК Аспазій. Дослідження технології добування корисної інформації з відкритих онлайн-джерел	40
ЧЕРНЯВСЬКИ Артем. Розробка програмного комплексу “Студент” для системи Android.....	41
ЧОРНИЙ Роман. Роль і місце допоміжного програмного забезпечення у тестуванні веб-додатків	43

Секція МАТЕМАТИКИ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

Олександр БЛІЙ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Олексій ЗЕЛЕНСЬКИЙ,**
кандидат фізико-математичних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТРИЦЬ ПОКАЗНИКІВ ТА ЛАТИНСЬКИХ КВАДРАТІВ

Один із аспектів теорії кілець є вивчення властивостей кілець за допомогою теорії графів. В роботі розглянуті латинські квадрати які є горентейновими матрицями та знайдено все можливі підстановки Кириченка для таких матриць.

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

Означення 1. [1, с.353]. Матриця $\mathcal{E}=(\alpha_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$, для якої виконуються наступні умови:

1) $\alpha_{ij} + \alpha_{jk} \geq \alpha_{ik}$ для всіх $i, j, k=1, \dots, n$,

2) $\alpha_{ii} = 0$ для всіх $i=1, \dots, n$, називається *матрицею показників*.

Матриця показників, для якої виконується умова

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

Означення 2. Зведена матриця показників називається *горентштейновою*, якщо існує підстановка σ для множини $\{1, 2, 3, \dots, n\}$ така, що $\alpha_{ik} + \alpha_{k\sigma(i)} = \alpha_{i\sigma(i)}$ для $i, k=1, \dots, n$.

Означення 3. Підстановка σ горентштейнкової матриці називається *підстановкою Кириченка*.

Означення 4. Латинський квадрат порядку n – це квадратна матриця, у якій кожен рядок і кожен стовпчик є перестановкою множини $S=\{s_1, \dots, s_n\}$.

Лема 1. Розклад підстановки Кириченка горентштейнового латинського квадрату $L=(\alpha_{ij})$ на незалежні не містить двох циклів різної довжини

Лема 2. Для довільної циклічної підстановки Кириченка існує горентштейновий латинський квадрат з даною підстановкою.

Лема 3.. Не існує горентштейнового латинського квадрата з підстановкою $\sigma=\sigma_1 \dots \sigma_{2k}$, де $\sigma_1, \dots, \sigma_{2k}$ цикли непарної довжини.

Лема 4. Якщо розклад підстановки Кириченка σ у добуток незалежних циклів складається з непарної кількості циклів однакової довжини, то існує горентштейновий латинський квадрат з підстановкою σ .

Теорема. Горентштейнова матриця не може бути латинським квадратом у двох випадках

1) Розклад підстановки Кириченка горенштейнної матриці на незалежні цикли містить цикли різної довжини.

2) Розклад підстановки Кириченка горенштейнної матриці на незалежні цикли містить парну кількість циклів непарної довжини.

Для інших підстановок Кириченка існують горенштейнові латинські квадрати.

Висновки:

Горенштейнова матриця не може бути латинським квадратом у двох випадках

1) Підстановка Кириченка горенштейнної матриці містить цикли різної довжини.

2) Підстановка Кириченка складається з парної кількості циклів непарної довжини.

3) Для інших підстановок Кириченка існують горенштейнові матриці, які є латинськими квадратами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Hazewinkel M. Algebras Rings and Modules, vol. 1/ M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko – Kluwer Academic Publishers, 2004. 380 p.

2. Hazewinkel M. Algebras Rings and Modules, vol. 2/ M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko – Kluwer Academic Publishers, 2007. 400 p.

3. Kirichenko V. V. Exponent Matrices and Tiled Order over Discrete Valuation Rings/ V. V. Kirichenko , O. V. Zelenskiy, V. N. Zhuravlev // International Journal of Algebra and Computation. 2005. Vol. 15, № 5 & 6. P. 1-16.

4. Зеленський О. В. Жорсткі сагайдаки зведених матриць показників. *Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки.* 2007. №3. С. 27-31.

5. Журавлев В. Н. Допустимые колчаны. *Фундаментальная и прикладная математика.* Том 14 (7), 2008. С. 121-128.

6. Kirichenko V. V. Quivers and Latin square. V. V. Kirichenko, M. A. Khibina, V. N. Zhuravlev, O. V. Zelenskiy Quivers and Latin square. São Paulo Journal of Mathematical Sciences P. 1-15.

Надія ВЕНДИЧАНСЬКА,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

2 року навчання фізико-математичного факультету

Науковий керівник – **Олексій ЗЕЛЕНСЬКИЙ,**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

МАТРИЦІ ПОКАЗНИКІВ ТА ЇХ ОРІЄНТОВАНІ ГРАФИ

Один із аспектів теорії кілець є вивчення властивостей кілець за допомогою теорії графів. Кожний черепичний порядок повністю визначається своєю матрицею показників і дискретно нормованим кільцем. Багато властивостей таких кілець повністю визначаються їх матрицями показників, зокрема, сагайдаки таких

кілець. Порівняно недавно матриці показників стали окремим об'єктом вивчення. В роботі продовжуються дослідження матриць показників. В роботі встановлено критерій еквівалентності матриць показників.

Означення 1. Матриця $\mathcal{E}=(\alpha_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$ ($M_n(\mathbb{Z})$ – це кільце матриць розмірності n з цілими елементами), для якої виконуються наступні умови:

$$1) \alpha_{ij} + \alpha_{jk} \geq \alpha_{ik} \text{ для всіх } i, j, k=1, \dots, n,$$

$$2) \alpha_{ii} = 0 \text{ для всіх } i=1, \dots, n,$$

називається *матрицею показників*. Матриця показників, для якої виконується умова

$$3) \alpha_{ij} + \alpha_{ji} \geq 1 \text{ для всіх } i, j \in \{1, \dots, n\} (i \neq j)$$

називається *зведеною матрицею показників*.

Нехай $\mathcal{E}=(\alpha_{ij})$ – зведена матриця показників. Введемо матрицю $\mathcal{E}^{(1)}=(\beta_{ij})=\mathcal{E}+E_n \in M_n(\mathbb{Z})$, де E_n – одинична матриця. Введемо матрицю

$$\mathcal{E}^{(2)}=(\gamma_{ij})\in M_n(\mathbb{Z}): \gamma_{ij}=\min_k \{ \beta_{ik} + \beta_{kj} \}.$$

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

Теорема 1. Якщо \mathcal{E} – зведена матриця показників, $Q=Q(\mathcal{E})$ – сагайдак матриці показників, то матриця $[Q] \in (0, 1)$ – матрицею суміжності сильно зв'язного сагайдака.

Означення 3. Зведені матриці показників \mathcal{E}_1 і \mathcal{E}_2 називається еквівалентними, якщо одну можна отримати з іншої за допомогою елементарних перетворень двох типів:

1) Відняти ціле число t від елементів $i^{\text{го}}$ рядка та додати це число до елементів $i^{\text{го}}$ стовпчика,

2) Поміняти місцями два рядки і поміняти місцями два стовпчика з такими ж номерами.

Означення 4. Сагайдак Q називається *допустимим*, якщо існує зведена матриця показників \mathcal{E} , така що $Q(\mathcal{E})=Q$.

Означення 5. Сагайдак $Q=(VQ, AQ)$ називається *зваженим*, якщо визначена функція $\omega: AQ \rightarrow \square$. Функція ω називається *ваговою*, а її значення на стрілці називається *вагою стрілки*. Якщо $Q=Q(\mathcal{E})=(q_{ij})$ то $\omega(q_{ij})=\alpha_{ij}$.

Сума ваг всіх стрілок шляху називається *вагою шляху*.

Означення 6. Простий цикл в сагайдаку $Q=(VQ, AQ)$, вага якого дорівнює 1, будемо називати *одиничним*.

Теорема 2. Якщо матрицю $\mathcal{E}_2=(\alpha_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$ можна отримати з матриці $\mathcal{E}_1=(r_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$ за допомогою елементарного перетворення першого типу та перші рядки матриць \mathcal{E}_1 та \mathcal{E}_2 співпадають то $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2$.

Теорема 3. Нехай матрицю $\mathcal{E}_2=(\alpha_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$ можна отримати з матриці $\mathcal{E}_1=(r_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$ за допомогою елементарного перетворення першого типу та елементи множини M матриць \mathcal{E}_1 та \mathcal{E}_2 співпадають. Якщо $G(M)$ – зв’язний граф то $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2$, якщо $G(M)$ – не зв’язний то можливий випадок $\mathcal{E}_1\neq\mathcal{E}_2$.

Теорема 4. Елементи множини M матриці показників $\mathcal{E}=(\alpha_{ij})\in M_n(\mathbb{Z})$ елементарним перетворенням першого типу можна зробити нулями (або довільними цілими числами), тоді і тільки тоді коли множина $G(M)$ ациклічний граф.

Теорема 5. Матрицю показників \mathcal{E}_2 можна одержати з матриці \mathcal{E}_1 за допомогою елементарних перетворень коли сагайдак $Q(\mathcal{E}_1)$ ізоморфний сагайдаку $Q(\mathcal{E}_2)$ та вага простих циклів сагайдака $Q(\mathcal{E}_1)$ дорівнює вазі відповідних простих циклів сагайдака $Q(\mathcal{E}_2)$.

Висновок: Якщо перші рядки двох квадратних матриць співпадають та одну з іншої можна одержати за допомогою елементарних перетворень першого типу то матриці рівні. Елементи множини M матриці показників \mathcal{E} за допомогою елементарних перетворень першого типу можна зробити нулями, якщо неорієнтований граф, який відповідає множині M є ациклічним. Дві зведені матриці показників еквівалентні тоді і тільки тоді, коли вони мають ізоморфні сагайдаки, вага відповідних простих циклів яких однакова.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Hazewinkel M., Gubareni N., Kirichenko V. V., Algebras Rings and Modules, Mathematical and Its Applications, Springer, 2004, v.1. 380 p.
2. Hazewinkel M., Gubareni N., Kirichenko V. V., Algebras Rings and Modules, Mathematical and Its Applications, Springer, 2007, v.2. 400 p.
3. Kirichenko V. V., Zelenskiy O. V., Zhuravlev V. N. Exponent Matrices and Tiled Order over Discrete Valuation Rings, International Journal of Algebra and Computation. 2005. Vol. 15, № 5 & 6. P. 1-16.
4. Журавлев В. Н., Допустимые колчаны. *Фундаментальная и прикладная математика*. Том 14 (7), 2008. С. 121-128.
5. Журавльов В. М., Зеленський О. В., Дармосюк В. М. *Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки*. 2012. №4. С. 27-31.

Ярослав ВЕРБІВСЬКИЙ,
 здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
 2 року навчання фізико-математичного факультету
 Науковий керівник – **Василь ГНАТЮК,**
 кандидат фізико-математичних наук, доцент

ВІДНОСНА ЗАДАЧА ШТЕЙНЕРА В ЛІНІЙНОМУ НОРМОВАНОМУ ПРОСТОРІ, В ЯКІЙ МІРА ВІДХИЛЕННЯ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ОЦІНЮЄТЬСЯ З ДОПОМОГОЮ НЕВІД'ЄМНОЇ ОПУКЛОЇ ФУНКЦІЇ ПОВІЛЬНОГО ЗРОСТАННЯ, ТА ДЕЯКІ ЇЇ ЧАСТКОВІ ВИПАДКИ

Задача, яка розглядається в роботі полягає в наступному.

Нехай h є невід'ємною опуклою неперервною функцією повільного зростання, заданою на банаховому просторі $(Y, \|\cdot\|)$, $l_i \in Y, i = \overline{1, r}, A \subset Y$.

Відносною задачею Штейнера в лінійному нормованому просторі $(Y, \|\cdot\|)$, в якій міра відхилення між елементами оцінюється з допомогою функції h , названо задачу відшукування величини

$$\tau_A^h(\{l_i\}_{i=1}^r) = \inf_{y \in A} \sum_{i=1}^r h(y - l_i). \quad (1)$$

Якщо існує елемент $y^* \in A$ такий, що

$$\sum_{i=1}^r h(y - l_i) \geq \sum_{i=1}^r h(y^* - l_i), \text{ тобто, для якого}$$

$$\tau_A^h(\{l_i\}_{i=1}^r) = \inf_{y \in A} \sum_{i=1}^r h(y - l_i) \geq \sum_{i=1}^r h(y^* - l_i),$$

то цей елемент $y^* \in A$ названо узагальненою точкою Штейнера в розумінні функції повільного зростання h у множині A точок $l_1 \dots l_r$, або екстремальним елементом для величини (1).

При дослідженні задачі відшукування величини (1) розглянуто приклади функціоналів повільного зростання, встановлено властивості цільової функції задачі відшукування величини (1); умови існування екстремального елемента для задачі відшукування величини (1); отримано двоїсте подання похідної за напрямком цільової функції відшукування величини (1). Отримане подання лягло в основу встановлення необхідних умов екстремальності елемента для задачі відшукування величини (1), критерія екстремальності такого елемента. Встановленні умови екстремальності елемента для задачі відшукування величини (1) конкретизовано на випадок, коли A є підпростором.

Зокрема, встановлено, що коли $f_i \in Y^*, B_i \in R, i = \overline{1, m}$, де Y^* є простором, спряженим з $(Y, \|\cdot\|)$, $P(y) = \max_{1 \leq i \leq m} |f_i(y) - B_i|, y \in Y$, то P є функціоналом повільного зростання.

Доведемо, зокрема, такі твердження.

Теорема 1. Цільова функція $\varphi(y) = \sum_{i=1}^r h(y - l_i), y \in Y$, є невід'ємною власною опуклою ліпшіцевою неперервною функцією повільного зростання.

Теорема 2. Якщо в задачі відшукування величини (1) множина A є локально компактною та замкненою множиною і для будь-якої її необмеженої

послідовності $\{y_k\}_{k=1}^{\infty}$ можна вибрати підпослідовність $\{y_{k_e}\}_{e=1}^{\infty}$, для якої $\lim_{e \rightarrow \infty} \|y_{k_e}\| = +\infty$ та $\lim_{e \rightarrow \infty} P_{\infty}(y_{k_e}) = +\infty$ де $P_{\infty}(y) = \max_{f \in \text{dom} P^*} f(y)$, а $\text{dom} P^*$ - ефективна множина функції P^* , спряженої з P , то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Теорема 3. Якщо в задачі відшукування величини (1) A є скінченно вимірним підпростором, $P_{\infty}(y) \geq 0$ для всіх $y \in A$ та множина $B = \{y \in A : P_{\infty}(y) = 0\}$ є підпростором, то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Теорема 4. Якщо h є неперервним сублінійним функціоналом, то для будь-яких $y^* \in Y$, $y \in Y$ має місце рівність

$$\varphi'(y^*, y) = \sum_{i=1}^r \max_{f \in \text{dom} h_{y^*-l_i}^*} f(y),$$

де $\text{dom} h_{y^*-l_i}^* = \left\{ f \in \text{dom} h^* : h(y^* - l_i) = \max_{f \in \text{dom} h^*} f(y^* - l_i) = f(y^* - l_i) \right\}$.

Теорема 5. (Необхідна умова екстремальності елемента для задачі відшукування величини (1) у випадку, коли h є неперервним сублінійним функціоналом). Якщо $y^* \in A$ є екстремальним елементом величини (1), то для кожного $y \in \Gamma^*(A, y^*)$ де $\Gamma^*(A, y^*)$ - конус граничних напрямків для множини A з точки y^* , існують функціонали $f_i^y \in \text{dom} h^*$, $i = \overline{1, r}$, для яких

$$h(y^* - l_i) = \max_{f \in \text{dom} h^*} f(y^* - l_i) = f_i^y(y^* - l_i), \sum_{i=1}^r f_i^y(y) \geq 0.$$

Теорема 6. (Критерій екстремальності елемента $y^* \in A$ для задачі відшукування величини (1) у випадку, коли h є неперервним сублінійним функціоналом). Для того щоб точка $y^* \in A$ була екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб для кожного $y^* \in A$ існував функціонал $f_i^y \in \text{dom} h^*$, $i = \overline{1, r}$, для яких виконуються умови:

$$h(y^* - l_i) = \max_{f \in \text{dom} h^*} f(y^* - l_i) = f_i^y(y^* - l_i), \sum_{i=1}^r f_i^y(y) \geq 0.$$

Денис КОБЕРНИК,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Василь ГНАТЮК,**
кандидат фізико-математичних наук, доцент

**ЗАДАЧА ВІДШУКАННЯ ВІДСТАНІ МІЖ ЗАМКНЕНОЮ
КУЛЕЮ ТА ОПУКЛОЮ МНОЖИНОЮ ЛІНІЙНОГО
НОРМОВАНОГО ПРОСТОРУ ТА ДЕЯКІ ЇЇ ЧАСТКОВІ ВИПАДКИ**

Постановка задачі. Нехай $(Z, \|\cdot\|)$ - лінійний над полем дійсних чисел нормований простір,

$B_r(z_0) = \{z \in Z : \|z - z_0\| \leq r\}$ - замкнена куля цього простору з центром у точці z_0 радіуса r , B - опукла множина простору Z .

В роботі досліджується задача відшукування відстані між кулею $B_r(z_0)$ та множиною B , тобто задача відшукування величини

$$\alpha^*(B_r(z_0), B) = \inf_{\substack{z \in B_r(z_0), \\ y \in B}} \|z - y\|. \quad (1)$$

Якщо для елемента $(z^*, y^*) \in B_r(z_0) \times B$ виконується нерівність $\|z^* - y^*\| \leq \|z - y\|$ для всіх $(z, y) \in B_r(z_0) \times B$, тобто, якщо

$$\alpha^*(B_r(z_0), B) = \inf_{\substack{z \in B_r(z_0), \\ y \in B}} \|z - y\| = \|z^* - y^*\|,$$

то цей елемент (z^*, y^*) названо екстремальним елементом для задачі відшукування величини (1).

В результаті дослідження величини (1) отримаємо, зокрема, наступні результати.

Теорема 1. Якщо $B_r(z_0) \cap B \neq \emptyset$, то справедлива рівність

$$\alpha^*(B_r(z_0), B) = \inf_{y \in B} \|z_0 - y\| - r.$$

Теорема 2. Якщо вектор $y^* \in B$ є екстремальним елементом для задачі відшукування величини $\alpha^*(z_0, B) = \inf_{y \in B} \|z_0 - y\|$, то вектор (z^*, y^*) , де

$z^* = z_0 + \frac{r}{\|y^* - z_0\|} (y^* - z_0)$, є екстремальним елементом для задачі відшукування величини (1).

Розглянуто питання існування екстремального елемента для величини (1). Зокрема, доведено наступні твердження.

Теорема 3. У випадку, коли множина B лінійного нормованого простору $(Z, \|\cdot\|)$ є локально компактною та замкнутою, то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Наслідок 1. Якщо B є скінченновимірним підпростором простору Z , то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Крім того, в роботі розглянуто деякі питання єдиності екстремального елемента для задачі (1). Зокрема, доведено наступну теорему.

Теорема 4. Якщо $(Z, \|\cdot\|)$ є строго нормованим простором і для задачі відшукування величини (1) екстремальний елемент існує, то він єдиний.

Під час дослідження поставленої задачі встановлено співвідношення двоїстості між задачею відшукування величини (1) та двоїстою до неї задачею, яке полягає в наступному :

Справедлива рівність

$$\inf_{\substack{z \in B_r(z_0), \\ y \in B}} \|z - y\| = \max_{\|f\|=1} \left(f(z_0) - \sup_{y \in B} f(y) \right) - r. \quad (2)$$

Де f належить простору Z^* , спряженому з $(Z, \|\cdot\|)$, а $\|f\| = \sup_{z \neq 0} \frac{|f(z)|}{\|z\|}$.

З допомогою співвідношення (2) вдалося встановити критерії екстремальності елемента $(z^*, y^*) \in B_r(z_0) \times B$ для величини (1).

Теорема 5. Для того щоб елемент $(z^*, y^*) \in B_r(z_0) \times B$ був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб існував функціонал $f^* \in Z^*$ з такими властивостями:

- 1) $\|f^*\| = 1$;
- 2) $f^*(z^* - y^*) = \|z^* - y^*\|$;
- 3) $f^*(z_0 - z^*) = r$;
- 4) $\sup_{y \in B} f^*(y) = f^*(y^*)$.

Отримано низку інших результатів, які представляють самостійний інтекс і можуть використовуватися при дослідженні задач, які вкладаються в схему постановки задачі відшукування величини (1), зокрема, при дослідженні задачі найкращого наближення фіксованого елемента лінійного нормованого простору множиною цього простору та ін.

Марія САВЧУК,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету*

Науковий керівник – Уляна ГУДИМА,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ЗАДАЧА НАЙКРАЩОГО У РОЗУМІННІ ЗВАЖЕНОЇ ВІДСТАНІ НАБЛИЖЕННЯ ДЕЯКОГО АБСТРАКТНОГО ДИСКРЕТНОГО БАГАТОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ОПУКЛОЮ СКІНЧЕННОВИМІРНОЮ МНОЖИНОЮ НЕПЕРЕРВНИХ ОДНОЗНАЧНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ

Позначимо через K — компакт, z — його елементи, Y — лінійний над полем дійсних чисел нормований простір, $C(K, Y)$ — лінійний над полем дійсних чисел нормований простір однозначних відображень $p: K \rightarrow Y$ з нормою $\|p\| = \max_{z \in K} \|p(z)\|$, $(C(K, Y))^m$ — впорядкована множина m відображень

простору $C(K, Y): \{a_i\}_{i=1}^m \in (C(K, Y))^m, a_i \in C(K, Y), i = \overline{1, m}, \delta_i \in C(K),$

$\delta_i(z) > 0, i = \overline{1, m}, z \in K, W \subset C(K, Y).$

Задачею найкращої у розумінні зваженої відстані наближення абстрактного дискретного відображення $\{a_i\}_{i=1}^m$ множиною W простору $C(K, Y)$ будемо називати задачу відшукування величини

$$\begin{aligned}\alpha^*(W; \{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m) &= \inf_{p \in W} \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \|p(z) - a_i(z)\| = \\ &= \inf_{p \in W} \max_{z \in K} \max_{1 \leq i \leq m} \delta_i(z) \|p(z) - a_i(z)\|.\end{aligned}\quad (1)$$

Якщо існує елемент $p^* \in W$ такий, що має місце рівність

$$\alpha^*(W; \{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m) = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \|p_i^*(z) - a_i(z)\|,$$

то його будемо називати екстремальним елементом для задачі відшукування величини (1).

Надалі будемо припускати, що умова $p \in W$ є суттєвою, тобто

$$\inf_{p \in W} \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \|p(z) - a_i(z)\| > \inf_{p \in C(K, Y)} \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \|p(z) - a_i(z)\|.$$

Через Y^* будемо позначати спряжений простір до лінійного над полем дійсних чисел нормованого простору Y , S^* — замкнену одиничну кулю простору Y^* : $S^* = \{\varphi \in Y^* : \|\varphi\| \leq 1\}$. Для $\{a_i\}_{i=1}^m \in (C(K, Y))^m$, $p^* \in W$ покладемо

$$a_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*) = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \|p^*(z) - a_i(z)\|;$$

$$I^*_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*) = \left\{ i : i \in \{1, \dots, m\}; \max_{z \in K} \delta_i(z) \|p^*(z) - a_i(z)\| = a_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*) \right\};$$

$$K_i^*(p^*) = \left\{ z : z \in K; \delta_i(z) \|p^*(z) - a_i(z)\| = a_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*) \right\}, i \in I^*_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*);$$

$$S^*_i(p^*, z) = \left\{ \varphi : \varphi \in S^*; \varphi(p^*(z) - a_i(z)) = \|p^*(z) - a_i(z)\| \right\},$$

$$i \in I^*_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*), z \in K_i^*(p^*).$$

Будемо припускати, що W — опукла скінченновимірна множина простору $C(K, Y)$ розмірності n . Тоді існує лінійний підпростір V простору $C(K, Y)$, породжений лінійно незалежними відображеннями $p_j \in C(K, Y)$, $j = 1, n$ такий, що $W \subset V + p_0$, де p_0 — довільний фіксований елемент W . Нехай $p^* \in W$, тоді $V + p_0 = V + p^*$. Позначимо через

$$\omega(p^*) = \bigcup_{i \in I^*_{\{a_i\}_{i=1}^m; \{\delta_i\}_{i=1}^m}(p^*)} \bigcup_{z \in K_i^*(p^*)} \bigcup_{f \in S^*_i(p^*, z)} (\delta_i(z) f(p_1(z)), \dots, \delta_i(z) f(p_n(z))).$$

Теорема 1. Нехай K — метричний компакт, Y — лінійний над полем дійсних чисел нормований сепарабельний простір, W — опукла скінченновимірна

множина розмірності n простору $C(K, Y)$. Для того щоб елемент $p^* \in W$ був екстремальним елементом для величини (1) необхідно і достатньо, щоб існував вектор $b^* \in \text{co}\omega(p^*)$ для якого

$$\inf_{\lambda \in T(W)} \langle b^*; \lambda \rangle \geq 0,$$

де $\text{co}\omega(p^*)$ — опукла оболонка множини $\omega(p^*)$.

Теорема 2. Нехай K — метричний компакт, Y — лінійний над полем дійсних чисел нормований сепарабельний простір, W — лінійний многовид розмірності n простору $C(K, Y)$.

Для того щоб $p^* \in W$ був екстремальним елементом для задачі відшукування величини (1), необхідно і достатньо, щоб

$$0 \in \text{co}\omega(p^*).$$

Теорема 3. Нехай K — метричний компакт, Y — лінійний над полем дійсних чисел нормований сепарабельний простір, W — опукла скінченновимірна множина розмірності n простору $C(K, Y)$.

Для того щоб елемент $p^* \in W$ був екстремальним елементом для величини (1) необхідно і достатньо, щоб існували елементи $i_k \in \{1, \dots, m\}$, $z_k \in K$,

$$f_k \in S^*, \beta_k \in \mathbb{R}, \beta_k \geq 0, 1 \leq k \leq r \leq n+1, \sum_{k=1}^r \beta_k = 1 \text{ такі, що}$$

$$\begin{aligned} & \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \left\| p^*(z) - a_i(z) \right\| = \max_{z \in K} \delta_{i_k}(z) \left\| p^*(z) - a_{i_k}(z) \right\| = \\ & = \delta_{i_k}(z_k) \left\| p^*(z_k) - a_{i_k}(z_k) \right\| = \delta_{i_k}(z_k) \max_{f \in S^*} f \left(p^*(z_k) - a_{i_k}(z_k) \right) = \\ & = \delta_{i_k}(z_k) f_k \left(p^*(z_k) - a_{i_k}(z_k) \right), \end{aligned}$$

$$\min_{p \in W} \sum_{k=1}^r \beta_k \delta_{i_k}(z_k) f_k(p(z_k)) = \sum_{k=1}^r \beta_k \delta_{i_k}(z_k) f_k(p^*(z_k)).$$

Наслідок 1. Нехай K — метричний компакт, Y — лінійний над полем дійсних чисел нормований сепарабельний простір, W — лінійний многовид простору $C(K, Y)$.

Для того щоб $p^* \in W$ був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб існували елементи $i_k \in \{1, \dots, m\}$, $z_k \in K$, $f_k \in S^*$,

$\beta_k \in R$, $\beta_k \geq 0$, $k = 1, r$, $1 \leq k \leq r \leq n + 1$, $\sum_{k=1}^r \beta_k = 1$ такі, що

$$\begin{aligned} & \max_{1 \leq i \leq m} \max_{z \in K} \delta_i(z) \left\| p^*(z) - a_i(z) \right\| = \max_{z \in K} \delta_{i_k}(z) \left\| p^*(z) - a_{i_k}(z) \right\| = \\ & = \delta_{i_k}(z_k) \left\| p^*(z_k) - a_{i_k}(z_k) \right\| = \delta_{i_k}(z_k) \max_{f \in S^*} f \left(p^*(z_k) - a_{i_k}(z_k) \right) = \\ & = \delta_{i_k}(z_k) f_k \left(p^*(z_k) - a_{i_k}(z_k) \right), \end{aligned}$$

$$\sum_{k=1}^r \beta_k \delta_{i_k}(z_k) f_k \left(p^*(z_k) \right) = \sum_{k=1}^r \beta_k \delta_{i_k}(z_k) f_k \left(p^*(z_k) \right),$$

для всіх $p \in W$.

Анастасія СМІРНОВА,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету

Науковий керівник – **Уляна ГУДИМА,**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

УМОВИ ІСНУВАННЯ ДОПУСТИМОГО РОЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ ОПУКЛОЇ КУСКОВО-АФІННОЇ ФУНКЦІЇ ПРИ ЛІНІЙНИХ ОБМЕЖЕННЯХ ТА ДОДАТКОВОМУ ОБМЕЖЕННЮ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ ОПУКЛОЮ СЛАБКО* КОМПАКТНОЮ МНОЖИНОЮ

Нехай Y - лінійний над полем дійсних чисел нормований простір; Y^* - простір, спряжений з Y ; c_k , $k = \overline{1, m}$; y_j , $j = \overline{1, n}$; x_i , $i = \overline{1, l}$, - фіксовані елементи простору Y ; $\varphi \in Y^*$; $d_k \in R$, $k = \overline{1, m}$; $p_i \in R$, $i = \overline{1, l}$; $t_j \in R$, $j = \overline{1, n}$; A - опукла слабко* компактна множина простору Y^* .

Задачею мінімізації опуклої кусково-афінної функції при лінійних обмеженнях та додатковому обмеженню, що задається опуклою слабко* компактною множиною будемо називати задачу відшукування величини:

$$\inf_{1 \leq k \leq m} \max(\varphi(c_k) + d_k), \quad (1)$$

за умов

$$\varphi(y_j) \geq t_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$\varphi(x_i) = p_i, \quad i = \overline{1, l}, \quad (3)$$

$$\varphi \in A. \quad (4)$$

Позначимо через M – множину допустимих розв’язків задачі (1)-(4), тобто

$$M = \left\{ \varphi \in A : \varphi(y_j) \geq t_j, j = \overline{1, n}; \varphi(x_i) = p_i, i = \overline{1, l} \right\}.$$

Твердження 1. Множина допустимих розв’язків M задачі (1)-(4) є опуклою слабо* компактною множиною простору Y^* .

Теорема 1. Нехай Y – лінійний нормований простір, Y^* – простір, спряжений з Y , A – опукла слабо* компактна множина простору Y^* , тоді функціонал

$$f_A(z) = \max_{\varphi \in A} \varphi(z), \quad z \in Y,$$

є сублінійним функціоналом, заданим на Y .

Теорема 2. Для того, щоб множина допустимих розв’язків задачі (1) – (4) була непорожньою множиною, необхідно і достатньо, щоб для будь-яких чисел $\xi_j \in \mathbb{R}$, $\xi_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$; $\psi_i \in \mathbb{R}$, $i = \overline{1, l}$, виконувалась нерівність

$$f_A\left(\sum_{j=1}^n \xi_j y_j + \sum_{i=1}^l \psi_i x_i\right) \geq \sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i p_i,$$

де $f_A(z) = \max_{\varphi \in A} \varphi(z)$, $z \in Y$

Теорема 3. Якщо існують $\xi_j \in \mathbb{R}$, $\xi_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$, $\psi_i \in \mathbb{R}$, $i = \overline{1, l}$, такі, що

$$\sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i p_i > 0 \quad (5)$$

Для того щоб множина допустимих розв’язків для задачі (1) – (4) була непорожньою множиною ($M \neq \emptyset$), необхідно, а у випадку, коли $0 \in A$, і достатньо, щоб

$$\inf_{\substack{\xi_j \in \mathbb{R}, \xi_j \geq 0, j = \overline{1, n}; \\ \psi_i \in \mathbb{R}, i = \overline{1, l}; \\ \sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i p_i > 0}} \frac{f_A\left(\sum_{j=1}^n \xi_j y_j + \sum_{i=1}^l \psi_i x_i\right)}{\sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i p_i} \geq 1. \quad (6)$$

Теорема 4. Якщо $f_A(z) \geq 0$, $z \in Y$, існують $\xi_j \in \mathbb{R}$, $\xi_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$; $\psi_i \in \mathbb{R}$, $i = \overline{1, l}$, для яких виконується нерівність (5).

Для того, щоб множина допустимих розв’язків для задачі (1) – (4) була непорожньою множиною ($M \neq \emptyset$), необхідно і достатньо, щоб мала місце нерівність (6).

Наслідок 1. Якщо $f_A(z) = \|z\|$, $z \in Y$, і існують $\xi_j \in \mathbb{R}$, $\xi_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$; $\psi_i \in \mathbb{R}$, $i = \overline{1, l}$, такі, що має місце нерівність (5), то для того, щоб множина

допустимих розв'язків задачі (1) – (4) була непорожньою множиною, необхідно і достатньо, щоб

$$\inf_{\substack{\xi_j \in \mathbb{R}, \xi_j \geq 0, j=1, n; \\ \psi_i \in \mathbb{R}, i=1, l; \\ \sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i p_i \geq 0}} \frac{\left\| \sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i x_i \right\|_{f_A}}{\sum_{j=1}^n \xi_j t_j + \sum_{i=1}^l \psi_i p_i} \geq 1.$$

Секція ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Павло ВЕЛГІН,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Тетяна ПОВЕДА,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ПРОЄКТНО-ПОШУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ

Кожна дитина обдарована і по-своєму неповторна. Хтось має здібності до мистецтва чи творчості, до вивчення мов, а хтось виявляє здібності до точних наук. І кожен вчитель повинен допомагати учневі знайти себе в житті, пробудити й розвинути в дитині ті творчі здібності, які закладено від народження. Орієнтуючи процес навчання на розвиток особистості, формування її компетенцій, ми переконані у необхідності більш широкого використання активізуючих методик та проєктно-пошукової діяльності у навчанні фізики. Метою нашого дослідження є аналіз сучасного стану та перспектив розвитку проєктних технологій на уроках фізики.

Саме використання проєктних технологій на уроках, на нашу думку, дає найкращий результат у розвитку науково-пошукових здібностей учнів. У пояснювальній записці до Навчальної програми з фізики зазначено, що навчальні проєкти – це ефективний засіб формування предметної та ключових компетентностей учнів в процесі навчання з фізики. Очевидно, що актуальним в педагогічному процесі стає використання методів і прийомів, які формують у школярів навички самостійного здобування нових знань, вчать пошукової діяльності та збору необхідної інформації, вмінню висувати гіпотези та ставити завдання. Важливо також навчити учня підбирати методи дослідження, організувати цей процес та розуміти практичне значення отриманих результатів [1; 2].

У контексті євроінтеграційних освітніх процесів особливої актуальності набуває питання щодо застосування методів навчання, спрямованих на

формування компетентного школяра, здатного до науково-пошукової діяльності. Георг Зіммель, німецький соціолог стверджував, що освічена людина – та, яка знає, де знайти те, чого вона не знає. Метод проєктів сприяє здатності учнів планувати свою роботу, попередньо прораховуючи можливі результати, використовувати арсенал джерел інформації, самостійно збирати та накопичувати матеріал, аналізувати та співставляти факти, аргументувати свою думку, приймати рішення, розподіляти обов'язки, взаємодіяти один з одним, створювати «кінцевий продукт» – матеріальний носій проєктної діяльності (доповідь, реферат, фільм, календар, журнал, сценарій тощо) [1; 3]. Як показує наша практика, учні з задоволенням займаються різними видами проєктної діяльності, наприклад:

- прикладні проєкти («Вирощування кристалів»);
- дослідницькі проєкти («Дослідження явища самоіндукції»);
- творчі проєкти (створення інтелект-карт, презентацій, буклетів, написання сенканів, творів);
- пошукові проєкти («Україна – космічна держава»);
- інформаційні проєкти («Нобелівські читання»).

Завершальним етапом у розвитку розумових операцій учнів є не становлення розумової дії, а реалізація цієї дії в практичній діяльності. Навчальний процес сьогодні повинен бути орієнтований на особистість учня і враховувати його індивідуальні особливості та здібності. Вчителі виступають вже не в ролі розповідача, а стають для своїх учнів швидше помічниками й інструкторами, менеджерами з навчання, а учні – їх клієнтами, як сьогодні ми є клієнтами юристів або професійних консультантів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Антикуз О. В. Навчальні проєкти з фізики. Х. : Основа, 2018. 128 с.
2. Національна доктрина розвитку освіти. [Електронний ресурс] / [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/344/2013/page>
3. Петросян О. Р. Метод проєктів на уроках фізики. *Фізика в школах України*. Основа. 2020, №6. 36 с.

Дмитро ВОЗНИЦЯ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Руслан ПОВЕДА,**
кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПОБУДОВА СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ НА БАЗІ WI-FI МЕРЕЖІ В ОРГАНІЗАЦІЯХ ТА УСТАНОВАХ

У сучасних умовах військового стану в Україні системи швидкого оповіщення стають критично важливими для забезпечення безпеки працівників, управління надзвичайними ситуаціями, координації та мобілізації персоналу для

захисту життя, майна та інтересів організацій і установ [1]. Ось кілька ключових причин важливості таких систем: система оповіщення дозволяє швидко та ефективно попередити персонал про можливі загрози; мобілізація ресурсів та ефективне управління кризовими ситуаціями, координувати дії персоналу; забезпечення нормальної діяльності організації в умовах конфлікту, допомагає зберігати функціонування організації в умовах війни; забезпечення зв'язку та інформування.

Правила оповіщення в межах організацій та установ можуть варіюватися залежно від конкретної організації, типу тривоги та її важливості. Однак, існують деякі загальні принципи, які часто використовуються для ефективного оповіщення:

1. Чіткість та зрозумілість сигналів.
2. Система рівнів тривоги. Наприклад, евакуація в разі пожежі може мати інші сигнали порівняно з повідомленням про загрозу безпеці.
3. Система повідомлень: використання різних засобів повідомлення (звук, світлові сигнали, текстові повідомлення, тощо) для максимального охоплення співробітників організації.

Існує кілька конструкцій організації мереж внутрішнього оповіщення в організаціях, які дозволяють ефективно передавати повідомлення та тривоги всередині компанії: *централізована система оповіщення*, яка включає центр керування, звукові та візуальні сигнали, відеокамери, системи моніторингу та інші пристрої, що використовуються для надсилання та приймання повідомлень; *децентралізована система оповіщення*, у якій функції оповіщення розподілені між різними підрозділами або відділами організації; *інтегрована система оповіщення*, яка поєднує як централізовані, так і децентралізовані методи.

Варто зауважити, що існують мобільні додатки та платформи для оповіщення, за допомогою яких можна створити зручний засіб для швидкого та ефективного сповіщення співробітників про події та інциденти. Так, IP-протокольна система оповіщення базується на використанні IP-мережі для передачі повідомлень. Вона використовує технології VoIP (Voice over Internet Protocol). Також дана система може бути побудована з використанням наявної (як правило, такі мережі давно побудовані) локальної комп'ютерної мережі, а саме з використанням технології WI-FI. Бездротові мережі оповіщення мають кілька переваг, що роблять їх привабливими для використання в організаціях та установах:

- гнучкість та мобільність: дозволяють розгорнути системи швидко та зручно без необхідності монтажу проводів чи кабелів.
- швидкість встановлення: можуть бути встановлені швидко, що дозволяє організаціям швидко реагувати на потреби безпеки та встановлювати системи оповіщення без значного затримання.
- легкість управління та розширення: дозволяють легко додавати нові пристрої та компоненти без необхідності прокладання додаткових проводів чи кабелів.

– ефективність в різних умовах: можуть бути корисними там, де провідне підключення може бути складним або неможливим, наприклад, в зоні катастрофи або там, де потрібно швидко встановити тимчасові системи.

Для одночасної трансляції повідомлення на кілька пристроїв пропонуємо скористатись відкритим проектом KaRadio на платформі Github [2]. Проект KaRadio спочатку був створений для побудови інтернет-радіоприймача на базі платформи ESP8266 або ESP32.

Пропонуємо використати платформу ESP32 – це потужний мікроконтролер, який може бути використаний для створення бездротових систем оповіщення з автономністю, простотою, надійністю та за помірну вартість. Враховуючи його можливості, він може бути ефективним рішенням для зазначених цілей.

Важливі переваги платформи ESP32 – 1. автономність; 2. надійність та 3. низька вартість. 1 - може працювати в автономному режимі завдяки можливості підключення до батарейного живлення, використанню сплячих режимів для збереження енергії та низької споживаної потужності, що дозволяє йому працювати безперервно протягом тривалого часу; 2 – ESP32 є надійною платформою з бездротовими можливостями Wi-Fi та Bluetooth. Він має вбудовану підтримку мережевих протоколів та може бути налаштований для стабільної роботи в різних умовах; 3 – ESP32 є відносно недорогим мікроконтролером порівняно з його можливостями.

Використання ESP32 як модуля оповіщення для бездротових мереж з урахуванням його можливостей, низької вартості та широкого спектру застосувань для інформаційного оповіщення в сфері безпеки та багатьох інших галузях може бути ефективним рішенням, вартим широкого впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану»
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-14#n51>
2. Проект Ka-Radio. URL: <https://github.com/karawin/Ka-Radio>

Віктор ЖУРБЕЙ,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету*

Науковий керівник – Руслан ПОВЕДА,
кандидат фізико-математичних наук, доцент

ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНОК ТА ПРОЄКТУВАННЯ АНТЕННИХ СИСТЕМ З ШИРОКОСМУГОВИМ СПЕКТРОМ

Сучасні тенденції щодо мінімізації телекомунікаційних засобів вимагають впровадження компактних комбінованих інтегральних антен, які мають відповідні рівні багатодіапазонності та широкосмуговості.

Систематизація існуючих джерел, що пов'язані з даною проблематикою дозволяє виділити кілька узагальнених напрямів досліджень. Але в цілому,

проведений аналіз існуючих антенних рішень свідчить, що у теоретичному плані поки що недостатньо опрацьовані антени на базі фрактальних структур на основі чисел Фібоначі, в тому числі, при одночасному застосуванні кількох видів фракталів. Все це свідчить про актуальність досліджень.

Фрактальні антени – це антени, які мають геометричну структуру, що повторюється на різних масштабах. Вони мають багато переваг, таких як компактність, більшу ефективність, широкосмуговість, більшу стійкість до шумів. Фрактальні антени, побудовані на числах Фібоначі, є одним з підходів до побудови фрактальних антен. Числа Фібоначі – це послідовність чисел, в якій кожне число є сумою двох попередніх чисел у послідовності. Наприклад, послідовність чисел Фібоначі може виглядати так: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 і т.д.

Фрактальна антена на основі чисел Фібоначі може бути побудована шляхом створення геометричної структури, в якій кожен рівень містить кількість резонаторів, що відповідає числам Фібоначі. Кожен резонатор може мати форму петлі або іншу геометричну форму, і вони повторюються на кожному рівні масштабування.

Фрактальні антени можуть використовувати різноманітні типи резонаторів для досягнення бажаних характеристик. Ось кілька типових резонаторів, які можуть бути використані в фрактальних антенах:

✓ *квадратні спіралі* використовуються для створення компактних та багатосмугових антен. Їх фрактальна структура дозволяє досягти збільшення ефективної площі та розширення частотного спектру.

✓ *многокутникові петлі* - використання фрактальних петель у формі многокутників може сприяти створенню антен зі збільшеним опромінювальними характеристиками та широкосмуговою функціональністю.

✓ *фрактальні апертурні антени* використовують фрактальні форми у вигляді апертур для поліпшення ефективності та розширення спектру робочих частот.

✓ *кола з діелектричним заповненням* служать як резонатори для покращення властивостей антени (спрощення розмірів, розширення смуги пропускання).

✓ *фрактальні диполі* можуть використовуватися для створення антен з високою багатосмуговою функціональністю та покращеними електричними характеристиками.

Ці типи резонаторів дозволяють досягти різноманітних характеристик у фрактальних антенах, враховуючи їхню геометричну складність та фрактальну природу для досягнення певних ефектів у бажаному діапазоні частот.

Один з прикладів фрактального трансформатора - це так званий «Koch Dipole» (рис.1) або «Koch Fractal Antenna», який має геометричну структуру, яка повторюється на різних масштабах. Ця антена складається з декількох частин, включаючи ділянку живлення, резонатор та трансформатор.

Трансформатор використовується для зміни імпедансу на вході антени, що дозволяє досягти кращої взаємодії між антеною та джерелом сигналу. Фрактальна геометрична структура трансформатора забезпечує його ефективність і

компактність, що робить його особливо корисним для застосування в малих розмірах антенах.

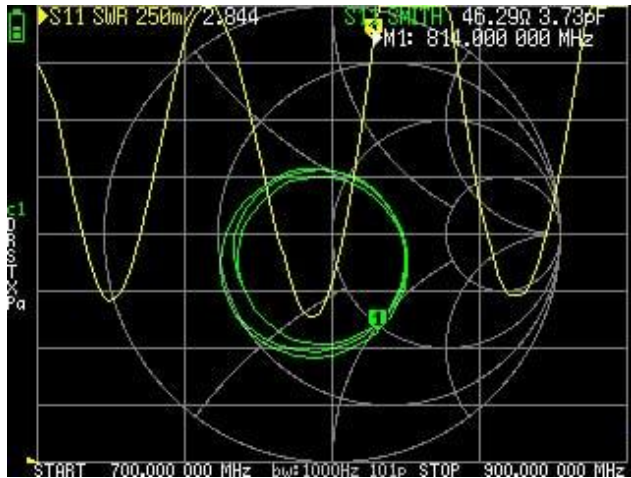


Рис. 1 Реалізації фрактального трансформатора на основі «Koch Dipole»

Даний фрактальний трансформатор складається з п'яти рівнів геометричних структур, які повторюються на різних масштабах. Кожен рівень має форму квадрата, що поділяється на 16 частин, кожна з яких може бути або відсутньою, або мати форму L-подібної структури. Ця геометрична структура забезпечує потрібний рівень імпедансу та дозволяє забезпечити оптимальну взаємодію між антеною та джерелом сигналу.

Такі антени можуть мати високу ефективність, більшу широкосмуговість і стійкість до шуму, що забезпечується за рахунок їх фрактальної геометрії. Однак, побудова таких антен є дещо складною і вимагає високої точності виробництва, що може вплинути на їх комерційну доступність.

Андрій МІНЕНКО,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету*

Науковий керівник – Руслан ПОВЕДА,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ ПРОБЛЕМНОГО МЕТОДУ НАВЧАННЯ З ФІЗИКИ

Застосування проблемного методу навчання у поєднанні з демонстраційним експериментом із фізики є актуальною темою у сучасній освіті. Проблемний

метод навчання (Problem-Based Learning, PBL) – це ефективна методологія навчання, яка сприяє розвитку критичного мислення, творчих та аналітичних навичок учнів.

Проблемний метод навчання у фізиці полягає в тому, щоб ставити перед учнями певні проблеми з фізики, які вони повинні розв'язати самостійно з використанням уже наявних знань та навичок. При цьому, вчитель не дає готових рішень, а допомагає учням розв'язувати ці завдання, спрямовуючи їх на правильний шлях та підкреслюючи важливі моменти.

Використання демонстраційних експериментів із фізики допомагає учням краще розуміти фізичні процеси, дозволяючи їм побачити принципи роботи у дії. Цей підхід до навчання допомагає зробити предмет зрозумілішим та цікавішим. Тема застосування проблемного методу навчання у поєднанні з демонстраційним експериментом з фізики є актуальною та є важливою для покращення якості сучасної освіти. Поєднання цих двох методів дає вагомий ефективним для навчання фізики. Учні можуть бачити демонстраційний експеримент та отримати загальне розуміння явища, а потім використовувати проблемний метод навчання, щоб глибше зрозуміти фізичні закономірності та вивчити більш складні проблеми. Таке поєднання методів може створити захоплюючий та пізнавальний процес навчання, допоможе учням краще зрозуміти складні фізичні явища та навчитися застосовувати фізичні закони у реальному світі.

Розглянемо для прикладу демонстраційний експеримент з фізики, який демонструє принцип магнітного поля та його вплив на магнітні матеріали. Цей експеримент дуже простий у проведенні та вимагає мінімум зусиль та матеріалів. Перед проведенням досліду ставимо перед учнями проблему: спрогнозуйте і поясніть, що будемо спостерігати у результаті проведення досліду, коли чисту воду замінимо на мильний розчин. Для проведення досліду ми використовуємо магніт та пластикову чашку з водою. Магніт потрібно покласти під дно чашки так, щоб його полярність була спрямована вгору. Після цього ми додаємо до води трохи мила, щоб утворити піну. Тепер ми беремо ще один магніт та приводимо його до верхньої частини чашки. Відразу можна побачити, як піна починає рухатися та обертатися. Цей ефект відбувається через магнітне поле, яке створює перший магніт. Під впливом цього поля вода та піна починають рухатися та обертатися, створюючи красиву та вражаючу картину.

Можна стверджувати, що застосування проблемного методу навчання у поєднанні з демонстраційним експериментом з фізики є дуже ефективним підходом до навчання. Цей метод сприяє більш глибокому розумінню учнями фізичних явищ, що дозволяє їм більш ефективно засвоювати матеріал та розвивати критичне мислення. Демонстраційні експерименти є важливою складовою проблемного методу навчання, оскільки вони дозволяють студентам бачити фізичні явища в дії і отримувати реальний досвід. Це сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу та розвитку розвитку критичного мислення учнів.

Назар СЛОБОДЯН,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Олег ПАНЧУК,**
кандидат педагогічних наук, доцент

РОЛЬ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ

В світлі вимог сучасної освіти підвищилось роль і значення міжпредметних зв'язків дисциплін природничо-математичного циклу. Особливо це стосується шкільного курсу фізики, яка має досить тісні зв'язки з іншими предметами. Ці взаємозв'язки при вмілому використанні у навчальному процесі збагачують і поглиблюють знання і сприяють формуванню вмінь та навичок. Впровадження програм сучасної освіти зобов'язує вчителя використовувати міжпредметні зв'язки з метою формування в учнів цілісної та об'єктивної картини світу.

Здійснення міжпредметних зв'язків під час вивчення фізики помітно впливає на розвиток просторово-часових уявлень учнів. Використання фактичного матеріалу з інших предметів не тільки сприяє пізнанню об'єктивних закономірностей розвитку матерії у просторі і часі, а й створює необхідні передумови для ефективного засвоєння курсу, матеріал якого використовується.

Для успішного вивчення фізики важливе значення має вміння учнів швидко виконувати обчислення, зокрема наближені. Навички таких обчислень, набуті на уроках математики, учні ефективно використовують на уроках фізики та трудового навчання [1].

Особливо важливо здійснювати міжпредметні зв'язки при розв'язуванні якісних задач на уроках фізики. Учні повинні усвідомити, що пояснити з достатньою глибиною певне фізичне явище можна лише за умови, коли основна закономірність, риса його розвитку розглядається через сукупність прояву його взаємодій з явищами природи, які є предметом вивчення інших навчальних дисциплін.

Так, наприклад, розв'язуючи якісні задачі на використання явищ змочування, капілярності, учні наводять відомі їм з біології приклади руху рідин по вузьких трубках, що є однією з умов, які забезпечують живлення рослин. Водночас постають запитання, пов'язані з тими явищами, які не були з'ясовані на уроках біології, наприклад, такі: як ніжні рослини пробивають товсті шари ґрунту, асфальту? Вчитель звертає увагу учнів на те, що інтенсивні потоки живильної рідини в надзвичайно тонких капілярних трубках рослин створюють тиск, який можна порівняти з тиском пари в парових котлах електростанцій. Цим пояснюється пробивна здатність рослин [3].

Отже, аналізуючи досвід науковців з зазначеної проблеми, можемо зробити висновок, що досягти глибоких і міцних знань, стійких умінь і навичок учнів допомагають міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики, а також узагальнення та систематизація знань після вивчення кожної з основних тем курсу фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Атаманчук П.С., Панчук О.П. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів : монографія. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ, 2011. 252 с.
2. Войтович О.П., Галатюк Ю.М. Міжпредметні зв'язки у навчанні фізики в основній школі : навчально-методичний посібник. Рівне : РВВ РДГУ, 2010. 105 с.
3. Федорчук О. М. Методи активізації пізнавальної діяльності учнів під час вивчення фізики. *Фізика в школах України*. 2009. № 22. С. 2.

Віталій СМІРНОВ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Тетяна ПОВЕДА,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Метою нашого дослідження є аналіз проблеми використання сучасних програмних засобів на уроках фізики та їх вплив на якість навчання і розуміння учнями матеріалу; зокрема аналіз програмних засоби, які можуть бути використані для підвищення якості навчання фізики, включаючи комп'ютерні симуляції, віртуальні лабораторії, анімації та інтерактивні додатки. Дослідження має на меті відобразити переваги використання цих інструментів для підвищення результативності навчання з фізики, а також проаналізувати можливі недоліки та виклики, що можуть виникнути під час їх використання.

Використання сучасних програмних засобів на уроках фізики дозволяє зробити навчання цікавішим і ефективнішим. Одним з найбільш популярних програмних засобів для вивчення фізики є віртуальні лабораторії. Ці програмні засоби дозволяють учням експериментувати з різними фізичними явищами в віртуальному середовищі.

Використання *комп'ютерних симуляцій* дозволяє учням безпечно експериментувати з різними фізичними явищами, які можуть бути складними або небезпечними для проведення в реальному житті. Наприклад, використання *інтерактивних симуляцій з фізики* може допомогти учням розуміти, як працюють фізичні процеси та вивчати їх в інтерактивному режимі.

Використання *відеоуроків* дозволяє учням вивчати матеріал в своєму власному темпі та повторювати складний матеріал стільки разів, скільки потрібно. Крім того, використання *інтерактивних дошок* дозволяє вчителям демонструвати різні фізичні явища та обговорювати їх з учнями в режимі реального часу.

Засоби віртуальної реальності, такі як Oculus Rift або HTC Vive, можуть допомогти створити імерсивне середовище для дослідження фізичних явищ, де учні можуть досліджувати та взаємодіяти з різними об'єктами та явищами.

На сьогоднішньому етапі розвитку освіти сучасні програмні засоби стають невід'ємною складовою процесу навчання. В сучасних умовах, коли технології постійно розвиваються, використання комп'ютерних програм, симуляцій та віртуальних лабораторій стає все більш актуальним у навчанні фізики. Проте, важливо зазначити, що програмні засоби не можуть повністю замінити традиційні методи навчання фізики, такі як досліди в лабораторії або розв'язування задач на уроці. Вони повинні використовуватися як допоміжний інструмент для навчання та розширення можливостей учнів.

Використання сучасних програмних засобів на уроках фізики сприяє підвищенню якості навчання та розвитку учнів, проте воно повинно бути збалансоване з традиційними методами навчання та добре продумуватись вчителем. Використання програмних засобів може сприяє підвищенню рівня зацікавленості учнів до науки та забезпечує розвиток важливих навичок для їх пізнавальної самостійності.

Руслан ШИНКАРУК,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Олег ПАНЧУК,**
кандидат педагогічних наук, доцент

КОНТРОЛЬ ЗА ВИКОНАННЯМ ДОМАШНІХ ЗАВДАНЬ ЯК ДІЄВА ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ

В умовах перенесення акцентів на самостійне оволодіння знаннями великого значення набуває контроль за виконанням домашніх завдань як дієвої форми організації навчальної діяльності учнів. Адже, саме домашні завдання створюють умови для ліквідації фрагментарності в оволодінні знаннями і вміннями, сприяють здійсненню зв'язку навчання з життям. Домашня робота розвиває ініціативу й самостійність учнів, створює широкі можливості для прояву особистих здібностей, нахилів, пізнавального новаторства учнів. У зв'язку з цим, у процесі дослідження значна увага приділяється вивченню питань, присвячених проблемам організації домашньої роботи учнів. Проблема контролю за виконанням домашніх завдань з фізики присвячені праці І. Волощука, С. Гончаренка, М. Євтуха, І. Зязюна, О. Киричука, В. Корнеєва, Е. Лузік, В. Маслова, Н. Ничкало, О. Савченко, В. Сидоренка, А. Степанюк та ін.

Контроль є важливим чинником керування освітнім процесом, одним з дієвих засобів підвищення ефективності навчальної діяльності [1].

Якщо контроль і перевірка виконання домашніх завдань побудовані правильно, вони сприяють своєчасному виявленню прогалин у знаннях і вміннях учнів; повторенню і систематизації матеріалу; встановленню рівня готовності до засвоєння нового матеріалу; формуванню вміння відповідально й зосереджено працювати, користуватися прийомами самоперевірки і самоконтролю; стимулюванню відповідальності й змагальності учнів [2].

Основні завдання контролю за виконанням домашніх завдань:

✓ виявлення обсягу, рівня, глибини та якості засвоєння навчального матеріалу;

✓ отримання інформації про самостійну роботу учнів;

✓ виявлення труднощів і помилок у виконанні певного типу завдань;

✓ визначення недоліків та намітити шляхи їх усунення;

✓ встановлення готовності учнів до вивчення нового матеріалу;

✓ перевірка ефективності обраних вчителем методів, форм організації та засобів навчання [2].

У педагогічній літературі виділяють різні функції контролю за виконанням домашніх завдань у процесі навчання. Так, на думку О.Степанова та М.Фіцули, до найголовніших з них належать: освітня; діагностична; стимулююча; оцінювальна; розвивальна; управлінська; виховна [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Атаманчук П.С., Панчук О.П. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів : монографія. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ, 2011. 252 с.

2. Панасенко В.В. Перевірка домашнього завдання з використанням елементів інтерактивного навчання. *Фізика в школах України*. 2013-№3(223) С. 9-10.

3. Рябуха А.П. Домашнє завдання. Яким воно повинно бути. *Класному керівнику. Усе для роботи*. 2013, № 2(50). С.37-45.

Секція КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

Олександра ВОЙЦЕХІВСЬКА,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Ростислав МОЦИК,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ВИЯВЛЕННЯ ДЕСТРУКТИВНОГО ІНФОРМАЦІЙНО- ПСИХОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ В СОЦІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Деструктивний інформаційно-психологічний вплив може виявлятися в соціотехнічних системах в різних формах, таких як маніпулювання, дезінформація, підрив довіри.

Виявлення деструктивного інформаційно-психологічного впливу в соціотехнічних системах може бути складним завданням, оскільки воно вимагає поєднання знань з інформаційної безпеки, психології та соціальних наук.

Одним зі способів виявлення деструктивного впливу в соціотехнічних системах є аналіз поведінки користувачів. Наприклад, якщо виявити певні стереотипи поведінки у групі користувачів, можна вважати, що на них здійснюється деструктивний вплив.

Існують деякі загальні підходи, які можна застосувати для виявлення такого впливу.

Моніторинг інформаційного простору: Систематичний моніторинг інформаційного простору дозволить виявляти поширення деструктивних повідомлень або кампаній, спрямованих на маніпулювання психологічним станом користувачів. Для цього можна використовувати інструменти аналізу електронних текстових та відеоресурсів, аудіоданих, алгоритми машинного навчання та штучний інтелект.

Моніторинг соціальних мереж є важливим інструментом для виявлення деструктивного інформаційно-психологічного впливу. Ось кілька кроків, які можуть бути корисними при здійсненні моніторингу:

Перед початком моніторингу важливо визначити, що саме ви хочете виявити. Чи шукаєте ви конкретний тип негативного впливу, наприклад, дезінформацію, ксенофобію або шкідливі ідеології? Чи маєте ви конкретний контекст або тему, яку хочете дослідити? Цілі допоможуть вам сконцентруватися і зрозуміти, що саме шукати.

Вибір соціальних мереж, на яких проводиться моніторинг. Залежно від цілі і контексту, це можуть бути популярні соціальні мережі, форуми, блоги або інші платформи, де люди обговорюють питання, які вас цікавлять.

Існує багато інструментів та програмних засобів, які можуть допомогти вам виявити негативний вплив у соціальних мережах. Деякі з них надають можливість

аналізувати текстовий контент, виявляти ключові слова або фрази, визначати емоційну тональність повідомлень тощо. Деякі платформи соціальних мереж надають власні інструменти для аналізу контенту, деякі форми деструктивного впливу поширюються через вірусні повідомлення або стають трендами в соціальних мережах.

Виявлення фейкових акаунтів: Фейкові акаунти часто використовуються для поширення дезінформації та проведення психологічних впливів. Існують алгоритми, які можуть допомогти виявити такі акаунти на основі аналізу їх активності, стилістики текстів та зв'язків з іншими користувачами.

Виявлення фейкових акаунтів на соціальних мережах може бути складним, оскільки такі акаунти можуть створюватися з різних метою, а їхні власники можуть приховувати свою справжню ідентичність. Однак, існують деякі ознаки та методи, які можуть допомогти виявити фейкові акаунти.

Використання автоматизованих інструментів: Існують автоматизовані інструменти, які допомагають виявити фейкові акаунти, використовуючи аналіз шаблонів та ознак. Деякі з таких інструментів використовують штучний інтелект і машинне навчання для виявлення небажаних акаунтів.

Важливо пам'ятати, що жоден метод не є абсолютно надійним, і деякі фейкові акаунти можуть бути досить витонченими у своєму вигляді. Краще використовувати комбінацію різних підходів і враховувати загальний контекст для прийняття остаточних висновків.

Виявлення деструктивного впливу може включати аналіз трендів у соціальних медіа та ідентифікацію впливових осіб, які сприяють поширенню негативних інформаційних впливів. Це може виконуватися шляхом аналізу популярних хештегів, відстеження поширення вірусних повідомлень та виявлення осіб з великою кількістю підписників або репостів.

Аналіз трендів і впливових осіб є важливим завданням для розуміння актуальних суспільних процесів і виявлення осіб, які мають значний вплив на громадську думку. Експертні думки грають важливу роль у виявленні трендів і впливових осіб, оскільки вони базуються на глибокому знанні і досвіді у відповідних галузях. Консультування експертів може допомогти отримати об'єктивну оцінку та інсайти з питань, які вивчаються.

Виявлення деструктивного впливу вимагає постійного вдосконалення і адаптації, оскільки методи та технології змінюються з часом. Окрім того, важливо забезпечити освіту користувачів щодо критичного мислення та навчити їх розрізняти достовірну інформацію від дезінформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бондар І.Р. Інформаційна безпека як основа національної безпеки. *Mechanism of Economic Regulation*. 2014. № 1. С. 68-75.
2. Ліпкан В.А. Сутність гібридної війни проти України. *Імперативи розвитку цивілізації*. 2015. № 2. С. 13-16.
3. Панченко В.М. Інформаційні операції в системі стратегічних комунікацій. *Стратегічні пріоритети*. № 4 (41), 2016. С.72-79.

Фаррух ГОНЧАР,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Ростислав МОЦИК,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СЛАР У ВИПАДКАХ РОЗРІДЖЕНИХ ДАНИХ

В математичній фізиці багато моделей описуються системою диференціальних рівнянь. Серед наближених методів їх розв'язування особлива увага звертається на метод сіток, що призводить до дискретизації задачі. Дослідження чисельних методів дискретизації диференційних рівнянь в часткових похідних, зокрема, методу скінчених різниць та скінчених елементів, показує, що вони врешті решт зводяться до розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь із розрідженими матрицями (наприклад, тридіагональними, п'ятидіагональними тощо).

Навіть у простих моделях такі системи мають десятки тисяч рівнянь і невідомих. У тридіагональних та п'ятидіагональних матрицях нулі структуровані (розташовані строго по діагоналях), а у розріджених матрицях вони розкидані хаотично. Постає питання як такі системи швидко розв'язувати за допомогою комп'ютера.

Важливе практичне значення таких систем зумовило розробку чималого арсеналу різних чисельних методів розв'язування систем лінійних рівнянь. Практична цінність чисельних методів для таких задач в значній мірі визначається швидкістю та ефективністю отримання розв'язку системи.

На практиці майже завжди користуються методом Гауса (з різними його модифікаціями). Таку популярність можна пояснити, зокрема, його універсальністю: не потрібно перевіряти чи система має розв'язки; алгоритм сам визначає чи він існує чи ні; знаходить його, якщо розв'язок єдиний і буде множини розв'язків (фундаментальну систему розв'язків), якщо їх безліч.

Разом з тим, при великому числі невідомих у системі лінійних рівнянь, схема методу Гауса стає досить складною в плані швидкодії. При розв'язуванні системи рівнянь з декількома тисячами невідомих за допомогою комп'ютера на цю операцію може піти декілька годин. У цих умовах, для розв'язку системи рівнянь, доцільніше використовувати наближені чисельні методи.

Було проведено ряд чисельних експериментів з порівняльним аналізом ітераційних методів для такого класу задач, коли головна матриця має розріджений характер, причому розміщення нулів носить хаотичний характер. Звичайно, початкові дані для системи в десятки тисяч невідомих задавалися генератором випадкових чисел.

Додатково накладалася умова сумісності системи рівнянь, а також виконання хоча б однієї з умов збіжності ітераційного процесу. Швидкість збіжності в значній мірі залежала від ступеня розрідженості матриці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Стіренко С.Г., Зіненко О.І. Зберігання розріджених матриць великих розмірностей в системі з локальною пам'яттю. *Вісник НТУУ «КПІ» Інформатика, управління та обчислювальна техніка. Зб. наук. праць.* К. : «Век+», 2010. №52. С. 111–117.
2. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 245 с.

Олексій ЖОЛТОВСЬКИЙ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
1 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Володимир ФЕДОРЧУК,**
доктор технічних наук, професор

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

Володіння багатьма іноземними мовами завжди було і є вимогою для багатьох людей, які при здобуванні знань користуються іншомовними джерелами або співпрацюють з колегами іноземних фірм. До того ж необхідність вивчення іноземних мов, особливо англійської, все більше стає актуальним в умовах теперішньої глобалізації світу.

На ринку мобільних додатків існує велике розмаїття програмних засобів, спрямованих на полегшення процесу вивчення мови за допомогою різних методів, які орієнтовані на певний рівень володіння іноземною мовою [2, с. 21]. Одним з найбільш розповсюджених підходів є організація слів у вигляді карток, де певне слово безпосередньо зв'язується з відповідним зображенням, що змушує асоціювати іноземне слово напряму із зображенням [4].

Однією з таких програм є Quizlet, яка дозволяє не лише прив'язати слово до зображення, але й до фрази, в якій це слово вживається, а також організувати ці дані в своєрідні модулі [5]. Однак Quizlet не надає жодних функціональних можливостей щодо підрахунку частоти вживання слів, які зустрічаються, через що користувачу складно визначити, який набір слів є пріоритетним для вивчення, а також не має зручного механізму додавання слів чи словосполучень до бази даних. У мобільній версії Quizlet додавання будь-якого слова або фрази вимагає перемикання екрану, що може відволікати користувача від його основної діяльності, наприклад, від читання тексту.

Посилаючись на досвід багатьох людей, що вивчали іноземну мову, слова або фрази краще запам'ятовуються, коли вони часто зустрічаються [1, 34 с.]. Тому пропонується розробити додаток, який дозволить збирати слова, зображення, аудіо та фрази, і виділяти найбільш часто вживані. Це забезпечить плавний перехід від загальної до спеціалізованої лексики. Такий підхід підійде як для людей, що постійно контактують на іноземній мові, так і для початківців.

Метою дослідження є пошук методів і засобів підвищення ефективності процесу запам'ятовування іноземних слів та фраз на основі створення і використання спеціалізованого програмного засобу, який дає змогу користувачу формувати асоціативні зв'язки між словами, фразами, зображеннями та аудіо фрагментами, а також здійснювати збір, аналіз і структурування навчального матеріалу.

Оскільки джерелом навчального матеріалу з іноземної мови є здебільшого Інтернет [1, с. 42], планується створення інтерфейсу, який дасть змогу користувачеві вносити невідомі слова прямо з тексту, не перемикаючись на додаток. Цей процес також можна автоматизувати за допомогою алгоритму, який аналізує виділений текст і додає ті слова, які відсутні у базі даних, однак при такому підході класифікація слів (задання категорії) залишається за користувачем.

Кожне слово або словосполучення, що заноситься до бази даних пов'язується із спеціальним лічильником слів, який визначає пріоритет для вивчення або повторення. На цей лічильник впливають такі фактори, як час з моменту останньої зустрічі зі словом, загальна кількість зустрічей цього слова, кількість фраз, що містять це слово. Лічильник фраз має дещо іншу поведінку, оскільки він розраховується як середнє арифметичне від усіх лічильників слів у фразі. Але іноді фразу можна розглядати як самостійну лексичну одиницю, наприклад, фразеологізм. У цих випадках фразу можна визначити як слово.

Будь-яке слово або словосполучення може бути пов'язане із зображенням або аудіо. Зображення можна генерувати за допомогою штучного інтелекту на основі слова, знаходити засобами Google або завантажувати зі сховища. Аудіо, в свою чергу, можна записувати та прикріплювати. У випадку, якщо слово або фраза відсутні, аудіо можна конвертувати в набір слів за допомогою сервісу розпізнавання, хоча не для всіх мов він підтримується [3].

Словам або фразам можуть бути присвоєні категорії, що дасть змогу користувачеві простіше орієнтуватися у лексичі певної області. Категорії пов'язуються з лічильником, подібним до того, що мають фрази. Але його значення вираховується як середнє з усіх елементів, що занесені до цієї категорії, що дозволяє визначити її пріоритетність для вивчення або повторення.

Після того, як користувач завершив збирати матеріал та прикріплювати зображення й аудіо, додаток надає можливість провести тест, орієнтований на запам'ятовування. Питання включають в себе визначення об'єкту на фото, слів, які присутні в аудіо, питання на знання слова типу «так, ні» й питання на знання контексту, що визначається на основі фраз. Відповіді впливають на лічильники, дозволяючи перевизначити пріоритетність матеріалу. Тест також може бути налаштований відповідно до критеріїв, яким користувач надає перевагу, наприклад категорії слів або фраз, стану лічильника або іншим критеріям.

Отже, запропонований додаток забезпечить кращий досвід в організації слів і фраз на іноземній мові, дозволяючи збирати, практикувати і запам'ятовувати слова й контекст, в якому вони вживаються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Іванців Ю. Замітки Поліглота. Практичні поради з вивчення іноземної мови. Lulu Press, Incorporated, 2021. 312 с. URL: https://www.google.com.ua/books/edition/Замітки_Поліглота/gJPXzwEACAAJ?hl=uk (дата звернення: 24.10.2023).
2. Contextual Language Learning / ред.: Y.-J. Lan, S. Grant. Singapore. Springer Singapore, 2021. 202 с. URL: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-3416-1> (дата звернення: 23.10.2023).
3. Speech-to-Text supported languages. Google Cloud, 2023. URL: <https://cloud.google.com/speech-to-text/docs/speech-to-text-supported-languages> (дата останнього звернення 23.10.2023 р.)
4. Sushmita Roy. This Is How You Learn a New Language and Never Forget It. The science of language learning, 2022. URL: <https://blog.fluent-forever.com/this-is-how-you-learn-a-new-language-and-never-forget-it> (дата останнього звернення 23.10.2023 р.)
5. About Quizlet. Quizlet, 2023. URL: <https://quizlet.com/> (дата останнього звернення 23.10.2023 р.)

Антон ЗАДВОРНИЙ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Володимир ФЕДОРЧУК,**
доктор технічних наук, професор

МЕТОДИ І ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯТОРІВ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ПРИКЛАДІ ПОВЕДІНКИ КВАДРОКОПТЕРА В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

За минулі 15 років безпілотні літальні апарати (БПЛА) вертолітного типу з парною кількістю роторів – квадро-, гекса- та октокоптери набули широкого поширення в різних сферах діяльності. Простота виготовлення, а також відносно невисока вартість виробництва несучої платформи за наявності високих літальних характеристик стали ключовими факторами зростання виробництва таких БПЛА. Особливості конструювання апаратів, а саме: наявність кількох тягових двигунів та необхідність постійної стабілізації апарату в просторі, висувають суттєві вимоги до роботи системи керування. За останніми даними [1] аварії безпілотних апаратів трапляються у 100 разів частіше, ніж аварії пілотованих. Основна причина аварій – відмова у роботі внутрішніх систем. Ця обставина підтверджує важливість та значущість робіт з моделювання аварійних ситуацій та розробки методів боротьби за виживання.

Саме галузь управління коптером у позаштатних ситуаціях розроблена найгірше. Наприклад, однією з перших робіт на цю тему є робота [1]. Заслуга автора полягає в тому, що він класифікував позаштатні ситуації та запропонував

методи розв'язання, проте повна відмова двигуна як позаштатна ситуація не розглядалася. За результатами цієї роботи можна запровадити нову розширену класифікацію несправностей:

1. Падіння тяги гвинта не нижче критичного значення. З практичних міркувань критичне значення вибирається рівним 30% максимальної тяги. Відбувається зазвичай за нерівномірного розряду батареї.

2. Тимчасова відмова гвинта або тимчасове падіння тяги нижче 30% від максимальної тяги. Інтервал часу, у якому відбуваються дані події досить короткий, тобто час, протягом якого проявляється несправність, менший за час, який потрібен для обчислення управління.

3. Повна відмова гвинта або падіння тяги нижче 30% від максимальної тяги.

4. Повна відмова двох симетричних гвинтів.

5. Повна відмова двох суміжних гвинтів.

6. Повна відмова трьох гвинтів.

Для моделювання позаштатних ситуацій та корегування управління БПЛА у нештатній ситуації необхідно провести аналіз алгоритмів управління БПЛА, про що висвітлено, наприклад, у роботі [2].

Для моделювання було обрано Simulink – пакет розширення MATLAB. Середовище Simulink призначене для побудови моделі у графічному вигляді (візуальному, або блочному), для моделювання та аналізу динамічних систем.

Simulink має такі переваги:

- широка бібліотека стандартних елементів (блоків) для збирання моделей;
- можливість створення власних стандартних елементів із діалогами налаштування;
- можливість використання блоків, написаних мовами MATLAB, C++, Fortran, ADA (S-функції для Simulink);
- легкість обміну блоками та моделями між користувачами.

Крім цього до складу MATLAB входять пакети для моделювання літальних апаратів:

• Спеціальні пакети розширення для створення моделей літальних апаратів Aerospace Toolbox, Aerospace Blockset [3].

• Пакет для розробки систем керування Control System Toolbox: дослідження, налаштування динамічних систем: стійкість, динамічні та частотні характеристики (годографи, запаси стійкості, перехідні процеси тощо).

• Пакет тривимірної візуалізації руху (для ПК): Simulink 3D Animation.

В доповіді розглядаються результати моделювання засобами MATLAB/Simulink позаштатних ситуацій управління коптером за класифікацією несправностей, які приведені вище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ranjbaran M., Khorasani K. Fault recovery of an underactuated quadrotor aerial vehicle // 49th IEEE Conf. Decision Control (CDC-2010). Atlanta, 2010. P. 4385–4392.

2. Zulu A., John S. A Review of Control Algorithms for Autonomous Quadrotors //Syst. Control. [online] <http://arxiv.org/abs/1602.02622v1>

3. Лазарев Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. Київ : НТУУ "КПІ", 2011. 421 с.

Олексій КОВАЛЬ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Олена СМАЛЬКО,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ПІДХОДІВ ДО КОДУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДАНИХ

Експоненціальне зростання мультимедійних даних за останні роки породило потребу в більш ефективних і безпечних способах кодування та обробки цих даних. Обсяг мультимедійних даних станом на тепер продовжує зростати, більшає також проблем ефективного зберігання, передавання та опрацювання цих даних.

Задля вирішення цих проблем розробляються нові підходи до кодування мультимедійних даних з метою підвищення ефективності стиснення, зменшення вимог до пропускнуої здатності та покращення інформаційної безпеки.

Хоча кодування — це широке поняття, яке включає в себе низку різних процесів, у даній роботі акцент робиться саме на підвищенні безпеки мультимедійних даних шляхом їх шифрування. Різні методики шифрування мультимедіа є необхідним компонентом процесу підтримки стану безпеки цифрового контенту, що передбачає забезпечення конфіденційності, цілісності, автентичності усіх його складових.

У дипломній роботі досліджено широкий спектр підходів і методів кодування та шифрування мультимедіа, включаючи класичні, сучасні та перспективні методи. Серед різноманіття існуючих криптосистем, до опису яких довелося дістати доступ, було проаналізовано найбільш гнучкі (які можна налаштовувати, за потреби змінюючи окремі компоненти), модульні (які забезпечують поетапний криптозахист) та більш-менш прості в реалізації (що робить їх придатними для шифрування об'ємних даних, таких, як цифрові зображення та відео).

Найбільш перспективними напрямками досліджень у цій галузі є використання клітинних автоматів [2] і теорії хаосу [1] для шифрування та обробки мультимедійних даних, що детально розглядаються у дипломній роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Farajallah M. Chaos-based crypto and joint crypto-compression systems for images and videos. Engineering Sciences [physics]. Nantes : Nantes University, 2015. 211 p.

2. Lafe O. Cellular automata transforms. Theory and applications in multimedia compression, encryption, and modeling. Springer, 2012. 177 p.

Віталій КОЗАКОВ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Тетяна ПИЛИШОК,**
кандидат фізико-математичних наук, доцент

ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ

На сьогоднішній день великої популярності в світі набула така галузь штучного інтелекту як нейронні мережі. Актуальність розробок в галузі нейронних мереж обумовлена перш за все тим, що застосування даної моделі широко використовуються в найрізноманітніших областях. За допомогою вирішення задач на основі нейронних мереж функціонування будь-якої системи стає ефективнішим. Сьогодні відома велика кількість галузей застосування штучних нейронних мереж. Найбільш розповсюдженими серед них є: фінанси, економіка, медицина, наукові дослідження, інформаційні технології, штучний інтелект та ін. Необхідно зазначити, що існує велика кількість програмного забезпечення, що використовує можливості технологій штучних нейронних мереж [1].

Нейронні мережі увійшли в практику всюди, де потрібно вирішувати завдання прогнозування, класифікації або управління. Класичні криптографічні алгоритми засновані на складності математичних проблем обчислювальної алгебри, теорії ймовірності, теорії чисел і т.д. Їх основна мета – забезпечення можливості взаємодії через захищений канал зв'язку. Альтернативним варіантом може стати застосування штучних нейронних мереж, які завдяки своїй гнучкості і можливостям апроксимації здатні вирішувати найрізноманітніші завдання.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) – математичні моделі, а також їх програмні або апаратні реалізації, побудовані за принципом організації й функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових кліток живого організму. Це поняття виникло при вивченні процесів, що протікають у мозку людини, і при спробі змодельовати ці процеси. Першою такою спробою були нейронні мережі Маккалока й Піттса. Згодом, після розробки алгоритмів навчання, одержувані моделі стали використовувати в практичних цілях: у завданнях прогнозування, для розпізнавання образів, у завданнях керування й ін. [2]

ШНМ являють собою систему з'єднаних і взаємодіючих між собою простих процесорів (штучних нейронів). Такі процесори звичайно досить прості, особливо

в порівнянні із процесорами, що використовуються в персональних комп'ютерах. Кожний процесор подібної мережі має справу тільки із сигналами, які він періодично одержує, і сигналами, які він періодично посилає іншим процесорам. Проте, з'єднавши їх в досить велику мережу з керованою взаємодією, такі локально прості процесори разом здатні виконувати досить складні завдання. З погляду машинного навчання, нейронна мережа являє собою окремий випадок методів розпізнавання образів, методів кластеризації й т.ін. З математичної точки зору, навчання нейронних мереж – це багатопараметричне завдання нелінійної оптимізації. З погляду кібернетики, нейронна мережа використовується в завданнях адаптивного керування і як алгоритми для робототехніки. З погляду розвитку обчислювальної техніки й програмування, нейронна мережа – спосіб розв'язку проблеми ефективного паралелізму. А з погляду штучного інтелекту, ШНМ є основним напрямком у структурному підході по вивченню можливості побудови (моделювання) природнього інтелекту за допомогою комп'ютерних алгоритмів.

ШНМ в задачах прогнозування поділяються за такими ознаками [2]:

За характером основних ознак об'єкту:

- прогнозування явищ, реалізації яких представлені у вигляді детермінованих часових послідовностей.

- прогнозування явищ, реалізації яких представлені у вигляді ймовірнісних (індетермінованих) часових послідовностей:

- а) стаціонарної випадкової послідовності, яка характеризується однорідністю в часі, без суттєвих змін характеру коливань та їх середньої амплітуди;

- б) нестационарної випадкової послідовності, яка характеризується певною тенденцією розвитку в часі.

За числом ознак об'єкту досліджень:

- одновимірна задача – явище представлене лише однією ознакою, зміни якої відбуваються в часі;

- багатовимірна задача – об'єкт або явище представлені кількома ознаками.

За часом випередження розрізняють види прогнозів:

- згладжування, $R = 0$;

- короткотерміновий прогноз, $R = 1 \dots 2$;

- середньотерміновий прогноз, $R = 3 \dots 7$;

- довготерміновий прогноз, $R = 10 \dots 15$.

R – кількість кроків обчислення прогнозування.

Існує безліч задач для прогнозування. Серед них: прогнозування валютного ринку, прогнозування цін на ринку нерухомості, прогнозування піків/спадів пандемій, прогнозування завантаженості залізничного транспорту тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/05/37.pdf>
2. <https://wiki.tntu.edu.ua/> Прогнозування_за_допомогою_нейронних_мереж

Роман ЛІТВІН,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Олена СМАЛЬКО,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ІНТЕРНЕТ-СЛУЖБ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

У наш час досить актуальною серед великої кількості людей планети стає потреба у віртуальній соціалізації. Традиційними платформами для Інтернет-комунікації, для обміну інформацією між користувачами та підтримки соціальних стосунків з іншими людьми стали служби соціальних мереж.

Перша достеменно відома спроба створення онлайн-спільноти, яка складалася з друзів і колег користувачів, що ностальгували за своїм минулим, була зроблена у 1995 році американцем Ренді Конрадсом. Його вебсайт classmates.com допомагав усім бажаючим шукати друзів з дитячого садка, однокласників, колег по роботі, товаришів по службі тощо.

Першим прототипом онлайн-соціальної мережі був вебсайт SixDegrees.com, придуманий у 1997 році американським юристом і креатором Ендрю Вайнрайхом, що захоплювався відомою соціологічною теорією Стенлі Мілгрема «шести рукостикань», згідно з якою будь-яких двох людей на Землі розділяє не більше п'яти спільних знайомих (і, відповідно, існує шість рівнів зв'язків; це означає, що всі люди та речі з'єднані в межах шести кроків і що люди в усьому світі мають опосередковані знайомства через друзів друзів [англ. friend of a friend]).

Перша соціальна онлайн-мережа дозволяла користувачам створювати особисті профілі, запрошувати друзів та відвідувати профілі інших користувачів через встановлені зв'язки. З часу створення першої соцмережі пройшло понад 25 років, збагатилися способи онлайн-взаємодії між людьми, значно розширився масштаб стосунків, а також з'явилося багато проблем, пов'язаних з витоком даних, збоями у функціонуванні, цензурою, порушенням конфіденційності тощо. Причиною цього здебільшого є централізований контроль над платформами, на яких організуються .

Ідея створення децентралізованих соціальних мереж зародилася в головах людей, котрі не сприймають теорію соціальних медіа як публічних служб, за якою стверджується, що всі вебсайти соціальних мереж є важливими державними службами та повинні регулюватися урядом у спосіб, подібний до того, як електричні та телефонні комунальні послуги зазвичай регулюються державою.

Міжнародна некомерційна юридична організація захисту громадянських свобод в Інтернеті — EFF (Electronic Frontier Foundation) – підтримує моделі децентралізованих (або розподілених) соціальних мереж, як варіант повернення контролю та прийняття рішень в руки користувачів Інтернету.

Також мають право на існування та реалізацію моделі напівдецентралізованих цифрових платформ [1].

З 2014 року активно розробляється нова ітерація розвитку Всесвітньої павутини «Web 3», яка включає такі концепції, як децентралізація, технології блокчейну та економіка на основі токенів. Для забезпечення свобод користувачів в онлайн-соціальних мережах розробляються децентралізовані протоколи та спеціальні застосунки, які допомагають формувати стійкі до цензури повідомлення та підтримують їхню криптографічну перевірку.

Варто зазначити, що прогрес у розвитку нових підходів до розробки Інтернет-служб соцмереж має певні негативні аспекти. Зокрема, відсутність цензури почасти притягує в окремі соцмережі рідного роду радикалів, і з часом такий вебсайт стає осередком осіб, наприклад, з ультраправими чи релігійно-фундаменталістськими поглядами. Також деякі фахівці, наприклад, колишній генеральний директор мережі мікроблогів Twitter, висловив побоювання, що «Web3», прагнучи децентралізації, фактично стане тією ж централізованою сутністю лише з іншим ярликом. Фактично люди в Інтернеті стануть менше залежати від провайдерів або власників популярних сервісів, але попадуть "на гачок" венчурних капіталістів, а точніше їхніх інвесторів. Тому соціальні мережі повинні триматися подалі від інвесторів венчурного капіталу.

Досконаліший підхід до децентралізації наразі може забезпечити біткойн — протокол криптовалюти, розроблений Сатоші Накамото. Вдосконалений рівень Інтернету (за проектом «Web 5.0»), що передбачає побудову цифрової платформи на блокчейні біткойн, повинен підкреслювати важливість конфіденційності користувачів і надавати їм повну автономію щодо власних даних [2]. Біткойн не має централізованого управління та емітентів. Тому користувач, що володіє таким цифровим гаманцем, контролює все, пов'язане з цією криптовалютою, сам. Він має децентралізовану цифрову ідентичність на різних платформах і може переносити персоналізований досвід з однієї програми в іншу.

Розробка децентралізованих моделей, технологій і вебслужб соціальних мереж [3] прокладає шлях до більш справедливого та орієнтованого на користувача Інтернету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Chen Y., Richter J. I., Patel P. C. Decentralized governance of digital platforms. *Journal of Management*. 2021. Vol. 47, No. 5. P. 1305–1337. DOI :10.1177/0149206320916755.
2. Gate.io. Джек Дорсі, співзасновник Twitter, представляє Web 5.0 на основі біткойна. URL : https://www.gate.io/uk/blog_detail/1193/jack-dorsey-twitter-co-founder-present-web-5.0-powered-by-bitcoin (дата звернення: 25.10.2023).
3. Shyamson S. 9 Awesome Decentralized Social Media Platforms for 2023. URL : <https://blocksurvey.io/web3-guides/decentralized-social-media-platforms> (дата звернення: 25.10.2023).

Аспазій РИСЮК,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Олена СМАЛЬКО,**
кандидат педагогічних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОБУВАННЯ КОРИСНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВІДКРИТИХ ОНЛАЙН-ДЖЕРЕЛ

Розвідка на основі відкритих джерел (Open Source Intelligence, OSINT) — це концепція, методологія і технологія добування та використання військової, політичної, економічної та іншої інформації з відкритих джерел, без порушення законів. У наш час OSINT використовується для збирання та аналізу інформації із загальнодоступних джерел у різних сферах, включаючи правоохоронні органи, журналістику, корпоративну розвідку та кібербезпеку. Наразі для України OSINT — це надважлива складова успіху і на полі бою.

Незважаючи на надзвичайну важливість технології добування корисної інформації з відкритих онлайн-джерел від початку широкомасштабного військового вторгнення росіян в Україну, вся діяльність OSINT-розвідників має відбуватись у рамках наших законів [1], [2]. Зокрема, слід пам'ятати, що за Конституцією України (стаття 32) "не допускається збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини".

В арсеналі «осінтерів» є велике різноманіття засобів, механізмів і тактик [3], [4], які, не порушуючи законів, можна використовувати задля досягнення нашою країною перемоги над агресором (у воєнний час) і з метою розбудови правової, економічно і технологічно розвиненої держави у повоєнний час. Дослідженню саме цієї технології присвячена пропонована широкому загалу дипломна робота.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України Про захист персональних даних. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17> (дата звернення: 25.10.2023).
2. Конституція України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 25.10.2023).
3. Bazzell M. Open source intelligence techniques. Resources for searching and analyzing online information. Sixth Edition. 2019. URL : https://bigdata-ir.com/wp-content/uploads/2021/02/Open_Source_Intelligence_Techniques-Lite.pdf (дата звернення: 25.10.2023).
4. Bielska A., Kurz N. R., Baumgartner Y., Benetis V. Open source intelligence tools and resources handbook 2020. URL : https://i-intelligence.eu/uploads/public-documents/OSINT_Handbook_2020.pdf (дата звернення: 25.10.2023).

Артем ЧЕРНЯВСЬКИЙ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Тетяна ПИЛИПОК,**
кандидат фізико-математичних наук, доцент

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ “СТУДЕНТ” ДЛЯ СИСТЕМИ ANDROID

Метою магістерського дослідження на тему: «Розробка програмного комплексу “Студент” для системи Android» є створення мобільного додатку для смартфонів та інших пристроїв, що працюють на базі операційної системи Android, який включає декілька різноманітних функцій для студента з метою більш комфортної організації його навчання в університеті. Результатом роботи є повноцінний мобільний додаток, який вільно зможуть використовувати здобувачі вищої освіти на своїх Android-девайсах.

У рамках магістерської роботи досліджено операційну систему Android, фреймворк Flutter, мову програмування Dart, сервіс авторизації та управління користувачами Firebase Authentication, хмарову документно-орієнтовану систему керування базами даних Firebase Cloud Firestore.

Елементи програмного комплексу включають такий функціонал як: електронний індивідуальний навчальний план студента, графік освітнього процесу, залікову книжку студента, оскільки є необхідність використання таких матеріалів у подібному форматі. Доступ до цих документів для студента може бути ускладненим у тих випадках коли такі документи фізично знаходяться у навчальному закладі, але містять інформацію, яка може стати корисною для організації освітнього процесу, правильного розподілення часу на навчання, аналізу власної студентської успішності. Тому актуальним є використання мобільного додатку як інструменту для доступу до подібних навчально-організаційних матеріалів здобувача вищої освіти.

У роботі досліджені переваги використання мобільного додатку в порівнянні з доступом до потрібних документів у паперовому вигляді, а саме: зручність та швидкість доступу до навчально-організаційних документів незалежно від фізичного місця знаходження здобувача освіти; можливість використання унікальних для програмного забезпечення функцій, таких як сортування за вибраними умовами, оповіщення про дати навчальних подій, що наближаються (такі як екзамени та заліки), тощо.

У результаті дослідження ринку операційних систем для мобільних пристроїв обрано платформу Android для створення мобільного додатку: поширеність Android смартфонів у Україні достатньо висока, що дає змогу задовільнити потреби великої кількості користувачів. У порівнянні з головною конкуруючою платформою IOS, Android є відкрита для початку створення програмного забезпечення для будь-якого розробника та дає можливість використовувати додаток студентами відразу після завершення процесу розробки,

в той час як закритість платформи IOS є певною перешкодою як для розробника додатку, так і для вільного розповсюдження його серед користувачів, а також потребує певних фінансових витрат для створення програмного продукту.

У результаті дослідження різних способів та інструментів створення програмного забезпечення для платформи Android, вибрано фреймворк Flutter як основний комплект засобів розробки мобільного додатку. Причинами такого вибору стали:

- швидкість розробки та комфорт для розробника – мова Dart, яку використовує фреймворк Flutter, статистично є однією з улюблених мов серед програмістів, а система віджетів, які багатократно використовуються як елементи додатку дозволяють сильно збільшити швидкість розробки;
- гарний сучасний дизайн інтерфейсу користувача, який досягається за допомогою вбудованих у технологію наборів віджетів Material Design що використовують стандартизований дизайн Google;
- проста та швидка інтеграція іншого продукту Google – сервісів Firestore, які буди обрані як хмарні бази даних для додатку;
- можливість кросплатформового розвитку – за необхідністю з тієї ж кодової бази можна буде дуже легко створити версію додатка на інші платформи, такі як IOS, Windows або Web.

Досліджено бази даних для мобільного додатку. В результаті дослідження backend-технологій для мобільного додатку обрано сервіси Google Firebase, такі як: Firebase Authentication та Firebase Cloud Firestore. Саме вони найчастіше використовуються Flutter-розробниками. Використання цих сервісів є безкоштовним для проєктів невеликого масштабу. Авторизацію користувачів Firebase Authentication можна дуже просто реалізувати у коді Flutter-проєкту. Firebase Cloud Firestore дозволяє реалізовувати ієрархічну структуру бази даних, яка використовується у програмному продукті для роботи з інформацією.

Створений програмний комплекс “Студент” для системи Android буде корисним для здобувачів вищої освіти, які організують свій навчальний процес, а його використання покращить якість освітніх послуг у навчальному закладі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Root Nation. Частка ринку Android та iOS: оприлюднено статистику 2022 року. URL: <https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-android-ios-statistika-2022/>
2. Simon Jones. 5 different ways to develop a mobile app. URL: <https://www.creativebloq.com/features/5-different-ways-to-develop-a-mobile-app>
3. Flutter on Mobile. URL: <https://flutter.dev/multi-platform/mobile>
4. Firebase. Google's Mobile and Web App Development Platform. URL: <https://firebase.google.com>

Роман ЧОРНИЙ,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
2 року навчання фізико-математичного факультету
Науковий керівник – **Ростислав МОЦИК,**
кандидат педагогічних наук, доцент

РОЛЬ І МІСЦЕ ДОПОМІЖНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ТЕСТУВАННІ ВЕБ-ДОДАТКІВ

Тестування є критично важливим кроком у будь-якому процесі розробки веб-додатків. Однак це може бути непосильним завданням за відсутності потрібних інструментів і досвіду. Значний відсоток веб-сайтів все ще запускається з помилками, які розчаровують користувачів і негативно впливають на загальний успіх сайту. Коли веб-сайт зазнає збою після запуску, це вимагає часу та грошей, щоб виправити його.

Щоб звести ці небезпеки до мінімуму та підтримувати високу якість продукту, необхідне ретельне тестування. Тестування веб-сайтів вже не те, що було раніше. Сайт або веб-додаток має бездоганно працювати не лише в браузері настільних ПК, але й на мобільних пристроях, інших побутових приладах (телевізорах, холодильниках, тощо).

Засоби тестування програмного забезпечення – це продукти, які підтримують різні тестові дії, починаючи від планування, збору вимог, створення побудови, виконання тесту, реєстрації дефектів і аналізу тесту. Ці засоби тестування в основному використовуються для тестування надійності програмного забезпечення, ретельності та інших параметрів продуктивності.

Ретельне та якісне тестування забезпечується використанням розробниками та тестувальниками передових технологій, та сучасних засобів тестування, на кожному рівні життєвого циклу розробки програмного забезпечення:

- планування;
- аналіз вимог;
- дизайн і розробка;
- впровадження;
- тестування;
- оцінка;
- реліз;
- підтримка.

Засоби тестування програмного забезпечення можуть допомогти фахівцям переконатися, що програмне забезпечення на стадії розробки відповідає очікуванням проекту. Тестування програмного забезпечення також може підтвердити якість і безпеку продукту.

Основна мета функціонального тестування полягає в тому, щоб переконатися, що програма виконує свої функції відповідно до вимог та специфікацій, на основі яких вона була розроблена. Під час функціонального

тестування перевіряються різні аспекти функціональності програмного забезпечення, включаючи:

- Тестується функціональність програми, як програма виконує свої функції та чи відповідає вона специфікаціям і вимогам.
- Перевірка вхідні та вихідних даних, коректності обробки вхідних даних і виводу результатів.
- Оцінка зручності інтерфейсу користувача, якість відображення інформації, інтуїтивність для користувачів. В цей аспект ми включаємо перевірку макету, та верстки веб-додатка.
- Перевірка того, чи відповідає програма встановленим вимогам та специфікаціям проєкту.
- Взаємодія інтегрованих компонентів: Тестування взаємодії різних компонентів, модулів чи систем, що утворюють програму.
- Перевірка того, як програма управляє різними робочими процесами, включаючи потоки даних та логіку додатку.
- Тестування того, як програма реагує на непередбачені ситуації та помилки, включаючи коректну обробку винятків. Написання позитивних та негативних тест-кейсів.
- Перевірка заходів безпеки програми, включаючи захист від вразливостей, таких як атаки на внесення SQL-запитів, перехоплення даних тощо.
- Тестування сумісності програми з різними операційними системами, браузерами та іншими залежними програмами. Наприклад перевірка роботи веб-додатка на різних браузерах, різних операційних системах та девайсах.

Можна виділити наступні допоміжні програмні забезпечення для тестування веб-додатків під час функціонального тестування, які можуть спростити, покращити та пришвидшити процес тестування:

- Розширення браузерів, які стануть у нагоді під час функціонального тестування (PixelPerfect, Bug magnet, Fake filler, Google Lighthouse, Web Developer, Eye Dropper);
- Програмне забезпечення для фіксування багів, шляхом запису відео чи знімків екрану (Lightshot, Joxi, Monosnap, ShareX);
- Компаратори, для порівняння зображень, текстових даних (Diffchecker, Beyond compare);
- Програмне забезпечення для тестування API веб-додатків (Postman, Jmeter, TestMace);
- Програмне забезпечення для автоматизації тестування веб додатків (Preflight, TestRail);

Перелічені засоби тестування веб-додатків можуть допомогти фахівцям переконатися, що програмне забезпечення на стадії функціонального тестування відповідає очікуванням проєкту.

Нефункціональне тестування веб-додатків включає в себе перевірку аспектів, які не стосуються безпосередньо функціональності додатка, але

впливають на його якість, ефективність та здатність працювати в різних умовах. Ось деякі типи нефункціонального тестування для веб-додатків:

- Тестування продуктивності (Performance Testing):

Тестування завантаження (Load Testing): Перевірка реакції веб-додатка на велику кількість користувачів або запитів.

Стерс тест (Stress Testing): Оцінка того, як додаток веде себе при перевищенні максимального навантаження.

Тестування ефективності (Efficiency Testing): Вимірювання ресурсів, які використовуються додатком (CPU, пам'ять, мережа) під час роботи.

- Тестування безпеки (Security Testing):

Тестування на вразливості (Vulnerability Testing): Пошук вразливостей, таких як SQL-ін'єкція, перехоплення сесій, ін'єкція коду тощо.

Тестування автентифікації та авторизації (Authentication and Authorization Testing): Перевірка заходів безпеки, пов'язаних з автентифікацією та визначенням прав доступу користувачів.

- Тестування сумісності (Compatibility Testing):

Тестування браузерів (Browser Compatibility Testing): Перевірка працездатності додатка в різних веб-браузерах.

Тестування операційних систем (OS Compatibility Testing): Перевірка сумісності з різними операційними системами.

Тестування доступності (Accessibility Testing) - тестування доступності для користувачів з обмеженими можливостями. (Disability Testing) - перевірка того, як додаток відповідає вимогам щодо доступності для всіх користувачів.

- Тестування навантаження (Scalability Testing): Оцінка того, наскільки додаток може масштабуватися і працювати в умовах зі зростаючим обсягом користувачів чи даних.

- Тестування відновлення після аварій (Recovery Testing): Перевірка можливості відновлення роботи веб-додатка після виникнення непередбачених ситуацій чи збоїв.

- Тестування швидкості завантаження (Page Load Testing): Вимірювання часу, необхідного для завантаження сторінок веб-додатка.

- Тестування стабільності (Reliability Testing): Перевірка стабільності та надійності додатка під час тривалого використання.

- Тестування відгуку (Usability Testing): Оцінка користувацького досвіду, зокрема швидкості та комфорту взаємодії з веб-додатком.

Можна виділити наступні допоміжні програмні забезпечення для тестування веб-додатків під час функціонального тестування, які можуть спростити, покращити та пришвидшити процес тестування:

- Веб-сервіси для валідації, та перевірки оптимізації веб-додатків (validator.w3.org, PageSpeed).

- Програмне забезпечення для тестування кросбраузерності веб-додатків (Lambda, Android Studio, Browser stack, Sauce labs)

- Програми для стрес тестів, тестування навантаження, тестування стабільності та часу відновлення після аварії (Postman, Jmeter, TestMace)
- Проксі-сервери для перевірки і зміни трафіку (Fiddler, Charles)
- Для тестування безпеки (Burp Suite, OWASP ZAP, OpenVAS, WebScarab)

Для забезпечення безпеки веб-додатків було наведено перелік інструментів, які можуть бути використані для виявлення вразливостей і здійснення сканування веб-додатків. До них входять такі інструменти, як Burp Suite, OWASP ZAP, Nessus, Acunetix, та інші. Кожен з цих інструментів має свої особливості та можливості для виявлення різних видів вразливостей.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

ЗБІРНИК
матеріалів наукової конференції
здобувачів вищої освіти
фізико-математичного факультету

ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Формат 60×84/16. Гарнітура «Times New Roman»,
об'єм даних 1,148 Мб. Обл.-вид. арк. 2,75 .

Кам'янець-Подільський національний
університет імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300