

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича

**МАТЕРІАЛИ**  
студентської наукової конференції  
Чернівецького національного університету  
імені Юрія Федьковича

**ІНСТИТУТ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ТА  
КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК**

*22-23 квітня 2020 року*



Чернівці

Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича  
2020

*Друкується за ухвалою Вченої ради  
Чернівецького національного університету  
імені Юрія Федьковича*

**Матеріали** студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (22–23 квітня 2020 року). Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук. – Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. – 369 с.

До збірника увійшли матеріали студентів інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук, підготовлені до щорічної студентської наукової конференції університету.

Молоді автори роблять спробу знайти підхід до висвітлення й обґрунтування певних наукових питань, подати своє бачення проблем.

© Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича, 2020

### **Реверсний аналіз як метод протидії шкідливому програмно-апаратному забезпеченню**

Шкідливий програмно-апаратний код – інструмент більшості комп'ютерних вторгнень і порушень безпеки. Будь-яка програма, що шкодить користувачеві, комп'ютеру або мережі, може вважатися шкідливою: це стосується вірусів, троянів, хробаків, руткітів і шпигунського програмного забезпечення (ПЗ) [1].

Шкідливий код буває не тільки програмним, а й апаратним, оскільки плата може бути запрограмована на виконання шкідливих команд. Наприклад, флеш-накопичувач може мати можливість під'єднуватись до комп'ютерних систем і одночасно містити кейлогер, збирати паролі і бути хробаком для розсилки спаму (згадаємо «USB Rubber Ducky», «Power Unlocker», «BadUSB» та інші) [2].

Зазвичай шкідливе апаратне рішення використовується для перехоплення трафіка всередині корпоративної мережі або виведення з ладу всіх комп'ютерів корпорації. Такі дії, як правило, мають на меті шпигунство з боку конкурентів або нанесення збитків. Аналітики безпеки компанії мають вміння швидко протидіяти таким апаратним рішенням, адже зараження всієї мережі може призвести до втрати інформаційних ресурсів компанії [3].

Метою даної роботи була розробка методики оцінювання шкідливого коду в апаратному та програмному сегментах на основі реверсного аналізу.

Фахівцями з кібербезпеки розроблено низку інструментів, призначених для аналізу різноманітних варіацій вірусів і їх функцій (рис. 1). Статичний аналіз полягає в дослідженні шкідливого ПЗ без його запуску, а при динамічному аналізі шкідливий код повинен бути запущений [4].

Дослідження часто можна прискорити, якщо зробити обґрунтоване припущення про призначення шкідливого коду і на



Рис. 1. Класифікація методів аналізу шкідливого ПЗ

цій підставі проводити наступні етапи аналізу. До них, зокрема, слід віднести:

- створення безпечного середовища для вивчення підозрілого коду;

- проведення «зворотного проектування» ПЗ, що передбачає дизасемблювання виконуваного файла та ретельний розгляд його складових ;

- у разі недостатньої ефективності застосованих засобів доцільним є використання відлагоджувачів, що дозволяють досліджувати внутрішній стан запущеного шкідливого ПЗ;

- розробка індикаторів для виявлення змінених/заражених файлів та інших наслідків дії шкідливого програмного коду [5].

Внаслідок значної різноманітності та постійної модифікації шкідливого ПЗ запропонувати універсальну методику пошуку і протидії його негативному впливу неможливо, тому необхідно комбінувати відомі підходи [1].

#### Список літератури

1. Сикорски М., Хониг Е. Вскрытие покажет! Практический анализ вредоносного ПО. - СПб: «Питер». - 2018. - 768 с.

2. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2330724-kiberataka-2410-hakeri-zapustili-skidlivij-kod-na-komputerah.html>

3. Монаппа К. А. Анализ вредоносных программ. – М.: «ДМК-Пресс». - 2019. - 452 с.

4. Ховард М., Лебланк Д., Вьєга Дж. 24 смертных греха компьютерной безопасности. - СПб.: «Питер».- 2010. - 400 с.

5. <http://www.telesphera.net/blog/protect-your-corporate-network.html>

### **Інформаційна безпека фінансових структур**

Упродовж минулих років усі фінансові структури, зокрема банківська система, відчули значні зміни внаслідок глобалізації фінансових ринків із розвитком інформаційних технологій, розширення асортименту банківських послуг та впровадження інноваційних технологій в управлінні банками. Як наслідок, все це значно погіршило ситуацію із забезпеченням надійного захисту інформації. З іншого боку, фінансові структури тісно переплетені з усіма існуючими видами людської діяльності, а отже, від надійного захисту економічної інформації банків залежатиме благополуччя як окремої особи, так й різних груп населення та навіть країни.

Питання, пов'язані з захистом економічної інформації банків, останнім часом набувають особливої актуальності, оскільки банки є найбільш уразливими до такого виду загроз, як наявність витоку інформації. Усе це викликає необхідність перегляду підходів до забезпечення безпеки інформації банку та передбачає необхідність створення відповідних систем її захисту [1].

Під терміном “інформаційна безпека” розуміють стан захищеності потреб в інформації особи, суспільства й держави, при якому забезпечується їхнє існування та прогресивний розвиток незалежно від наявності внутрішніх і зовнішніх інформаційних загроз [2]. Серед найбільш небезпечних загроз внутрішній інформаційній безпеці визначають: крадіжка обладнання, саботаж, шахрайство, викривлення інформації, збої в інформаційній системі, втрата інформації, порушення конфіденційності інформації тощо. Наслідком витоку конфіденційної інформації є безпосередньо втрата клієнтів, погіршення іміджу фінансової структури, зниження конкурентоздатності та прямі фінансові збитки банків. Саме тому оптимальним розв'язанням даної проблеми є безперервна модифікація систем безпеки інформації фінансових структур, а також прищеплення культури інформаційної безпеки споживачів фінансових послуг. Організаційні заходи із захисту

інформації містять сукупність дій з добору та перевірки персоналу, який бере участь у підготовці й експлуатації програм та обробки інформації, а також чітке регламентування процесу розробки та функціонування інформаційної системи (рис. 1).

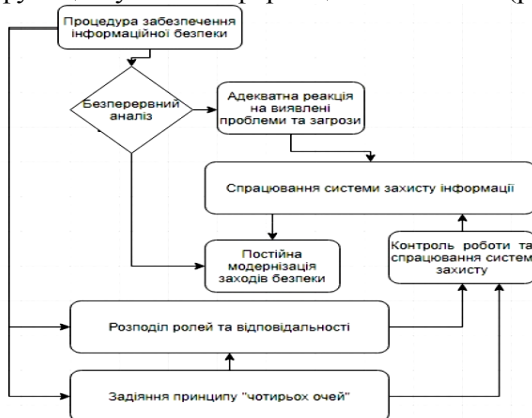


Рис. 1. Безперервна система безпеки інформації фінансової структури

Особливістю такої структури є використання принципу “чотирьох очей”, а саме: обов’язкове підтвердження проведення критичних операцій або інших фінансових дій мінімум двома уповноваженими особами, що входять до керівного складу фінансової установи й незалежними один від одного [3].

На сьогодні такий принцип є найефективнішим способом захисту фінансових структур, особливо з урахуванням проблем власної безпеки економічної інформації.

#### Список літератури

1. Кравченко А.М. Особливості захисту інформаційних систем у банківських установах / А.М. Кравченко, А.А. Орехов, А.Г. Гаркунов // Сучасний захист інформації, 2013. – № 2. – С. 53-55.
2. Закон України “Про банки і банківську діяльність” від 17.01.2001 // Відомості Верховної Ради України, 2001. – №4.
3. Аванесова І. Інформаційна безпека у системі захисту прав споживачів фінансових послуг / Ірина Аванесова // Вісник КНТЕУ, 2018. – № 2. – С. 55-67.

**Тарас Андрусів**

Науковий керівник – асист. Іванущак Н. М.

## **Компресія зображень з використанням вейвлет-перетворень**

Одним з основних завдань при роботі з комп'ютерною графікою та зі статичними зображеннями є найбільш точне і чітке представлення графічного об'єкта (цифрового зображення) при мінімальних витратах апаратних ресурсів на це представлення. На перший план у розв'язанні даної проблеми виходить пошук найбільш ефективних алгоритмів і методів по компресії і декомпресії зображень для подальшої їх програмної реалізації і використання на практиці. Крім цього такі алгоритми повинні володіти достатньою гнучкістю і універсальністю, щоб існувала можливість регулювання ступеня стиснення. Для цього можуть бути використані вейвлети, які за своїми властивостями підходять для застосування в компресії зображень (сигналів).

**Вейвлет-перетворення (ВП)** – загальна назва класу методів кодування зображень, які використовують двовимірне вейвлет-розкладання кодованого зображення або його частин. Усі вейвлет-перетворення розглядають функцію (взяту як функцію від часу) у термінах коливань, локалізованих за часом (простором) і частотою. Локальність у просторі означає, що енергія хвильок (вейвлетів) сконцентрована на скінченному інтервалі, так звана функція на компактному носії. Частотна локалізація означає, що перетворення Фур'є хвильки локалізоване. Частотна локалізація функції зводиться до понять гладкості та кількості зникаючих моментів. Вейвлет-перетворення звичайно поділяють на дискретне вейвлет-перетворення (ДВП) та неперервне вейвлет-перетворення (НВП).

Першим ДВП винайшов угорський математик Альфред Хаар. Для вхідного сигналу, представленого масивом  $2n$  чисел, вейвлет-перетворення Хаара просто групує елементи по 2 і утворює від них суми і різниці. Грубують суми рекурсивно (у разі парної довжини послідовності сум) для утворення наступного рівня розкладання. У підсумку виходить  $2n - 1$  різниці і 1 загальна сума [1].

Мета роботи – дослідження ефективності застосування вейвлетів у стеганографії з подальшим формулюванням рекомендацій щодо параметрів алгоритму вбудовування. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Дослідити залежності характеристик стеганосистем від довжини повідомлення.
2. Дослідити ефективності використання методів на основі ДВП.
3. Дослідити ефективності використання різних вейвлетів.
4. Виконати порівняльний аналіз методів на основі вейвлет-перетворення з аналогами.
5. Дослідити характеристики при використанні різних областей вбудовування.

На рис.1 представлена схема процесу стиснення зображення. Ідея методу полягає в тому, щоб перетворити дані зображення до іншого виду, де легше визначити частину даних, яку можна було б безболісно видалити. Це дозволяє відкинути значну частину даних з невеликою втратою якості зображення. Для вейвлет-перетворення це дані, що відповідають дрібним деталям. Результат алгоритмічного кодування може бути потім стиснутий шляхом компактного представлення закодованих чисел [2].

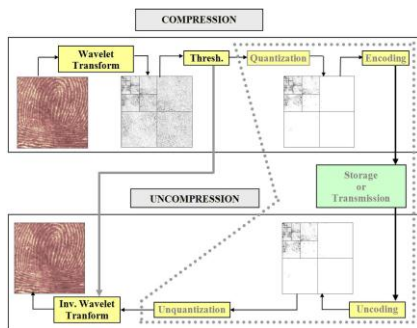


Рис. 1. Схема процесу стиснення зображення.

#### Список літератури :

1. Wavelet compression. [Electronic resource]. – Access mode: <http://science.lpnu.ua/sites/default/journal-paper/2018/jun/12922/3-9-17.pdf>
2. Wavelet transform. [Electronic resource]. – Access mode: <https://habr.com/ru/post/168517/>



**Михайло Бакай, Тарас Щербанюк**  
Науковий керівник – доц. Орлецький І.Г.

### **Фізичні властивості тонких плівок $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , виготовлених методом спреї-піролізу**

Оксиди заліза  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  і  $\text{Fe}_{1-x}\text{O}$  широко розповсюджені в земній корі і нетоксичні. Дослідження їх властивостей важливе для корозійних та геохімічних процесів. Тонкі плівки оксидів заліза перспективні для виготовлення газових сенсорів, фотоелектрохімічних систем розщеплення води з метою одержання водню, фотоперетворювачів сонячного випромінювання. Гематит ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) є найбільш стабільним оксидом заліза в атмосферних умовах. При виготовленні тонких плівок  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$  віддають перевагу невакуумним методам спреї-піролізу хімічних розчинів солей заліза. Нескладне обладнання методів дозволяє зручно корегувати режими осадження плівок для одержання необхідних фізичних властивостей.

Для виготовлення тонких плівок  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$  методом спреї-піролізу використовувалися 0,1 М водні розчини солі гексагідрату хлориду заліза  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  у бідистильованій воді. Розпорощування розчину здійснювалося із швидкістю 2-3 мл/хв за допомогою стиснутого повітря на скляні підкладки та на сколоту поверхню телуриду кадмію електронного типу електропровідності. При використанні розчину об'ємом 25 мл отримувалися плівки оксиду заліза товщиною  $d = 0,3$  мкм. Бінарна сполука гематиту  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  володіє  $n$ -типом провідності з питомим опором при кімнатній температурі  $\rho \approx 2,5 \cdot 10^6$  Ом·см. З урахуванням низької рухливості електронів у полікристалічних плівках  $\mu = 0,01$   $\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  концентрація носіїв заряду у плівках  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$  становить  $n \approx 2,5 \cdot 10^{14}$   $\text{cm}^{-3}$ .

Спектральна залежність коефіцієнта пропускання світла  $T$  для плівок  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$  товщиною  $d = 0,3$  мкм показана на вставці рис.1. Коефіцієнт поглинання  $\alpha$  та його спектральна залежність  $\alpha = f(h\nu)$  (рис.1) розраховувалися з використанням коефіцієнта відбивання  $R \approx 12$  % [1], яке характерне для гематиту, виготовленого методом спреї-піролізу.

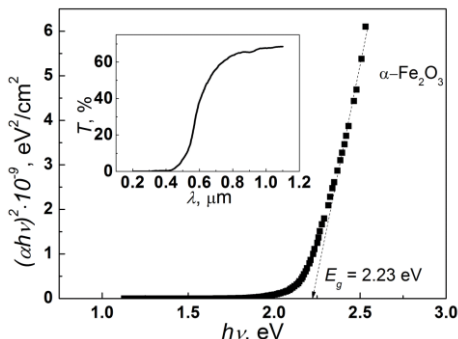


Рис.1. Спектральні залежності коефіцієнтів пропускання  $T$  (вставка) і поглинання  $\alpha$  тонких плівок  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Виготовлені методом спреї-піролізу тонкі плівки  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$  при довжинах хвиль  $\lambda > 0,65 \mu\text{m}$  характеризуються високим коефіцієнтом пропускання  $T > 60\%$ . Оптична ширина забороненої зони, яка визначалася екстраполяцією прямолінійних ділянок залежності  $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$  до нульового значення коефіцієнта поглинання, становить  $E_g = 2,23 \text{ eV}$  (рис.1), що добре узгоджується з відомою у літературі величиною  $E_g$  для  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  [1,2].

При піролізі плівок  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$  на поверхні кристалічних підкладок  $n\text{-CdTe}$  отримані випрямляючі ізотипні гетеро-структури  $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/n\text{-CdTe}$  з висотою потенціального бар'єра  $q\phi_b \approx 1,11 \text{ eV}$ ,

#### Список літератури:

1. Akl A.A. Optical properties of crystalline and non-crystalline iron oxide thin films deposited by spray pyrolysis, Applied Surface Science. 233 (2004) 307–319.
2. Shinde S.S., Bansode R.A., Bhosale C.H., Rajpure K.Y. Physical properties of hematite  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  thin films: application to photoelectrochemical solar cells, Journal of Semiconductors. 32 (2011) 013001.

**Андрій Балан**  
Науковий керівник - проф. Максимяк П.П.

## Ультразвукові дослідження гідратації бетону

Цемент - один з основних будівельних матеріалів [1]. Його застосовують для виготовлення бетонів, бетонних і залізобетонних виробів, будівельних розчинів, азбестоцементних виробів. Виготовляють його на великих механізованих і автоматизованих заводах. Цемент складається з групи гідралічних терпких речовин, головною складовою частиною яких є силікати й алюмінати кальцію, що утворилися при високій температурній обробці сировинних матеріалів, доведених до часткового або повного плавлення. Тому важливо оперативно контролювати формування бетону, його склад та властивості. Адже міцність, надійність і довговічність будь-якої бетонної споруди залежить від характеристики бетону.

Проаналізовано ультразвукове дослідження гідратації цементного тіста з використанням портативного медичного ультразвукового обладнання (рис. 1).

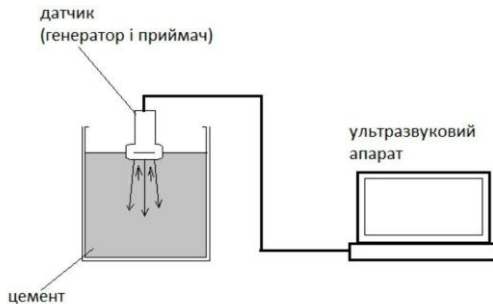


Рисунок 1. Схема експериментальної установки

Для дослідження гідратації цементу було задіяно два типи датчиків - лінійний і секторний [2] .

Під час проведення експерименту був виготовлений зразок цементного тіста, в якому були занурені ультразвукові датчики для фіксування зміни акустичного сигналу. Лінійний датчик працює в режимі (сонної артерії) з частотою 9 Мг. Секторний датчик працює в режимі (кардіології) з частотою 3 Мг.

За час гідратації цементу було зроблено 46 знімків з інтервалом у 5 хв., на яких було зафіксовано зміну інтенсивності відбитого акустичного сигналу.

Щоб отримати графік залежності згасання УЗВ від часу гідратації, отримані картинки потрібно перевести в цифрове значення. Для цього ми скористалися програмою МАТЛАБ, за допомогою якої конвертували отримані картинки в сіро-шкальне зображення і визначали середню світність кожної картинки.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що за допомогою ультразвукових досліджень можна встановити час схоплювання цементного розчину, який збігається з вимірюваннями за допомогою методу Віка. Наш метод додатково дозволяє фіксувати більш ранні етапи гідратації, такі як розчинення цементу та початок пересичення цементного розчину йонами кальцію.

#### **Список літератури**

1. Брыков, А.С. Гидратация портландцемента: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2008. – 30 с.
2. Физика визуализации изображений в медицине: в 2-х томах. Том 2. Гл. 7. Ультразвуковая диагностика: пер. с англ./под ред. С. Уэбба. - М.: Мир, 1991. - с. 5-104.

**Володимир Баськов**

Науковий керівник – проф. О.Г. Шайко-Шайковський  
**Виготовлення моделі автомобільного підвісного  
моста**

При вивченні інженерних дисциплін та зокрема опору матеріалів необхідно мати яскраві переконливі приклади для пояснень матеріалу, що вивчаються. Однією з важливих тем при вивченні цього курсу є згин, який краще та доцільніше за все пояснювати на прикладі мостових конструкцій. Вантова конструкція моста – одна з найпоширеніших у світі. Для збільшення демонстративної лабораторної бази кафедри було вирішено розрахувати та створити модель такої конструкції.

Підвісний міст – міст, в якому основна його несуча конструкція виконана з гнучких елементів (кабелів, канатів, ланцюгів та ін.), що працюють на розтяг, а проїжджа частина підвішена. У сучасних висячих мостах широко застосовують дротові кабелі ф канати з високоміцної сталі з межею міцності  $2-2,5 \text{ Гн/м}^2$  ( $200-250 \text{ кг/мм}^2$ ), що помітно зменшує вагу самого мосту і дозволяє сконструювати довгі прольоти без додаткових підпор. Такі моделі дозволяють студентам побачити дану конструкцію і в майбутньому вдосконалити її [1].

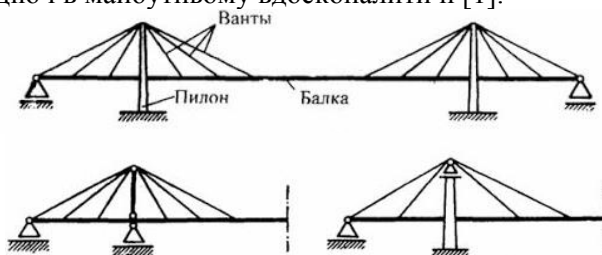


Рис 1. Загальний вигляд вантових мостів [3].

На початку роботи визначену тип конструкції моста, його розміри, а також матеріал кожної деталі та елемента моделі. Матеріал із якого виготовлялася модель: рама моста, балки, пілони, опори із сталі ЗСП/ПС. Доріжка моста товщиною 0,5 мм виготовлена із оцинкованого листа сталі марки 0,8 КП. Траси із нержавіючої сталі А2.

Тому кожна конструкція чи навіть модель даної конструкції проектується за допомогою комп'ютера для подальшого зручнішого конструювання. У роботі використано програму

«Solidworks 2018», за її допомогою створено готову 3D-модель на комп'ютері. Така програма дозволяє розробити креслення 3D-моделі та працювати з ними з метою створення запланованої конструкції.

Щоб сконструювати такий міст у повному масштабі, потрібно зробити чимало розрахунків на міцність, гнучкість, розтяг та стиск. Найменша помилка в розрахунках може призвести до серйозних наслідків – від великих фінансових витрат до руйнування конструкції. Тому в таких обрахунках не допускається жодної помилки. З курсу «Опір матеріалів» і «Матеріалознавство» відомо, які розрахунки потрібно проводити, щоб конструкція витримувала необхідні навантаження. Але найбільше напруження припадає на пілони мосту, які діють вертикально вниз. Троси потрібно збалансувати так, щоб навантаження на пілони було виключно вертикально донизу, інакше вся конструкція не витримає і зруйнується.

Перевагою висячих мостів є те, що основний прольот можна зробити дуже довгим при мінімальній кількості матеріалу. Ще одна особливість таких мостів – непотрібно ставити проміжні опори що дає великі переваги у випадку гірських розломів або річок із сильною течією. Із недоліків є те, що під час штормів такий міст стає небезпечним для пересування через недостатню жорсткість. Прогини мосту у відповідь на точкове навантаження роблять висячі мости непридатними для залізниці, оскільки в цьому випадку роль основного навантаження буде виконувати локомотив [2].

#### Список літератури

1. Смирнов В.А. Висячі мости великих прольотів. 1970. 408 с.
2. Вікіпедія <http://ru.wikipedia.org>
3. Рисунок. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.google.com/imgres>

**Ольга Безпальчук**  
Науковий керівник – асист. Кобилянський Р.Р.

### **Термоелектричний прилад для визначення теплого потоку з поверхні очей**

Оцінювання процесів теплообміну організму людини базується на вимірюванні температури і теплового потоку. Температура характеризує якісну сторону теплового явища, а тепловий потік – кількісну [1]. Область вимірювання температури, в тому числі в офтальмології, традиційно добре забезпечена апаратурою і метрологією. Температура в різних відділах ока може бути визначена безконтактними або контактними методами. Ці методи термометрії мають як переваги, так і певні недоліки. Що стосується локального вимірювання теплового потоку з поверхні тіла людини, то останнім часом досягнуто відчутний успіх у розробці сучасних засобів його вимірювання. Для дослідження локального тепловиділення організму людини перспективними є термоелектричні сенсори теплового потоку, які поєднують у собі високу чутливість, точність, швидкодію, стабільність параметрів у широкому інтервалі робочих температур і узгоджуються з сучасною реєстраційною апаратурою. Використання таких сенсорів дозволяє досягати високої точності теплотричних вимірювань. Однак слід зазначити, що у світі досі не існує жодного термоелектричного приладу для вимірювання теплового потоку з поверхні очей [1].

В Інституті термоелектрики НАН та МОН України в рамках договору про співробітництво з ДУ "Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України" вперше було розроблено термоелектричний прилад для визначення теплового потоку з поверхні очей [2]. Прилад призначений для діагностики та моніторингу офтальмологічних захворювань, що дає можливість підвищити ефективність ранньої діагностики патології органу зору, спостерігати в динаміці за розвитком патологічного процесу в структурах ока, а також підвищити ефективність лікування гострих і хронічних захворювань ока.

Розроблений термоелектричний прилад є оригінальним та не має світових аналогів.

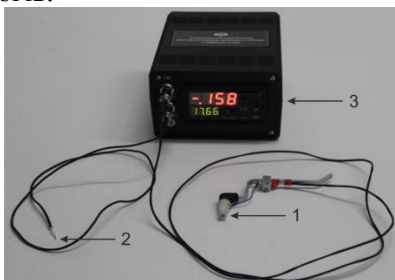


Рис.1. Термоелектричний прилад для визначення теплового потоку з поверхні очей: 1 – термоелектричний сенсор; 2 – термоелектричний датчик температури; 3 – електронний блок керування

Таблиця 1. Технічні характеристики приладу

Технічні характеристики приладу	Значення параметрів
Діапазон вимірювання теплового потоку, мВт/см <sup>2</sup>	0,01÷50
Точність вимірювання теплового потоку, %	± 5
Діапазон вимірювання температур, °С	0÷50
Дискретність вимірювання температур, °С	± 0,01
Габаритні розміри сенсора теплового потоку, мм	Ø3×0,7
Розміри електронного блоку керування, мм	90×140×18 0
Вага приладу, кг	0,6

### Список літератури

1. Анагичук Л.І., Пасечнікова Н.В., Науменко В.О., Задорожний О.С., Гаврилюк М.В., Кобилянський Р.Р. Термоелектричний прилад для визначення теплового потоку з поверхні очей // Термоелектрика. – № 5. – 2018. – С.52-67.
2. Патент UA 136185. Термоелектричний прилад для вимірювання температури і теплового потоку з поверхні очей // Анагичук Л.І., Кобилянський Р.Р., Бухараєва Н.Р., Гаврилюк М.В., Тюменцев В.А. – 2019.



### **Структура і властивості коростишівських гранітів**

Граніт відноситься до зернистих мінералів складних елементів глибинних порід земної кори. Мінеральний склад його наступний [1]:

1. Плагіоклаз – 36%. Хімічна формула  $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Al,Si}_2\text{O}_8)$ , триклинна сингонія, періоди кристалічної ґратки:  $a=8,144 \text{ \AA}$ ,  $b=12,787 \text{ \AA}$ ,  $c=7,160 \text{ \AA}$ ; спайність – (001), твердість за шкалою Мооса 6,0, питома вага 2,62 -2,76 г/см<sup>3</sup>.

2. Калішпат – 30%, хімічна формула –  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , моноклінна сингонія, період ґратки:  $a=8,56 \text{ \AA}$ ,  $b=13,0 \text{ \AA}$ ,  $c=7,19 \text{ \AA}$ , спайність (001), твердість – 6,0, питома вага 2,56 г/см<sup>3</sup>.

3. Кварц – 26%,  $\text{SiO}_2$ , тригональна сингонія, періоди ґратки  $a=4,912 \text{ \AA}$ ,  $c=5,4052 \text{ \AA}$ , спайність відсутня, твердість – 7,0, питома вага 2,65 г/см<sup>3</sup>.

4. Біотит – 7,0%,  $(\text{Mg,Fe})(\text{Al,Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{F,OH})$ ; моноклінна сингонія, періоди ґратки:  $a=5,3 \text{ \AA}$ ,  $b=9,2 \text{ \AA}$ ,  $c=10,0 \text{ \AA}$ , спайність (001), твердість анізотропна 2,5-4,0, питома вага 2,8-3,4 г/см<sup>3</sup>.

5. Мусковіт – 0,5%,  $\text{KAl}_2(\text{Al,Si}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ ; моноклінна сингонія; періоди ґратки  $a=5,3 \text{ \AA}$ ,  $b=9,2 \text{ \AA}$ ,  $c=20 \text{ \AA}$ , спайність (001), анізотропія твердості 2,5 - 4,0; густина 2,8 – 2,9 г/см<sup>3</sup>.

6. Апатит – 0,5%,  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3(\text{F,OH})$ , гексагональна сингонія, періоди ґратки  $a=9,37 \text{ \AA}$ ,  $c=6,38 \text{ \AA}$ , твердість – 5,0, густина 3,14 – 3,23 г/см<sup>3</sup>.

У реальному кристалі граніту всі вказані структурні складові ретельно перемішані. Розміри окремих зерен (кварциту, польового шпату) можуть досягати 5-7 мм, що дає можливість визначити їх твердість.

Основну структурну частину гранітів складають плагіоклази – це кальцій-натрієві польові шпати, до яких відносяться добре відомі колекційні мінерали: олігоклаз, альбіт, лабрадорит. Турчинська група родовищ Коростишівського масива Житомирської області є одним із основних постачальників сіро-голубого граніту. Як відзначив відомий німецький професор-мінералог Вальтер Шуман: «Прекрасні Лабрадорити України користуються заслуженою славою у всьому світі» [2].

Друге місце посідає калішпат – калієвий польовий шпат. Мінерали калієвих польових шпатів також добре відомі: ортоклаз, мікроклін, амазоніт та інші. Зауважимо, що світлова окраска граніту повністю залежить від гама кольорів окремих зерен польового шпату. На третьому місці кварц, кристалічні різновидності якого: аметист, цитрин, халцедон, яшма, агат, хризопраз та інші.

Як показали структурні дослідження мікрошліфів коростишівського граніту основною структурною складовою є польовий шпат ( $\approx 70\%$ ). Зерна польового шпату розміром  $\approx 5 - 3,5$  мм, зерна кварцу – найбільші – 5-7 мм. Зерна слюдяних утворень біотиту і мусковіту розміром 10 – 15 мкм розподілені в граніті рівномірно. Визначити їх можна тільки при мікроскопічному дослідженні структур.

Твердість окремих зерен мікроструктури досліджувались методом вдавлювання алмазної піраміди у поверхню зразка (метод Роквелла). На графіку наведені значення твердості за шкалою  $H_{RC}$  основних структур граніту та їх процентний вміст.

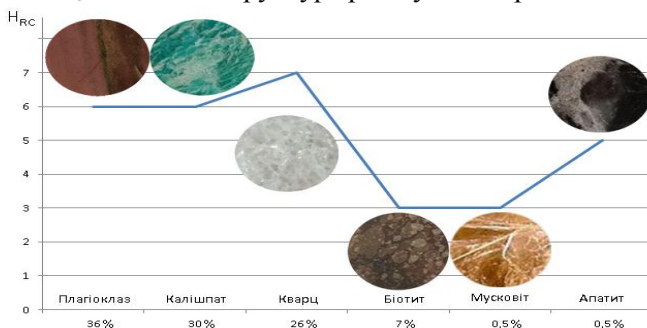


Рис 1. Твердість структурних фаз граніту.

#### Список літератури:

1. Л. Берри, Б. Мейсон, Д. Дитрих. Минералогия. М.:Мир,1987. – 592с.
2. В. Шуман. Мир камня. Горные породы и минералы. М.:Мир,1986. – 215 с.

**Олександр Бонтуш**

Науковий керівник – проф. О.Г. Шайко-Шайковський

**Особливості розрахунку та складання дерев'яної  
механічної моделі «Таймер» та можливість  
застосування її в навчальному процесі**

Провідне місце в зростанні економіки нашої держави належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технологічного прогресу всіх галузей народного господарства. Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виробленої продукції суттєво залежить від розвитку машин, верстатів апаратів та від втілення методів техніко-економічного аналізу, забезпечення рішень технічних питань та економічної ефективності технологічних і конструкторських розробок. У машинобудуванні слід здійснити роботи по створенню та виробництву комплексів і систем машин, які забезпечать перехід до повної механізації та автоматизації металорізального обладнання. Також необхідно розширити випуск вискоелективних машин і обладнань, які оснащені роботизованими пристроями та мікропроцесорами, вдосконалити структуру верстатного парку, підвищити якість і надійність техніки, поліпшити ефективність її використання. Важливими умовами прискорення НТП є зростання продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва та поліпшення якості продуктивності праці. Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машин, надійність, довголіття залежать від вдосконалення їх конструкцій, а також від технології виробництва машин [1;2].

Іноді немає можливості продемонструвати студентам певний механізм через його складність транспортування, велику вагу чи взагалі його відсутність та інших проблем. У роботі представлена повністю дерев'яна механічна модель, яку можна вважати новим простим способом зображення роботи того чи іншого складного механізму.

Механічна модель «Таймер» - це механічний хронометр, який можна виставити на потрібний час (потрібний

користувачу). Якщо запустити механізм сповіщення, то після завершення відліку пролунає сигнал.

Таймер має незвичайний роликівий маятник і ручку регулювання амплітуди, яка знаходиться на задній стінці. Працює від звичайної канцелярської гумки.

Сконструювавши модель, можна підняти важіль і завести таймер на бажаний час. Якщо повернути стрілку та опустити важіль, почнеться відлік. Працюють секундна та хвилинна стрілки. Зусилля передається від звичайної гумки.

Дану модель можна використовувати для демонстрації принципу роботи механізму годинника, для розрахунку задач, які стосуються цієї моделі, та обернені до них, побудова креслень деталей та механізму в цілому.

Показано, як механічна модель таймер на 20 хвилин слугує простим прикладом зображення роботи механізму годинника, завдяки якій можна розглянути та дослідити особливості роботи звичайного годинникового механізму.

Даний механізм є продуманою з інженерного погляду механічною моделлю. Дана модель не тільки може допомогти в навчальному плані, а також стане в пригоді для того, хто хоче зрозуміти принцип роботи механізму годинника. Заплановано виконати креслення всіх деталей механічної моделі за допомогою програм КОМПАС 3D та AutoCAD 3D, дослідити особливості виготовлення та складання моделі таймера, розв'язати проблему, які виникли під час збирання даного механізму, у практичній частині роботи представити детально інструкцію та поради щодо складання механізму.

#### **Список літератури**

1. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. – Київ, Наукова думка, 2002.- 3 с.
2. Детали машин. Атлас конструкций/ под. ред. Д.Н.Решетова.- М.:Машиностроение, 1968- 4 с.

**Іван Бортник**

Науковий керівник – доц. Архелюк О.Д.

## **Ідентифікація сигналів LTE в м. Чернівці за допомогою платформи RTL-SDR**

LTE - аббревіатура з англійської Long-Term Evolution [1], що перекладається як довгостроковий розвиток. Це стандарт високошвидкісної бездротової передачі даних, що базується на технологіях GSM / EDGE і UMTS / HSPA зі збільшеною за рахунок поліпшеного ядра мережі та іншого радіоінтерфейсу пропускнуною спроможністю.

У мобільних мережах різних країн для LTE застосовуються різні смуги і родючості, що визначає необхідність використання тільки багатодіапазонних телефонів, 4G-роутерів, 4G-модемів. Згідно зі специфікацією, LTE-мережі дозволяють забезпечити швидкість вхідного трафіка до 326,4 Мбіт/с, а вихідного - до 172,8 Мбіт/с. Для виявлення сигналів LTE, ми використали демодуляторний пристрій на основі мікросхеми RTL2832U. Основні параметри пристрою, наступні. Діапазон приймання: 24 – 1766 МГц

Діапазон приймання: 500 кГц – 28,8 МГц у режимі Direct Sampling Mode (Q-branch)

Смуга панорамного огляду: 3,2МГц, стабільно до 2,4 МГц

АЦП: RTL2832U 8 біт

Тюнер: R820T2

Опорний генератор: TCXO 1PPM

Bias-Tee: 4.5V 100mA

Захист від статички: BAV99

ВЧ-роз'єм: SMA-F

Вхідний опір: 50 Ом

Споживання струму: 270 - 280 мА

Алюмінієвий корпус

Модуляція: AM, FM, NFM, LSB, USB, SSB, CW, DSB, (ADS-B, D-STAR, AIS і інші).

За допомогою програмного забезпечення для платформи SDR під назвою "RTL-SDR" ми налаштували діапазони частот для кожної несучої та зафіксували графічне зображення типів

знайдених сигналів. Використовуючи отримані спектри та спектрограми (рис.1) та його розширену частину спектра (рис.2), ми визначили тип сигналу – LTE і, користуючись відповідними таблицями розподілу частотного діапазону для стандарту LTE, ідентифікували джерело сигналу, яке працює в діапазоні Band 13 (700МГц), оператор Vodafone.

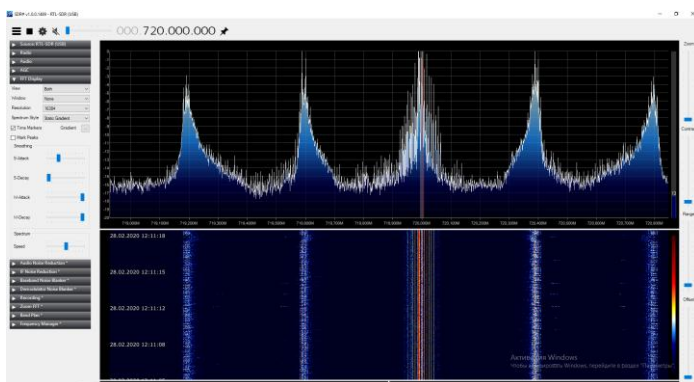


Рис. 1. Спектр і спектрограма сигналу від базової станції LTE

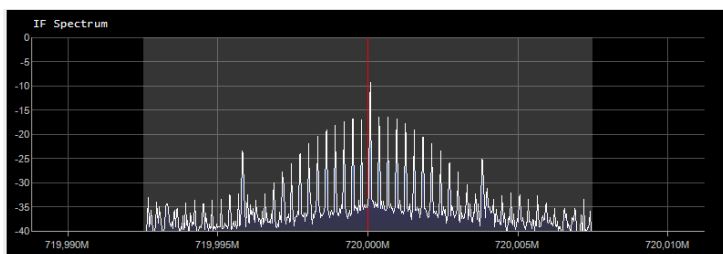


Рис. 2. Розширена частина сигналу LTE

### Список літератури

1. ITU-R Confers IMT-Advanced (4G) Status to 3GPP LTE. (Press release). 3GPP. October 20, 2010. Retrieved May 18, 2012.

**Енергетичний спектр локалізованої квазічастинки,  
взаємодіючої з двома незалежними  
фононними модами при  $T=0$  К**

У переважній більшості праць, в яких вивчаються властивості наногетеросистем, використовують модель системи, де вважається, що квазічастинка взаємодіє з фононами однієї моди, наприклад із поляризаційними фононами. Водночас, у реальних наногетеросистемах внаслідок різних фізичних і геометричних параметрів сусідніх шарів квантових ям і бар'єрів виникає велика кількість різноманітних фононних мод (обмежені оптичні, напівобмежені оптичні, інтерфейсні, акустичні і т. д.).

Послідовної теорії взаємодії квазічастинок із фононами багатьох мод поки що немає через складності квантової теорії поля у застосуванні до задач конденсованої матерії. Загальний теоретичний підхід до побудови такої теорії розвинений у праці [1] на основі діаграмної техніки Фейнмана–Пайнса при  $T=0$  К.

Для побудови теорії перенормованого енергетичного спектра локалізованої однорівневої квазічастинки з двома незалежними фононними модами при  $T=0$  К розглядаємо типовий [1] гамільтоніан системи фреліхівського типу:

$$\hat{H} = E a^+ a + \sum_{\lambda=1}^2 \Omega_{\lambda} (b_{\lambda}^+ b_{\lambda} + 1/2) + \sum_{\lambda=1}^2 \varphi_{\lambda} a^+ a (b_{\lambda} + b_{\lambda}^+). \quad (1)$$

Тут  $E$  – енергія невзаємодіючої з фононами квазічастинки;  $a^+$ ,  $a$  – оператори її народження та знищення;  $\Omega_{\lambda=1,2}$  – енергії обох фононних мод;  $b_{\lambda}^+$ ,  $b_{\lambda}$  – оператори їх народження та

знищення;  $\varphi_\lambda$  – константа взаємодії квазічастинки з фононами  $\lambda^{oi}$  моди.

Для розрахунку перенормованого взаємодією енергетичного спектра системи застосовано метод діаграмної техніки Фейнмана–Пайнса при  $T=0$  К. Тут через відсутність температури відсутнє згасання, тому спектр системи визначається рівнянням Дайсона

$$\omega = M(\omega),$$

(2)

де масовий оператор (М) у вказаному наближенні отримується в такому вигляді:

$$M(\omega) = \sum_{\lambda=1}^2 \frac{\varphi^2}{\omega - E - \Omega_\lambda - \frac{2\varphi^2}{\omega - E - 2\Omega_\lambda - \dots - f(\omega)}},$$

де

$$f(\omega) = \frac{n\varphi^2}{\omega - E - n\Omega_\lambda - \frac{(n+1)\varphi^2}{\omega - E - (n+1)\Omega_\lambda - \dots}}.$$

У результаті конкретних числових розрахунків виявилось, що перенормований енергетичний спектр досліджуваної системи є суперпозицією двох безмежних квазіеквідистантних енергетичних дискретних спектрів з обома фононними модами ( $\Omega_1$  і  $\Omega_2$ ).

#### Список літератури

1. Ткач М.В., Сеті Ю.О., Войцехівська О.М. Квазічастинки у наносистемах. Квантові точки, дроти і плівки // Чернівці: Книги – XXI, 2015.



**Степан Бужняк, Денис Бісн**  
Науковий керівник – доц. В.І. Горбулик

### **Автомат сходового освітлення**

На нічне освітлення під'їздів житлових будинків витрачається величезна кількість електроенергії, причому більшу частину часу світло горить даремно. Щоб уникнути непотрібних витрат енергії, необхідно обладнати під'їзди будинків автоматами, що вмикають на нетривалий час світло тільки тоді, коли в цьому є необхідність.

Сходовий автомат (вимикач) – це електронний пристрій із вбудованим таймером, який спрацьовує від сигналу, що поступає, тобто замикає електричний ланцюг освітлення на певний попередньо встановлений час [1].

Сходові автомати (сходові таймери, сходові реле) призначені для автоматичного вимкнення освітлення (навантаження) через заданий проміжок часу після його ввімкнення. Застосовуються для управління освітленням на сходових майданчиках, коридорах, у передпокоях, тамбурах, господарських приміщеннях, підвалах, службових приміщеннях. Автомати вмикають освітлення через заданий проміжок часу після його ввімкнення. Цей час встановлений регулятором у діапазоні від 1 до 10 хвилин [2].

На рисунку 1 наведено схему автомата сходового освітлення. Для виявлення руху в приміщенні використовується нормально замкнений контакт S1. Це може бути мікровимикач, закріплений на дверях так, щоб при проходженні дверей він розмикався, але, наприклад, за допомогою доводчика дверей він потім закривався, замикаючи контакти. Але, без сумніву, простіше використовувати широко розповсюджені охоронні датчики руху пасивного інфрачервоного типу виявлення. Пасивними вони називаються тому, що використовують зміну власного ІЧ-фону в приміщенні для виявлення руху.

Датчик живиться від 12 В постійного струму і має всередині релейний контакт, нормально замкнений при відсутності руху і короткочасно розмикається при виявленні руху. Але просто

постійно блимати світлом в такт руху було б якось недобре, тому інформаційний сигнал із датчика запускає одновібратор. Одновібратором у техніці називають пристрій, який по вхідному запускаючому імпульсу формує вихідний сигнал заданої тривалості  $T$ . Для наших цілей освітлення одновібратор класичного типу доповнений додатковим каскадом, що перетворює його в одновібратор із перезапуском. Тобто кожний наступний вхідний імпульс перезапускає пристрій так, що тривалість вихідного сигналу при трьох вхідних імпульсах  $I_1$ , інтервал між якими менший, ніж встановлена вихідна тривалість імпульсу  $T$  ( $I_1$ ,  $I_2$  та  $I_3$ ), вихідна тривалість може бути подана у вигляді  $T_1 + T_2 + T_3 + T$ . Тут  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  – це відпрацьовані затримки до надходження наступного імпульсу по входу. Тобто, поки є певний рух, світло буде горіти безперервно, а після останнього руху світло буде горіти ще встановлений час  $T$  і потім згасне.

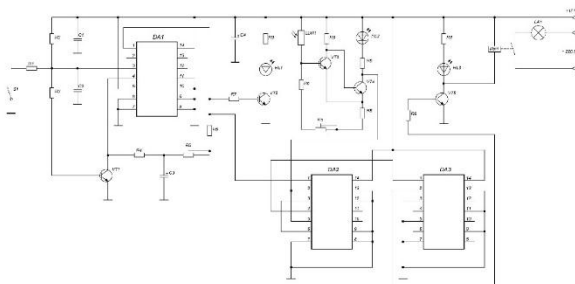


Рис. 1. Схема автомата сходового освітлення

### Список літератури

1. <https://shema.info/uk/osvitlennya/8022-avtomati-shodovogo-osvitlennia.html>
2. <http://ua.nauchebe.net/2010/06/tiristornij-avtomat-shodovogo-osvitlennya/>

**Доріс Буковецька**  
Науковий керівник - ас. М.В. Талах

## **Моделювання мінливості кліматичних сезонів для території м. Чернівці**

Зміна клімату має великий вплив на життєдіяльність населення та навколишнє середовище в усьому світі. Не є винятком і Чернівецька область.

Першим етапом процесу моделювання є визначення інформативних ознак процесу чи явища. Показником, що має найбільше інформаційне навантаження у дослідженнях клімату прийнято вважати температуру [1]. Однак суто її часової динаміки, зазвичай, недостатньо для ефективного оцінювання кліматичних змін. У багатьох працях як показник застосовують терміни настання та тривалість кліматичних сезонів [2;3]. Проте розбіжність календарних термінів сезонів з їх кліматичними характеристиками змушує шукати критерії їх виділення, що відображають динаміку природних процесів [3]. У ряді праць показано, що визначення кліматичної зими як періоду часу зі стійкою середньодобовою температурою нижче нуля є справедливим для досліджуваної території. Межі літнього сезону, зазвичай, визначають стійким переходом середньодобових температур через відмітку 10 (іноді 15) °C [1;4].

Нами як межі сезонів були обрані стійкі (протягом 5 днів) переходи середньодобової температури через 0 та 10 °C відповідно.

Вхідними даними слугували дані метеостанції Чернівецького аеропорту за 2006-2019 роки. Масив вхідних даних сформований на основі середньодобової температури повітря. Для отриманого часового ряду було проведено його декомпозицію. На рис. 1 зображено його трендовий компонент. Чітких закономірностей в динаміці показника протягом досліджуваного періоду не зафіксовано.

Наступним кроком стало виявлення меж кліматичних сезонів. Як приклад (рис. 2) наведено терміни початку кліматичної весни (порядковий номер дня у році) для досліджуваної території. Даний підхід також не виявив зсуву початку даного кліматичного періоду. Тому для подальших досліджень пропонується розширити набір

критеріїв для виділення кліматичних сезонів та як результуючі показники застосовувати не лише дату початку сезону, але і його тривалість, а також порівнювати отримані результати з кліматичною нормою.

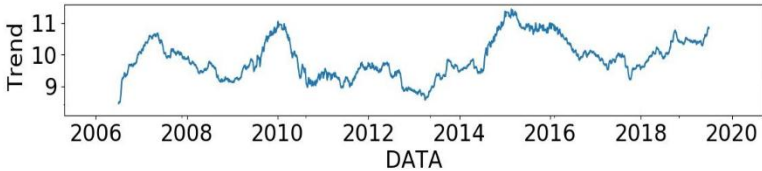


Рисунок 1. – Тренд середньодобової температури повітря для м. Чернівці за досліджуваний період

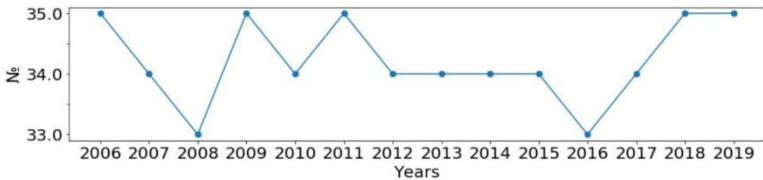


Рисунок 2. Терміни настання кліматичної весни для м. Чернівці за досліджуваний період: № - порядковий номер дня у році

Таким чином, застосування інформаційних технологій та методів аналізу даних дозволяє автоматизувати процес моделювання температурних показників території, зокрема відбору інформативних показників для визначення термінів та тривалості кліматичних сезонів.

### Список літератури

1. Артамонов Б. Б. Науковий вісник НЛТУ України. Прогноз впливу кліматичних змін у Хмельницькій області на навколишнє середовище і населення / Б. Артамонов, С. М. Шевченко, А. О. Дячук, 2019. - Т 29, № 2 – С.88-90.
2. Лялько В. І. Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки / В. І. Лялько, Л. О. Єлістратова, М.І. Кульбіда, О.А. Апостолов, М.Б. Барабаш // Український журнал дистанційного зондування Землі. - 2015. - № 6. - С. 33-63.
3. Горный В. И. Прогноз тепловой реакции городской среды Санкт-Петербурга и Киева на изменение климата (по материалам съемок спутниками EOS и Landsat) / В.И. Горный, В.И. Лялько, С.Г. Крицук и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2016. — Т. 13. — № 2. — С. 176—191.
4. Шевченко О.Г. Прояв зміни клімату на території м. Києва та основні підходи до його адаптації // Часопис картографії. - 2017. - Вип. 1. - С. 108-122.

**Іван Буряк**

Науковий керівник - проф. О. Г. Шайко-Шайковський

## **Розробка та побудова конструкції маятникового копра**

На сьогоднішній день спостерігається гостра нестача та дефіцит навчального лабораторного обладнання для використання навчальному процесі закладів освіти всіх рівнів. Необхідно розширювати та вдосконалювати лабораторну навчальну базу природничих кафедр. Сучасні інженери, спеціалісти інженерно-технічного профілю повинні бути в курсі сучасних досягнень науки та техніки, несподіваних проривів та новинок у цій галузі, розробок провідних промислових та наукових закладів, які постійно відбуваються у провідних промислових країнах світу.

Це питання стало дуже актуальним та важливим у зв'язку із тим, що в Україні відсутні підприємства та установи, які б займалися розробкою та виготовленням сучасного лабораторного обладнання, яке б було невід'ємною частиною навчального плану. Це все набуває ще більшої складності, оскільки на даний момент в університеті немає належного фінансування для того, щоб придбати обладнання для лабораторій. Лабораторні установки потрібно закупляти за кордоном, вони там коштують достатньо дорого. Існуюче обладнання, яке є в нас на даний час, морально та фізично застаріло та потребує заміни на більш нове, або потребує оновлення та модернізації.

Тому в лабораторії опору матеріалів ЧНУ імені Юрія Федьковича практикується шлях подальшого розвитку та вдосконалення лабораторно-технічної бази кафедри в процесі виконання курсових, дипломних та магістерських робіт із відповідної тематики. При цьому, перш за все, робиться акцент не тільки на теоретичні аспекти роботи, а також і на практичні. Виконуються розрахунки на міцність та жорсткість для всіх елементів конструкції, а також визначається та обґрунтовується технологія їх виготовлення, починаючи з розробки креслень і до збирання, оздоблення конструкції. Отримані таким шляхом робочі конструкції, споруди, механізми можуть використовуватись студентами у процесі виконання лабораторних практикумів із інженерно-технічних дисциплін. Такий підхід дозволяє суттєво розширити тематику

лабораторних робіт, їх перелік, звернути увагу студентів на несподівані аспекти явищ, які при цьому вивчаються.

З метою досягнення поставленої мети в лабораторії розроблена, спроектована та виготовлена конструкція маятникового копра. Це дозволило досліджувати ще одну тему для практичного вивчення у навчальному процесі з дисципліни «Опір матеріалів», а також - «Матеріалознавство». Установка дозволяє здійснювати випробовування металевих зразків на ударну в'язкість. Габарити та принцип дії розробленої та виготовленої установки близькі до тих, що реалізуються існуючими подібними серійними установками. Проте фізична та моральна застарілість останніх, зношеність основних їх елементів і вузлів вимагають оновлення цих конструкцій із метою підвищення точності показників, безпечності роботи конструкції, зменшення коливань, вібрацій. Відсутність вітчизняних виробників та висока вартість закордонних аналогів роблять обраний шлях поповнення та розвитку лабораторної бази важливим та актуальним, привабливим для подальшого практичного розвитку та реалізації.

Собівартість розробленої, спроектованої та виготовленої установки на порядки нижче відповідного обладнання, яке пропонується в Інтернеті закордонними фірмами-виробниками. Проте під час роботи над реальним практичним проектом студент набуває важливі навички, які йому будуть вкрай потрібні у процесі у процесі подальшої практичної інженерно-технічної або викладацької діяльності.

Запропонований шлях показав корисність та доцільність такого підходу, його високу та ефективну роль у процесі підготовки інженерів та спеціалістів машинобудівного профілю.

### Список літератури

1. Попилов Л.Я. Советы заводскому технологу Справочное пособие .- Л. :1975.-265 с.

2.Писаренко Г.С. Опір матеріалів : підруч. для студ. мех. спец. **вищ. навч.** закл. / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Є. С. Уманський ; за ред. Г. С. Писаренка. - 2 вид. - К.: Вища шк., 2004. - 654 с.

**Олександр Бялковський**

Науковий керівник – проф. Крамар В.М.

## **Завдання системи професійно-технічної освіти України для забезпечення критеріїв якості освіти в країнах ЄС**

Приєднання України до освітніх процесів у країнах ЄС передбачає необхідність впровадження системних змін у вітчизняній системі освіти. Зокрема це стосується й системи професійно-технічної освіти (ПТО), її адаптації до європейських цінностей і освітніх стандартів. З огляду на це неабиякої актуальності набуває проблема визначення напрямів модернізації вітчизняної системи ПТО з метою забезпечення необхідних умов для її сталого інноваційного розвитку та спроможності до якісної професійної підготовки кваліфікованих робітників для різних галузей економіки з урахуванням потреб сучасного ринку праці як через систему закладів ПТО, так і на виробництві.

Аналіз літературних джерел, в яких висвітлюється різні аспекти вказаної проблеми, показав наступне.

Найперше, визнається, що впровадження європейських підходів до організації ПТО може бути забезпечене тільки за умови, що вона стане частиною послідовної всеосяжної стратегії освіти упродовж життя [1].

Формування стратегії ЄС у сфері ПТО характеризується рядом важливих етапів, на яких були визначені ключові принципи та механізми управління даною галуззю освіти [2].

Лісабонська стратегія (2000 р.), якою запроваджено рамкову програму «Освіта і професійне навчання 2020», окреслила базові вміння, які мають формуватися в рамках неперервного навчання: знання інформатики, володіння іноземними мовами, технологічна культура, підприємливість, а також якості й уміння, необхідні для суспільного життя. Населенню має надаватись можливість отримувати нові знання та підвищувати кваліфікацію як через освітянські осередки або заклади професійної підготовки, так і на робочому місці.

Стокгольмська доповідь Європейської Комісії (ЄК) «Про конкретні майбутні завдання для системи освіти та професійної підготовки в Європі» (Стокгольм, 2001 р.) є першим документ-

том, що пропонує уніфіковану стратегію розвитку національних освітніх політик, включаючи такі кардинальні зміни:

- 1) підвищення якості і ефективності систем освіти та підготовки в країнах ЄС;
- 2) спрощення доступу до всіх форм освіти упродовж життя;
- 3) посилення відкритості систем освіти та підготовки фахівців у всьому світі.

Прийняттям Декларації ЄК і міністрів освіти країн-членів ЄС з розвитку співробітництва в галузі ПТО (Копенгаген, 2002 р.) у ЄС розпочато так званий Копенгагенський процес, спрямований на реалізацію низки завдань зі створення єдиного європейського простору в галузі ПТО.

У 2009 р. створено Європейську референційну рамку забезпечення якості ПТО (EQAVET) з метою підтримки та моніторингу постійного удосконалення національних систем ПТО і навчання.

Європейським фондом освіти у 2010 р. ініційований Туринський процес, основна мета якого полягає у виробленні єдиної позиції за стратегіями подальшого розвитку державних систем ПТО та навчання, беручи до уваги роль останніх у підвищенні конкурентоспроможності і забезпеченні стійкого й інклюзивного зростання.

У даному повідомленні розкриваються основні положення названих етапів з метою аналізу відповідності вітчизняної системи ПТО вимогам стандартам професійної освіти і навчання у країнах ЄС.

### **Список літератури**

1. Сергеева Л. М. Інституції професійно-технічної освіти країн Європейського Союзу / Л. М. Сергеева. – К. : Арт Економі, 2012. – 120 с.
2. Пуховська Л. Європейська політика у сфері підготовки педагогічних кадрів // Збірн. матер. І Міжнар. наук.-практ. конфер. „Професійна освіта в умовах сталого розвитку суспільства” (Київ, 1 грудня 2016) /за заг. ред. В.О. Радкевич, Г.М. Романової. – Інст. проф.-тех. освіти НАПН України. – Павлоград, ІМА-прес, 2016. – С. 36-38.



### **Вплив технологічних режимів вирощування на процеси компенсації в монокристалічному CdTe:Cl**

Напівізолюючий CdTe знаходить дедалі більше практичне використання через сукупність властивих йому особливостей (високі коефіцієнти поглинання  $\gamma$ - і рентгенівського випромінювання, хороша радіаційна стійкість і т. ін.) та можливість відносно легко отримувати матеріал з малими значеннями концентрації рівноважних носіїв:  $n \cong (10^9 - 10^6) \text{см}^{-3}$  [1] Найчастіше для отримання кристалів із такими властивостями використовують легування домішками, які утворюють мілкі (In, Al, Cl) чи глибокі (Ge, Sn, Pb, V, Ti, Ni) рівні у забороненій зоні [2]

Робота присвячена вивченню електричних властивостей монокристалів CdTe, легованих домішкою хлору, у залежності від умов отримання напівпровідника.

Кристали групи А отримані вертикальним методом Бріджмена з розплаву стехіометричного складу при різній швидкості охолодження після вирощування ( $v_{\text{охолод}}$ ): гартовані  $v_{\text{охолод}} \approx 150 \text{К/год}$  і повільно охолоджені  $v_{\text{охолод}} \approx 25 \text{К/год}$ .

Кристали групи В отримані з розчину-розплаву у Те ( $T=1073 \text{К}$ ) при  $v_{\text{охолод}} \approx 0,6 \text{ см/день}$ .

Загальна концентрація Cl у досліджуваних зразках була в межах  $N_{\text{Cl}}^0 = (5 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3})$ . Вимірювали температурні залежності коефіцієнта Холла  $R_H$  і електропровідності  $\sigma$ . Деякі параметри зразків при 300 К наведені у таблиці.

	Тип п,р	Конц. носіїв п,(р), $\text{см}^{-3}$	$\Delta E$ , еВ	Рухлив. носіїв $\mu_n$ , $\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$	Особливості технологічних режимів
A1	п	$3,7 \cdot 10^{16}$	0,01	940	гартування
A2	р	$2,5 \cdot 10^9$	0,63	85	повільне охолодж.
A3	п	$3,2 \cdot 10^6$	0,76	520	повільне охолодж.
В	р	$1,1 \cdot 10^8$	0,62	40	розчин-розплав

*Гартований матеріал (зразок А1, табл.).* Зразки були низькоомними, n-типу. Їх провідність визначалася рівнем із глибиною залягання  $E_C - 0,01\text{eV}$ , який був повністю виснаженим до азотних T. Виходячи з умов отримання зразків, можна стверджувати, що такими донорними дефектами є атоми Cl у телурових вузлах:  $(Cl_{Te})$ . На основі аналізу залежності  $\lg\mu_H=f(\lg T)$  визначені концентрації донорних рівнів ( $N_D$ ) і компенсуючих їх акцепторних ( $N_A$ ),  $\text{см}^{-3}$ :  $N_D \approx 6,8 \cdot 10^{16}$ ;  $N_A \approx 3,2 \cdot 10^{16}$ .

*Повільно охолоджений CdTeCl (зразки А2, А3, табл.).* Встановлено, що при цьому утворюється напівізолюючий матеріал p- і n-типу, питомий опір якого залежить від ступеня компенсації робочого рівня. Його глибина залягання дорівнювала  $\Delta E = E_V + (0,62 - 0,65)\text{eV}$ . Кристали n-типу завжди високоомніші порівняно зі зразками p-типу і вони зустрічаються рідше. Це означає, що у них інверсія типу провідності відбулася при температурах, нижчих за кімнатну

*Кристали, отримані з розчину-розплаву у Te (зразок В, табл.).* Зразки є напівізолюючими p-типу провідності і за параметрами близькі до повільно охолоджених, вирощених методом Бріджмена.

Отримані результати пояснюються в рамках моделі, в якій властивості CdTe:Cl визначаються в основному взаємодією між 3 типами дефектів: точкових  $Cl_{Te}$  і  $V_{Cd}$ , і асоціатів  $A_{Cl}$ , а також співвідношенням їх концентрацій. Дефекти  $A_{Cl}$  утворюються згідно з реакцією:  $Cl_{Te}^+ + V_{Cd}^{2-} \leftrightarrow (Cl_{Te}^+ V_{Cd}^{2-})^- \equiv A_{Cl}^-$ .

У гартованому зразку зафіксована високотемпературна рівновага, при якій  $[Cl_{Te}^+] \gg [A_{Cl}^-] + [V_{Cd}^-]$ , а для повільно охолоджених буде справедливим:  $[Cl_{Te}^+] \approx [A_{Cl}^-] + [V_{Cd}^-]$ . Результати, отримані при дослідженні відпалених кристалів, підтверджують правильність вибраної моделі.

#### Список літератури:

1. Zanio K. Cadmium telluride // New-York-London: Academic Press. –1978. – 235p.
2. Marfaing Y. Models of donor impurity compensation in cadmium telluride // Rev. Phys. Appl. – 1977. – Vol.12. – P.211-217.

## **Термоелектричні охолоджувачі для рентгенівських та інфрачервоних детекторів**

Робоча температура фотоприймача пов'язана з робочим діапазоном довжин хвиль ІЧ-детектора і залежить від матеріалу й технології фоточутливого елемента. Сучасні охолоджувані інфрачервоні сенсори ефективно працюють за температур, нижчих 200 К [1]. Для їх охолодження були розроблені спеціальні мікрокріогенні системи на основі газової кріогенної машини Стирлінга, яка сполучається з кріостатованим фотоприймачем в єдину конструкцію [2-5]. Вони забезпечують температуру охолодження фотоприймача на рівні 75 – 150 К.

Основний недолік таких систем – їх висока вартість. Такі механічні системи охолодження роблять ІЧ сенсорні обладнання громіздкими, дорогими й малонадійними, що перешкоджає широкому практичному використанню ІЧ-приладів. Середньохвильові (3 – 5 мкм) і довгохвильові (5 – 30 мкм) ІЧ-сенсори, що працюють без кріоохолодження, потрібні для багатьох важливих практичних застосувань. Наукові дослідження останнього десятиліття показали, що добрі граничні характеристики сенсорів середньо- і довгохвильового ІЧ-діапазону можуть забезпечуватися за робочих температур фотоприймачів суттєво вищих від кріогенних. Ці температури легко досягаються за допомогою термоелектричного охолодження, яке в цьому випадку є раціональнішим порівняно з машинним способом одержання холоду.

Термоелектричні охолоджувачі в наш час забезпечують охолодження ІЧ-сенсорів до 190 К. Такі пристрої малогабаритні, міцні, високонадійні й мають робочий ресурс до 20 років. Основний недолік термоелектричного охолодження – низька енергетична ефективність.

Термоелектричне охолодження достатньо широко використовується для забезпечення необхідної робочої

температури ПЧ-детекторів [1]. Фотоприймач, розміщений на теплопоглинальній грані термоелектричного охолоджуючого модуля, як правило, монтується в герметичний корпус, основа якого перебуває в доброму тепловому контакті з теплообмінником. Для кращого теплового контакту застосовують спеціалізовані термопасти.

Але з розвитком рентгенівських і інфрачервоних детекторів виникає необхідність у термоелектричному охолодженні малих розмірів і більшою потужністю. Було проведено аналіз характеристик існуючих моделей термоелектричних охолоджувачів детекторів випромінювання і досліджено можливість їх удосконалення.

На основі результатів проведених досліджень було побудовано фізичну, математичну і комп'ютерну моделі термоелектричного охолоджувача детекторів випромінювання, що стануть основою для їх подальшого проектування та оптимізації.

### Список літератури

1. Rogalski A. Progress in focal plane arrays technologies. Progress in Quantum Electronics, V. 36, N 2–3, 2012, P. 342–473.
2. Липин М.В. Результаты разработки ряда модульных МКС Сплит – Стирлинг для криостатирования М.В. Липин, А.В. Громов // ФПУ 1-го и 2-го поколений. Прикладная физика, №2, 2007г., С. 110 – 119.
3. Современное состояние разработки и перспективы развития МКС Сплит–Стирлинг для охлаждаемых ФПУ. / М.В. Липин, А.В. Громов // Доклад на XXI Международной научнотехнической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, 25 –28 мая 2010 г., г. Москва 1. М.В. 2.
4. Veprik A., Zehtzer S., Vilenchik H. and Pundak N. Micro-miniature split Stirling linear cryocooler. AIP Conf. Proc. V. 1218, 2010, p.363-370.
5. Состояние разработки и перспективы развития МКС Сплит–Стирлинг для охлаждаемых ФПУ. / М.В. Липин, А.В. Громов // Доклад на XX Международной научно- технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, 27 –30 мая 2008г., г. Москва, www.cryontk.ru.

**Віталій Вігонний**  
Науковий керівник – асист. Кобилянський Р.Р.

## **Використання термоелектричного охолодження для кріодеструкції в дерматології**

Загальновідомим у медичній практиці є та обставина, що температурний вплив є важливим фактором лікування багатьох захворювань організму людини. В останні роки спостерігається тенденція застосування немедикаментозних методів лікування захворювань шкіри. Одним із перспективних напрямів є кріодеструкція – метод видалення різних утворень шкіри шляхом глибокого виморожування біологічних тканин. Для здійснення кріодеструкції необхідно охолодити певну ділянку тіла людини до температури  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На сьогодні таке охолодження реалізується за допомогою спеціальних кріоінструментів із використанням азоту. Проте використання азоту має низку недоліків, це відкриває перспективи використання термоелектричного охолодження для кріодеструкції, яким може бути реалізоване охолодження до температури  $(0 \div -80)\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Вплив холоду на біологічну тканину слід розглядати у двох різних діапазонах температур: вищій від температури замерзання тканинної рідини та нижчій від цієї температури. У першому випадку мова йде про фізіологічну реакцію біологічної тканини на зниження температури навколишнього середовища, а в другому – про пошкодження клітинних структур внаслідок розширення тканинної рідини за її замерзання (утворення кристалів льоду).

Інтенсивність деструкції клітин у вогнищі заморожування залежить не тільки від мінімальної температури у вогнищі, але й від швидкості охолодження біологічної тканини. Оптимальним є відносно швидке заморожування –  $(40\text{--}50)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ . Ефективність кріодеструкції клітини висока, якщо вона не встигає витіснити через мембрани внутрішньоклітинну рідину в процесі охолодження тканини перед заморожуванням.

Перспективи застосування термоелектричного охолодження у дерматології зумовлені цілим рядом переваг: можливість створення контрольованих температурних режимів теплового впливу на шкіру людини; можливість регулювання та циклічної зміни температури робочого інструмента шляхом зміни струму живлення через термоелектричну модель Пельтьє; можливість візуалізації, підтримання на заданому рівні та контролю температури робочого інструмента під час терапевтичного впливу.

З практики використання кріодеструкції встановлено, що оптимальними для деструкції біологічної тканини є температура  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При цьому швидкість охолодження має знаходитись в інтервалі  $-(40-50)\text{ }^{\circ}\text{C/хв}$ . Ефективність деструкції зростає за циклічного охолодження і нагрівання. Для реалізації оптимальних умов кріодеструкції використання термоелектричного охолодження має низку переваг над азотним. Наявні термоелектричні прилади для кріодеструкції підтверджують їх ефективне використання в медицині.

Встановлено, що термоелектричне охолодження є перспективним у дерматології для лікування багатьох різноманітних захворювань шкіри (рожевих вугрів (розацеа), вугрів звичайних (акне), псоріазу, нейродерміту, пруритиго, варикозних форм червоного плоского лишая тощо), проведення кріомасажу, стимуляції обміну речовин, розгладження зморшок та усунення косметологічних дефектів шкіри шляхом кріодеструкції.

### Список літератури

1. Анатичук Л.І., Денисенко О.І., Кобилянський Р.Р., Каденюк Т.Я. Про використання термоелектричного охолодження в дерматології та косметології // Термоелектрика. – 2015. – № 3. – С. 57-71.
2. Кобилянський Р.Р., Безпальчук О.О., Вигонний В.Ю. Про застосування термоелектричного охолодження у косметології // Фізика і хімія твердого тіла. – Т.19. – 2018. – № 4. – С. 340-344.
3. Кобилянський Р.Р., Маник О.М., Вигонний В.Ю. Про використання термоелектричного охолодження для кріодеструкції у дерматології // Термоелектрика. – № 6. – 2018.

**Богдан Вітвіцький**

Науковий керівник – проф. Фодчук І.М.

**Дефектна структура високоомних кристалів CdTe:Cl  
за даними високороздільної X-променевої  
дифрактометрії**

Досліджувалась серія зразків високоомних монокристалів (111) CdTe, які використовуються для виготовлення сонячних елементів. Дислокаційна структура в об'ємних зразках CdTe вивчалася з використанням методів високороздільної X-променевої дифрактометрії. Експериментальні дослідження від різних рефлексів (симетричних – 111, 333, 444; квазізабороненому – 222, а також асиметричному – 331 відбиваннях  $CuK_{\alpha 1}$ ) проводились на дифрактометрі Philips X'Pert PRO. На основі кінематичної теорії Кривоглаза та методу Монте-Карло проаналізовано вплив можливої дислокаційної системи та границь розділу в CdTe на розподіли інтенсивностей дифрагованого пучка X-променів у різних схемах дифракції.

Для зразків характерні різні типи дефектів, зокрема дислокаційні петлі, бар'єри Ломера-Котрелла, включення іншої фази. Шляхом моделювання проаналізовано вплив повних та часткових дислокацій у різних дефектних моделях на інтенсивність дифрагованого пучка. В об'ємних кристалах енергетично вигідніше повній дислокації дисоціювати на часткові. Тому розглянуто дисоціацію повних  $60^0$  дислокацій на часткові  $30^0$  та  $90^0$  дислокації Шоклі. Для визначення впливу на формування розподілів  $I_h(\omega, \omega - 2\Theta)$  вибрано дві модельні системи із двох систем дислокацій: а) повних 60-ти градусних дислокацій з векторами Бюргерса  $\vec{b}_1 = a/2 [\bar{1}\bar{1}0]$  та  $\vec{b}_2 = a/2 [011]$ ; б) частинних дислокацій Франка  $\vec{b}_F = a/3 < 111 >$ . Такі дислокації також можуть існувати у малокутових границях між блоками [1].

У випадку хаотичного розподілу дислокацій, який зустрічається в реальних кристалах, можна оцінити їх середню густину по півширині розподілів  $I_h(\omega)$  ( $\omega$  – кут сканування зразка) (рис.1а) [2]:

$$N_G = \frac{W_G^2}{9|\vec{b}|^2}, \quad (1)$$

де  $\vec{b}$  – вектор Бюргера характерних дислокацій,  $W_{\text{exp}} = \sqrt{W_G^2 + W_{\text{teor}}^2}$ ,  $W_{\text{teor}} = \frac{2C|\chi_h|}{\sin 2\theta}$ ,  $\chi_h$  – Фур'є-компонента поляризуємості кристалу,  $C$  – фактор поляризуємості,  $\theta$  – кут Бреґга. Зокрема, для симетричного 333 рефлексу  $W_{\text{teor}}=4''$ , асиметричного 331 –  $W_{\text{teor}}=6''$ .

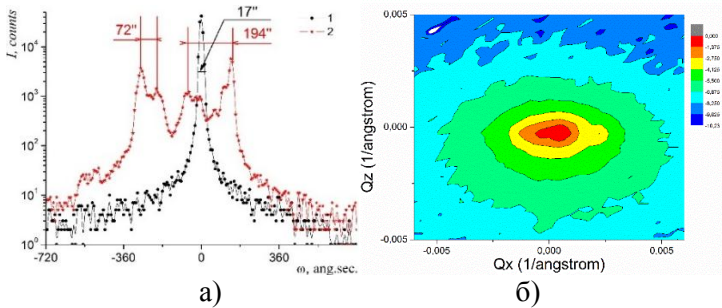


Рис. 1. Експериментальні розподіли  $I_h(\omega)$  – (а), зразки №1 та №2;  $I_h(\omega, \omega-2\Theta)$  для зразка №1 – (б); відбивання 333;  $\text{CuK}_{\alpha 1}$ .

Розрахунки проводилися до співпадання півширин експериментальних та теоретично розрахованих розподілів  $I_h(\omega, \omega-2\Theta)$  вздовж напрямків  $Q_x$  та  $Q_z$  для симетричних і асиметричних рефлексів. Визначені у процесі моделювання густини повних  $N_M$  та частинних  $N_F$  дислокацій для двох модельних систем відрізняються. Це може бути зумовлено вибором геометрії дислокаційних систем, і, очевидно, різним впливом гвинтових та крайових компонент повних та частинних дислокацій.

Визначено найбільш оптимальну дислокаційну модель, при якій спостерігається кореляція між експериментальними та теоретично розрахованими розподілами  $I_h(\omega, \omega-2\Theta)$ . Проаналізовано вплив даної дефектної структури на характеристики сонячних елементів.

### Список літератури:

1. Y.T. Zhu, X.L. Wu, X.Z. Liao, J. Narayan, L.J. Kecskés, S.N. Mathaudhu, Dislocation–twin interactions in nanocrystalline fcc metals // *Acta Materialia*. – 2011. – Vol.59, №2. – p. 812-821.
2. Хирт П.Б. Мозаїчна структура // М.: Металурґія, 1960.

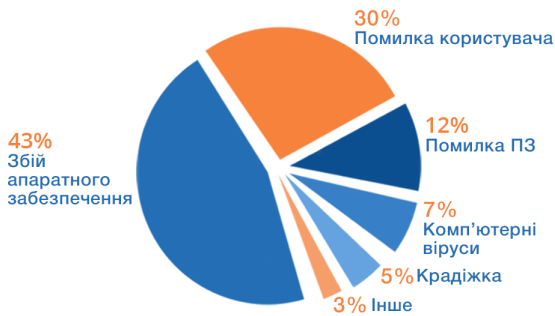


## **Система комплексного захисту інформації в мікросервісах**

Мікросервісна архітектура є сучасним і найбільш перспективним підходом до створення ефективних масштабованих розподілених систем, це робить цю архітектуру надзвичайно популярною в системах із високим навантаженням або великою кількістю одночасних запитів.

Мікросервісна архітектура являє собою підхід, в якому єдина система будується як набір невеликих сервісів, що для запитів один до одного використовують легковисні механізми, такі як HTTP, і розгортаються незалежно один від одного. Такий підхід дозволяє масштабувати систему, вносити зміни в конкретний сервіс без перезапуску всієї системи і прибирає межі мов програмування які виникають у монолітній архітектурі [1].

Проаналізувавши вже відомі причини викрадення, зміни або знищення інформації, ми отримуємо приблизно такі результати: [2]



Як ми бачимо з діаграми, найбільшою проблемою є збій апаратного забезпечення і користувач. Розробимо системи захисту від найнебезпечніших та найімовірніших факторів цих загроз. Тут слід зазначити, що найбільш важливою для нас у даному випадку є інформація, що зберігається в базах даних.

Перепад напруги - встановлення джерела безперебійного живлення.

Вихід із ладу накопичувачів даних - використання технології віртуалізації даних RAID 5.

Вихід з ладу інших компонентів - використання системи автоматичного сповіщення персоналу та “підйому” сервісів, що вийшли з ладу, на іншій машині.

Пожежа – встановлення протипожежної системи, використання важкозаймистих меблів, проведення курсів пожежної безпеки для персоналу.

Помилка користувача – періодичні курси з комп’ютерної безпеки та при прийомі на роботу, обмеження каналів зв’язку, прав доступу персоналу, використання мережевих фільтрів та ПЗ з можливістю ізоляції даних на рівні процесів.

Для комплексного захисту інформації від інших факторів потрібно застосувати цілий комплекс систем, до яких входять:

- Система захисту від DDOS-атак – мінімізація доступних зон для проведення атаки та використання firewall’а.
- VPN (Virtual Private Network) – шифрування каналів зв’язку.
- Антивірусна програми – програма пошуку вірусів для їх подальшого знищення.
- DataDog - сервіс для моніторингу баз даних та сервісів.
- Система автоматичного імпорту баз даних – дублювання даних на локальні носії інформації.
- Система ідентифікації, аутентифікації та авторизації.
- Система двухетапної аутентифікації.

#### **Список літератури**

1. Мікросервісна архітектура URL :  
<https://martinfowler.com/articles/microservices.html>
2. Основні причини втрати інформації URL :  
<https://www.r-explorer.com/uk/blog/general-issues/data-loss-reasons.php>

**Володимир Волович**  
Науковий керівник – асист. Лисько В.В.

### **Дослідження похибок при вимірюванні параметрів термоелектричних модулів охолодження абсолютним методом**

Серед існуючих методів визначення параметрів термоелектричних модулів охолодження найбільш поширеними є метод Хармана та абсолютний метод [1; 2]. Як показують оцінки, загальний вплив факторів, що призводять до похибок у методі Хармана, може досягати 60-70%. І навіть їх врахування за допомогою введення поправок дозволяє зменшити похибки тільки до 10-15%.

Більш надійним є використання абсолютного метода визначення параметрів термоелектричного модуля охолодження, коли досліджуваний модуль знаходиться в реальних умовах його експлуатації – між основою термостата та електричним нагрівником (рис. 1).

Похибки при визначенні холодопродуктивності, максимального перепаду температур та холодильного коефіцієнта за допомогою абсолютного методу зумовлені двома основними причинами. Перша є наслідком інструментальних похибок вимірювань величин, що входять у розрахункові формули – струму та напруги нагрівника, струму та напруги модуля, температур гарячої та холодної сторони модуля.

Другим компонентом похибок є методичні похибки. Вони є наслідком відхилення від ідеальних умов, в першу чергу, – умов адіабатичності і одномірності потоків тепла через модуль. Для аналізу можливих величин похибок необхідно розглядати реальну фізичну модель вимірювань.

Найбільші похибки мають місце при вимірюванні кількості тепла, що проходить через модуль, та перепаду температур на ньому. На «холодну» сторону досліджуваного модуля потрапляє не тільки тепло, що виділяється нагрівником. Має місце також теплообмін із термостатом випромінюванням, конвекцією та теплопровідністю через провідники та притискний механізм.

Було проведено дослідження можливих похибок абсолютного методу та розглянуто шляхи їх мінімізації.

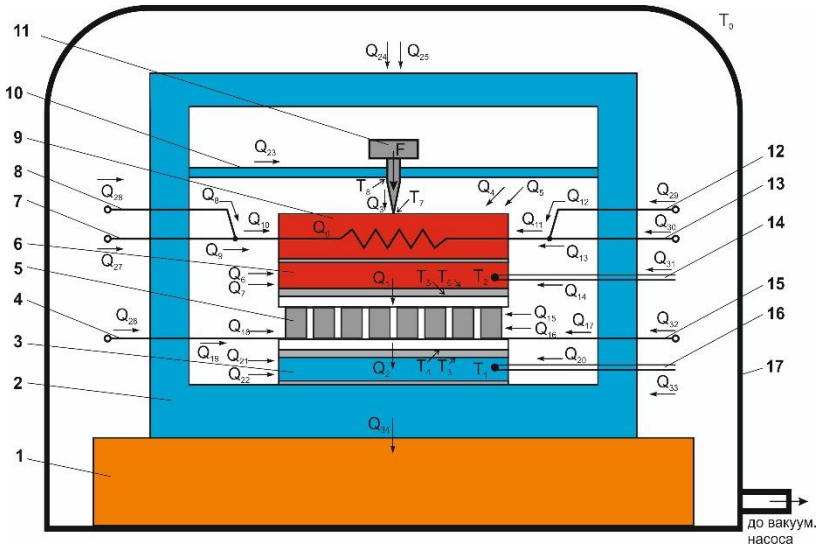


Рис. 1. Схема абсолютного методу вимірювання параметрів термоелектричних модулів охолодження.

1 – термостат; 2 – ізоtermічний екран; 3 – «гаряча» тепловирівнююча пластина; 4, 15 – струмові провідники досліджуваного модуля; 5 – досліджуваний модуль; 6 – «холодна» тепловирівнююча пластина; 7, 13 – струмові провідники нагрівника; 8, 12 – потенціальні провідники нагрівника; 9 – нагрівник; 10 – планка притискного механізму; 11 – притискний гвинт; 14, 16 – термопари; 17 – ковпак вакуумної установки

### Список літератури

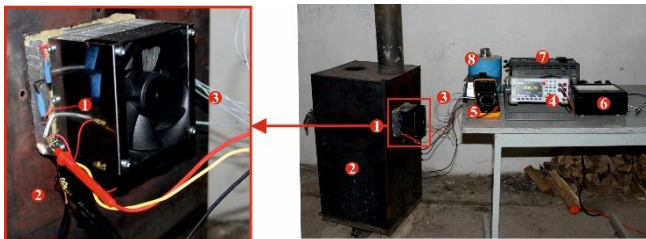
1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник / Л. И. Анатычук. – Киев: Наук. думка, 1979. – 769 с.
2. Kolodner P. High-precision thermal and electrical characterization of thermoelectric modules / Paul Kolodner // Rev. Sci. Instrum. – 2014. – Vol. 85. – P. 05490101 – 05490111.

**Дмитро Ворнік**

Науковий керівник – доц. Константинович І.А.

### **Термоелектричний генератор на твердому паливі**

Відомо, що джерела опалення на твердому паливі, зокрема на дровах та пресованих брикетах, широко використовуються для обігріву приміщень та приготування їжі, особливо у сільській місцевості та віддалених районах проживання населення [1; 2]. Популярність таких обігрівачів постійно зростає внаслідок збільшення вартості газового та рідкого органічного палива. Серед обладнання, що працює на дров'яному паливі, особливо важливими є мобільні печі, які завдяки своїм невеликим масогабаритним характеристикам знайшли широке застосування в труднодоступних та бойових умовах. Важливим при цьому є та обставина, що такі джерела тепла можна комплектувати термоелектричними засобами перетворення тепла в електрику, які дозволяють здійснювати живлення засобів мобільного і спеціального радіозв'язку, зарядку акумуляторів радіостанцій та іншої портативної апаратури в умовах, коли використання традиційних джерел електрики є проблематичним. Тому все більш актуальними стають дослідження, спрямовані на створення таких комбінованих джерел тепла та електрики, а саме створення нових високоефективних термоелектричних генераторів (ТЕГ) на твердому паливі та вдосконалення вже відомих. Для цього було створено експериментальний стенд для дослідження енергетичних характеристик ТЕГ на твердому паливі (рис. 1).



*Рис.1. Експериментальний стенд для дослідження енергетичних характеристик ТЕГ: 1 – твердопаливна пічка; 2 – ТЕГ; 3 – термопари; 4 – мультиметр; 5 – цифровий вольтметр; 6 – амперметр; 7 – реостат; 8 – дюар з льодом*

Для розрахунку та оптимізації параметрів ТЕГ побудовані експериментальні залежності температури нагрітих поверхонь пічки від часу ( рис. 2).

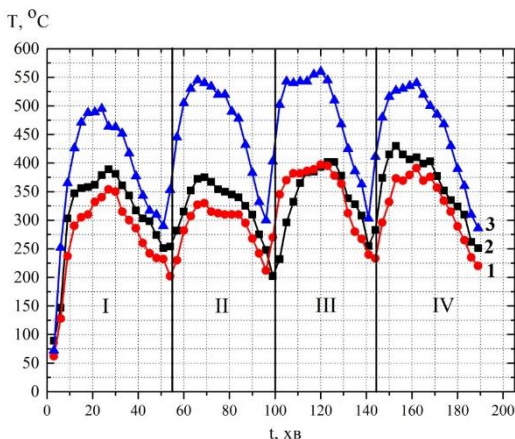


Рис.2. Експериментальні залежності температури нагрітих поверхонь пічки від часу: 1, 2 – температури бічних поверхонь пічки; 3 – температура задньої поверхні пічки

Також встановлено, що номінальна електрична потужність ТЕГ на твердому паливі з генераторним двокаскадним модулем складає  $\sim 15$  Вт, що є достатнім для живлення малопотужної портативної апаратури, мобільних телефонів, планшетів та засобів локального освітлення. Показано, що ККД розробленого ТЕГ на твердому паливі з термоелектричним двокаскадним модулем, оптимізованим на робочі температури (30-600) °C, досягає рівня 4 %, що в (1,5-2) рази перевищує ефективність найкращих світових аналогів, де використовуються традиційні однокаскадні генераторні модулі.

#### Список літератури

1. Патент UA 101649. МПК F24B 1/00, F24B 1/26. Піч туристична / Паплінський В.В. Опубл. 25.09.2015. Бюл. № 18.
2. Pat. CA. 2906745 *Generateur thermoelectrique passif employant une combinaison novatrice de thermosiphon et de puits thermique/* G.R. Campeau – Filled. 02.04.2017.

## **Використання елементів доповненої реальності в поліграфічній продукції**

Одним із найперспективніших напрямів ІТ-розробок сьогодні є доповнена реальність. Доповнена реальність (Augmented reality, AR) — це технологія накладення додаткової текстової, графічної, аудіо- чи відеоінформації на реальні об'єкти в режимі реального часу [1].

Технологія доповненої реальності знайшла своє застосування і в поліграфії. Зараз можна практично оживити рекламну та поліграфічну продукцію за допомогою камери на смартфоні та спеціального мобільного додатка. Розвиток технологій дозволяє чудово інтегрувати цифрову інформацію в книги, газети, листівки, візитки, упаковки, банери тощо.

Так, за допомогою AR-технологій бренди можуть проводити більш креативні інтерактивні рекламні компанії, тим самим привертаючи додаткову увагу до своїх продуктів. При наведенні камери на листівку користувач може бачити, наприклад, відео з привітанням. Або ж, читаючи книгу, діти з радістю спостерігатимуть за анімованим мультфільмом. Таким чином, поліграфічна продукція плавно перестає бути просто ілюстрацією і починає взаємодіяти з глядачем [2].

Тому зараз набувають популярності саме видання з доповненою реальністю і, залежно від типу видань, вони бувають:

- періодичні видання — візуалізація подій, що відбулися, випуски новин;
- літературні видання — відеоінтерв'ю з авторами оповідань, доступ до рецензій, посилання на скачування або покупку електронних версій книг;

- дитячі видання — додавання в текст оригінальних віртуальних елементів, поживлення персонажів і сцен;
- науково-популярні видання — наочна демонстрація новітніх досліджень, розробок, відкриттів;
- каталоги — розміщення 3D-моделей товарів для повноцінного знайомства з ними перед покупкою [1].

Створити додаток із доповненою реальністю для смартфонів з операційною системою Android чи iOS дозволяє ряд багатофункціональних програмних продуктів. Один з яких — Unity — це багатоплатформовий інструмент для розробки дво- та тривимірних додатків та ігор. Саме цей програмний продукт пропонує потужні інструменти для розробки найсучасніших AR-додатків з інтелектуальною взаємодією користувача [3].

Таким чином, використовуючи сучасні технології доповненої реальності у поліграфічній продукції, можна привернути увагу значно більшої аудиторії читачів, зробити поліграфічну продукцію більш інформативною і затребуваною, що допоможе читачу глибше зануритися в інформацію, краще засвоїти її.

### Список літератури

1. Areal [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Дополненная реальность в печатных СМИ. — Режим доступу: <https://blog.arealidea.ru/articles/mobile/tekhnologiya-dopolnennoy-realnosti-v-pechatnykh-smi/> (дата звернення: 27.02.2020).
2. Futurio [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Дополнена реальность, або AR-технології. Як це працює? — Режим доступу: <http://thefuture.news/page1837780.html> (дата звернення: 27.02.2020).
3. Unity [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Дополненная реальность. — Режим доступу: <https://unity.com/ru/unity/features/ar> (дата звернення: 27.02.2020).



**Роман Галиць**

Науковий керівник – асист. Іванущак Н.М.

## **Отримання несанкціонованого доступу до інформації програмним засобом типу «KeyLogger»**

**Keylogger** – (англ. **key** – клавіша **logger** – реєструючий пристрій) – це програмний продукт (модуль) або апаратний пристрій, що реєструє кожне натиснення на клавішу клавіатури комп'ютера. З визначення зрозуміло, що дані засоби це клавіатурні реєстратори, однак офіційна їх назва – клавіатурні шпигуни. Програмні keylogger-и відносять до класу spyware - програм-шпигунів, тобто тих, які потрапляючи на ПК користувача, починають виконувати свої функції без його відома і згоди.

Сучасні клавіатурні шпигуни не просто записують коди ввідних клавіш, а можуть також прив'язувати клавіатурний ввід до поточного вікна та поля вводу. Також багато подібних програмних засобів відслідковують список запущених додатків, можуть робити знімки екранів, відслідковувати буфер обміну і розв'язувати ряд задач, націлених на приховане слідкування за користувачем

В даній роботі запропоновано один із варіантів реалізації клавіатурного шпигуна, який слідкує за клавіатурним вводом засобом постійного опитування клавіатури. Даний підхід до розробки програмного засобу був вибраний по ряду причин:

1. В останніх версіях ОС Windows 10 API-функція SetWindowsHookEx дуже уважно відслідковується антивірусними програмами.
2. Застосування так званих «пасток» або hook-ів потребує розташування їх в dll-файлах, що полегшує пошук та знешкодження шпигуна
3. Для запуску подібного засобу побудованого на перехопленні API-функцій потрібна пряма згода самого користувача.

Найефективнішими програмними клавіатурними шпигунами є шпигуни на базі драйверів, а саме ті, що інсталиуються в систему на місце штатного драйвера, тим самим непомітно замінюючи його, або інсталиуючи драйвер-фільтр [1].

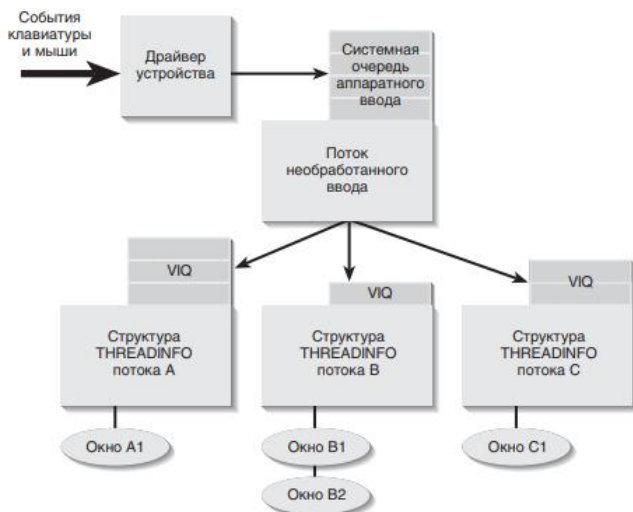


Рис.1 Модель аппаратного ввода операционной системы Windows

Методи пошуку клавіатурних шпигунів бажано проводити з певною періодичністю, але набагато краще буде вживання превентивних заходів. Інсталяція антивірусних продуктів та підтримування актуального стану баз даних є одним з найпростіших алгоритмів захисту. Однак, це не є гарантією абсолютної безпеки через те, що більшість кейлогерів відносять до класу потенційно небезпечного програмного забезпечення і зазвичай для його детектування необхідно виставити необхідні налаштування антивірусу вручну.

Метою роботи є розробка клавіатурного шпигуна, який не буде реєструватися більшістю антивірусів, але не є надзвичайно важким в пошуку та деактивації.

### Список літератури:

1. Дж. Рихтер. Windows для профессионалов. Создание эффективных WIN32-приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows: издание 4, Питер, Русская Редакция, 2008 г., 671-697 ст. [ISBN 5-272-00384-5](https://www.isbn-international.org/product/9785272003845).

**Уляна Гальчук**  
Науковий керівник –доц. Струк Я.М.

## **Створення інклюзивного освітнього середовища в кабінеті фізики**

Організація інклюзивного навчання в закладі освіти – це сучасний, інноваційний напрямок в реформованій освіті України. Тобто це такий спосіб отримання освіти, коли учням з особливими освітніми потребами створюються умови, для спільного навчання, виховання та розвитку з урахуванням їхніх потреб та можливостей [1] в загальному освітньому середовищі за місцем свого проживання.

Дослідивши упровадження інклюзивного навчання на уроках фізики, спираючись на напрацювання таких українських вчених і науковців як: А. Колупаєва, Н. Софій, Н. Найда, С. Міронова виявлено, що даний процес має інноваційний і творчий характер,[2] оскільки пов'язаний із постійним пошуком більш досконалих і більш ефективних способів організації навчання, з урахуванням особливостей освітніх потреб його учасників.

Організуючи інклюзивне навчання у кабінеті фізики відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 588 від 09.08.2017р [«Порядок організації інклюзивного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах»](#), для дітей враховуючи особливості їх інтелектуального розвитку, може розроблятися індивідуальний навчальний план та індивідуальна навчальна програма,[3] також створюється освітнє середовище з компонентами універсального дизайну, середовище, де кожного дня впродовж усього навчального року викладання було б гнучким, неупередженим і доступним для кожного учня. Таке освітнє середовище передбачає певні пристосування в дизайні навчальних матеріалів: цифровий курикулум, допоміжні технології та ін. Існують варіації від простої дошки для написів до комп'ютерної програми, яка синтезує голос з тексту; голос з жестів (Deaf Assistant) і навпаки. Наразі існує широкий вибір альтернативних пристроїв на додаток до звичайної клавіатури, у тому числі: сенсорні панелі, електронні пристрої вказування, джойстики, системи керування без використання рук тощо, що дають змогу змінювати маркування і розташування кнопок;

втілюють спеціальні дизайнерські рішення для роботи залежно від особливих освітніх потреб(ООП).

В даній роботі досліджується дотримання принципів універсального дизайну, з допомогою якого можна забезпечити доступність навчальної програми з фізики для всіх учнів у безбар'єрному освітньому просторі. Універсальний дизайн [4] охоплює такі аспекти освітнього процесу, як:

- навчальні плани та програми;
- методи викладання;
- оцінювання досягнень дітей.

В роботі проаналізовано також особливості підготовки вчителя до уроку фізики в інклюзивному класі, який складає план-конспект уроку, в якому інтегруються навчальний матеріал загальноосвітніх і спеціальних (корекційних) програм так, щоб на одному уроці діти з різним станом психофізичного і інтелектуального розвитку вивчали близьку за змістом тему, але на тому рівні засвоєння, який доступний для кожного учня.

В роботі було досліджено зв'язок універсального дизайну з різними стратегіями навчання на уроці фізики:

- диференційоване викладання
- кооперативне навчання
- тематичне навчання .
- проектна діяльність на уроках фізики

Основні результати дослідження можна сформулювати так що організація інклюзивного навчання на уроках фізики вимагає використання новітніх технологій, спеціальної підготовки та певної адаптації навчального матеріалу для учнів

#### **Список літератури:**

1. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII
2. Софій Н.З., Найда Ю.М. Концептуальні аспекти інклюзивної освіти / Інклюзивна школа: особливості організації та управління : [навч.-метод. посіб.] / [А.А. Колупаєва, Ю.М. Найда, Н.З. Софій та ін.] ; за заг. ред. Л.І. Даниленко. – К., 2007. – 128
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 серпня 2017 р. № 588 «[Порядок організації інклюзивного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах](#)»
4. Універсальний дизайн в освіті: посібник / Під заг. ред.Софій Н. З., – К.: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2015. – 76 с.

## **Синтаксичний аналізатор тексту на основі нейронної мережі та клітинних автоматів**

Активний розвиток інформаційних технологій та застосування їх повсякденному житті спричинили масштабне збільшення обсягів інформації. Щодня кожна людина отримує у 20 разів більше інформації, ніж чверть століття тому. Обробка, передавання чи зберігання даних стали звичними явищами сучасного світу. Досить часто виникає потреба аналізу даних, їх класифікації та виділення корисної для окремої людини з можливістю подальших змін. Зберігання інформації у цифровому вигляді значно полегшує ці завдання і дозволяє розширити можливості, передавши виконання аналізу даних комп'ютерним програмам. Оскільки людина не здатна здійснювати швидко обробку величезної кількості інформації з виділенням необхідної та генеруванням результатів, то альтернативним варіантом є використання синтаксичних та лексичних аналізаторів тексту.

Синтаксичний аналізатор — це програмний компонент, який приймає вхідні дані і створює структуру даних — дерево розбору, абстрактне дерево синтаксису або іншу ієрархічну структуру — забезпечує структурне представлення вводу, перевіряє правильність синтаксису в процесі [1]. Оптимальним варіантом для реалізації синтаксичного аналізатора, що виконуватиме поставлені задачі швидко та якісно, є використання штучної нейронної мережі та клітинних автоматів.

Штучні нейронні мережі — це математична програмна модель, побудована за принципом функціонування біологічних нейронних мереж — мереж нервових клітин живого організму. Можливість навчання — одна з головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами [2].

Клітинний автомат — дискретна математична модель, яка визначає сукупність та описується набором клітинок, що

утворюють періодичну решітку, та заданими правилами переходу, що визначають стан клітини за теперішнім станом самої клітинки та тих її сусідів, що знаходяться від неї на певній відстані, яка не перевищує максимальну [3].

Синтаксичні аналізатори тексту, що використовуються у різних сферах людської діяльності, потребують дослідження та значного удосконалення можливості опрацювання тексту і подальших розпізнавання, виділення та групування даних. Дослідження виконано шляхом проведення експериментів на основі розробленої програмної системи. Система опрацьовує великі обсяги даних, коректно аналізуючи інформацію, генеруючи необхідні результати за рахунок використаних нейронної мережі та клітинних автоматів, при чому алгоритм розпізнавання та аналізу тексту вдосконалювався за допомогою збільшення кількості випробувань системи та вхідних даних для навчання нейронної мережі, що здатна виявляти складні залежності між вхідними даними й вихідними, а також здійснювати узагальнення.

### Список літератури

1. Вікіпедія [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Синтаксичний аналізатор – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Синтаксичний\\_аналізатор/](https://uk.wikipedia.org/wiki/Синтаксичний_аналізатор/) (дата звернення – 04.03.2020).
2. Futurum [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Штучні нейронні мережі: щоце таке? – Режим доступу: <https://futurum.today/shtuchni-neironni-merezhi-shcho-tse-take/> (дата звернення – 04.03.2020).
3. Вікіпедія [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Клітинні автомати – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Клітинні\\_автомати/](https://uk.wikipedia.org/wiki/Клітинні_автомати/) (дата звернення – 04.03.2020).

### **Особливості електронної будови та міжатомної взаємодії в кристалах антимоніду кадмію**

Антимонід кадмію – добре вивчена напівпровідникова сполука, яка широко використовується в електронній техніці, а тверді розчини на його основі мають перспективу застосування в термоелектриці. Необхідність проведення комплексних досліджень викликана тим, що вплив міжатомної взаємодії на динаміку формування хімічного зв'язку в низькосиметричних кристалах ромбічної сингонії мало досліджено [1]. Тому шлях до розв'язку задачі лежить через аналіз емпіричного матеріалу й квантово-механічного опису взаємозв'язку властивостей елементів і утворених ними сполук.

Результатом врахування квантово-механічної інтерпретації емпіричного матеріалу шляхом комбінації принципів різних підходів – логіко-математичного й експериментального – в єдиному кількісному методі розрахунків параметрів електронної будови речовини дало можливість описати залежність енергій зв'язків нееквівалентних гібридних орбіталей (НГО) від їхніх довжин і електронних конфігурацій взаємодіючих атомів у низькосиметричних кристалах антимоніду кадмію одним загальним виразом:

$$D_{A-B} = \frac{1,67(R_{UA}^0 + R_{UB}^0)}{(tg\alpha_A + tg\alpha_B \left( \frac{0,73}{d_1} \frac{R_{UA} R_{UB}}{d_1} \frac{1}{d_1} \right))},$$

де постійні  $C_1$  і  $C_2$  вибираються з наступних міркувань:  $C_2$  – коефіцієнт, залежний від типу кристалічної структури й відображає кількісний зв'язок між коефіцієнтами  $tg\alpha_{A,B}$  і величинами  $(R_{UA}/R_{UB})$  [2]. Тому при розв'язку самоузгодженої варіаційної задачі в першому наближенні дорівнює  $C_2 \approx 0,5$  і для різного складу може перебувати в межах  $0 < C_2 < 1$ .  $C_1$  – коефіцієнт, що відображає взаємозв'язок розмірних і енергетичних характеристик міжатомної взаємодії, таких як потенціали іонізації, ефекти екранування, електровід'ємності з

ефективними радіусами й міжатомними відстанями. У випадку використання несистемних одиниць, коли енергія вимірюється в електронвольтах, а відстань – в ангстремах (Å) для всіх НГО *CdSb*,  $C_1$  приймає значення –  $C_1=0,046 \text{ eV}/(\text{Å})^2$

Аналіз отриманих результатів показав, що розрахунки параметрів електронної будови в низькосиметричних кристалах за запропонованою методикою відрізняються від прогнозованих сучасними кількісними теоріями хімічного зв'язку. Енергія дисоціації НГО в кристалах *CdSb* залежить від міжатомних відстаней. Зі зростанням міжатомних відстаней енергія взаємодії атомів повинна зменшуватися. У той же час при цьому відбувається зміна електронної густини на зв'язках, яка може як підсилювати цей ефект, так і послабляти.

Мова йде не про уточнення кількісних оцінок, а про якісну зміну системи поглядів на природу хімічного зв'язку й пов'язану з відмовою від однієї із загальноприйнятих концепцій ( $Z_A = -Z_B$ ) і посиленням уваги до напрямленого характеру хімічного зв'язку.

Узагальнення одержуваної інформації про параметри електронної будови ( $z_{ef}$ ,  $R_U$ ,  $q$ ) і зіставлення її з комплексом фізико-хімічних властивостей (у нашому випадку – з енергією дисоціації НГО в *CdSb*) дозволило виявити закономірності, звести які в логічно послідовну й структуровану систему виявилось можливим тільки при квантово-механічному підході.

Такий шлях розв'язку задачі дозволяє сподіватися, що недосконалості теоретичного трактування стануть стимулом подальшого вивчення проблем кількісного опису міжатомної взаємодії в низькосиметричних кристалах і надгратках на їхній основі.

### Список літератури

1. Belotskii D.P., Manik O.N., On the Relation of Structure of Melts to the Diagrams of State in Thermoelectric Material. 2. Phase Changes and Electronic Properties of Melts, *J. Thermoelectricity* 2, 23 – 57 (1996).
2. Белоцкий Д.П., Маник О.М. О взаимосвязи электронных свойств и структуры расплавов термоэлектрических материалов с диаграммами состояния // *Термоэлектричество*. – 2001. - №3. – С. 3 –

Аліна Гев'юк



### **Застосування дослідницького підходу у навчанні школярів**

Одним з актуальних завдань сучасної школи є пошук оптимальних шляхів зацікавлення учнів навчанням, підвищення їх розумової активності, спонукання до творчості, набуття вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань.

Застосування дослідницького підходу в навчанні школярів спрямоване на самостійний пошук нових знань, на формування та збагачення нових пізнавальних цінностей. Тому навчання в значній мірі стає таким, що ініціюється учнями, які засвоюють новий досвід, у т. ч. і дослідницько-пізнавальний. Дослідницька практика школярів повинна відповідати науковим методам навчання, розширювати зміст їхньої освіти й удосконалювати підготовку до майбутньої діяльності [1].

Однією з таких практик є загальнодержавний науково-громадський проект - Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України.

Цей проект і спрямований на виявлення, розвиток та соціальну підтримку талановитих учнів; залучення інтелектуально і творчо обдарованої молоді до науково-дослідницької, експериментально-пошукової, творчої діяльності [2].

Так як написання учнями дослідницьких робіт відрізняються від традиційних шкільних занять, то на кожному етапі написання наукової роботи вимагається допомога вчителя.

Тому, основним завданням педагога-керівника у процесі написання науково-дослідницької роботи є:

- пошук цікавої теми;
- організація творчого процесу;
- ознайомлення учня з правилами виконання й написання власної наукової роботи;
- ознайомлення з методами опрацювання результатів;

- представлення отриманих результатів і т.п. [2]

Але, цікаво було взяти думку самих учнів, що до написання таких робіт і роль вчителя .

Тому учням було поставлено ряд запитань щодо важливості написання такого роду робіт, особливо робіт природничого циклу.

Опитування проводилося серед учнів 7-10 класів. З 20 опитаних учнів 10 класу більшість вважає, що вони би хотіли займатися науково-дослідною роботою з фізики. Більшість учнів вважає, що починати вивчати фізику можна в більш ранішньому віці, але у ігровій формі.

На запитання «Що стало б для вас стимулом для того, що би ви почали вивчати фізику?» відповіді були різні. Це - цікавість і розуміння деяких явищ у природі та у буденному житті; це - розуміння і застосування отриманих знань в подальшому; це - приклади з реального життя, а не тільки вивчення формул; це - можливість заробляти своїми знаннями. Але більшість респондентів відповіли що це - «цікавий» вчитель!

«Цікавий» вчитель на думку учнів це не тільки той вчитель, який швидко і цікаво в деталях подає інформацію, справедливо оцінює, але і вчитель, який розуміє учня; який може знайти підхід до кожної дитини; який вчить мислити й розуміти світ, навчає чутливості та співпраці на основі взаємної довіри і розуміння, готує до майбутнього.

Це означає, що вчитель має орієнтуватися на використання таких педагогічних технологій та навиків, з допомогою яких не тільки б отримувалися базові знання з навчального предмету, але й розвивалися такі якості учня, як пізнавальна активність, самостійність, уміння творчо виконувати завдання. Особливо це стосується предметів природничого циклу[1].

#### Список літератури:

1. [https://osvita.ua/school/lessons\\_summary/upbring/27192/](https://osvita.ua/school/lessons_summary/upbring/27192/)
2. Вступ до науково-дослідницької роботи: мет. вказівки / А. В. Мельничин, І. А. Лема: Львів – 2014.

**Андрій Глушко**

Науковий керівник – проф. Крамар В.М.

## **Метод проектів як засіб розвитку творчих здібностей учнів у процесі вивчення предмета “Технології”**

Метою освітньої галузі "Технології", що входить до базисного навчального плану закладів загальної середньої освіти, є формування технічно та технологічно освіченої людини, підготовленої до життя і активної предметно-перетворювальної діяльності. Очікуваним результатом є набуття учнями життєво необхідних компетентностей у сфері сучасних технологій та здатності застосовувати їх у практичній діяльності [1].

Досягнення цього результату неможливе без володіння вчителем фаховими компетентностями щодо організації технологічної підготовки учнів, використання ним нових, сучасних педагогічних технологій та методів навчання, що забезпечують формування в учнів технологічного творчого мислення і усвідомлення ними інформаційно-технологічної картини сучасного світу.

Особлива роль у процесі підготовки майбутнього вчителя до такої діяльності належить опануванню ним проектних технологій навчання. Саме вони забезпечують вироблення системного уявлення про зміст і значення організації практичної діяльності на всіх етапах проектно-технологічного ланцюжка – від формулювання ідеї до її реалізації. Метод проектів дає змогу ефективно формувати в учнів уміння самостійно здобувати знання та інші ключові компетентності, залучати їх до пошукової, науково-дослідницької діяльності, створювати додаткову мотивацію до навчання, ефективно визначати та розвивати їх інтелектуальні й творчі здібності.

Завдання навчального проектування полягає у створенні вчителем у ході навчального процесу необхідних умов для набуття учнями індивідуального досвіду проектної діяльності. Вона є практикою особистісно-орієнтованого навчання на основі вільного вибору учня, з урахуванням його здібностей та інтересів, спрямованого на перспективну орієнтацію, практично спрямоване дослідження [2].

У зв'язку із розвитком і впровадженням у виробництво новітніх технологій, що ґрунтуються на досягненнях наноелектроні-

ки, використанні новітніх електронних систем і мереж, засобів програмування та робототехніки, особливої актуальності набуває проблема підготовки вчителів технологій, обізнаних у сфері електроніки, конструювання та розробки програм керування авто-матизованими системами.

Програми навчальних предметів “Трудове навчання” та “Технології” різного рівня передбачають запровадження методик активізації навчання шляхом виконання навчальних проєктів. Пропонуючи до виконання проєкти робототехніки, новітніх методів і засобів програмування керуючих пристроїв, можна посилити інтерес учнів до вивчення фундаментальних дисциплін.

У цій роботі висвітлюються можливості впровадження методу проєктів у навчальний процес на прикладі розробки „RoboCar”, розрахованої на можливості учнів старшої школи. Розробка являє собою інтелектуальний проєкт із створення самокерованої моделі автомобіля.

Апаратна частина моделі складається з датчиків, від яких надходить інформація, та виконавчих пристроїв. Керована спеціально створеною програмою, вона здатна рухатися, керуючись маркерною лінією, уникати перешкод на дорозі, реагувати на сигнали світлофора та появу пішоходів на проїзній частині.

Модель створено на базі контролера Atmega 328, взятого з електронного конструктора Arduino [3]. Як керуючу програму для розробки та побудови інженерних вузлів вибрано SolidWorks 3D, а для проектування друкованих плат використовувалася комп’ютерна програма Eagle.

### **Список літератури**

1. Коберник О.М. Теоретико-методичні засади компетентнісного підходу в технологічній освіті / О.М. Коберник // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2014. – Вип. 37. – С. 85-91.

2. Єрмаков І.Г. Метод проєктів у контексті життєвих результатів діяльності в системі соціальної та життєвої практики учнів. Частина I // Постметодика. – 2016. – №2. – С. 24-34.

3. Блум Дж. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. – С.-Пб : БХВ-Петербург, 2015 – 336 с.

**Степан Гнатюк**  
Науковий керівник – доц. Єрмоленко С.Б.

## **Удосконалення метрологічного забезпечення ультразвукових медичних зображень**

В роботі представлено результати проведення метрологічної перевірки ультразвукових зондів для ультразвукових зображень декількома способами та порівняння отриманих показників із стандартними.

Робота містить загальні принципи ультразвукової візуалізації та апаратної реалізації цих методів.

Досліджені зразки та наведено приклади метрологічного тестування як електричних, так і акустичних параметрів за допомогою фантомів та установки First Call. Метрологічна перевірка акустичних параметрів ультразвукових зондів проведено за допомогою метрологічного фантома.

У роботі розглянуто способи метрологічної перевірки параметрів ультразвукових датчиків кількома способами:

- за допомогою метрологічних фантомів,
- за допомогою установки “First call test”.

Фантом є штучно виготовлений виріб, який призначений для надійної і точної перевірки якості будь-яких ультразвукових систем. На відміну від людського організму чи інших випадкових матеріалів для сканування, фантоми забезпечують однорідне середовище, що містить попередньо розміщені елементи з різними параметрами ехогенності, розмірами та відстанню між ними. Моделлю фантома, на якому проведено дослідження, є CIRS®Model 054GS, що відповідає міжнародним стандартам ISO 9001:2008.

Для перевірки було вибрано ультразвукову систему експертного класу Siemens Acuson S2000 та два ультразвукових датчики: лінійний 9L4 та конвексний 6C2. Результати перевірки показали, що обидва датчики відповідають стандартам для використання в ультразвукових дослідженнях. За даними оцінювання УЗ-системою розмірів об'єктів, їх відстаней та параметрів ехогенності, обидва датчики і система в цілому має відповідні характеристики для достатньої візуалізації дрібних структур розмірами майже 0,25 мм та таких, що не відповідають нормальним показникам за встановленими стандартами.

Оскільки одією з найчастіших причин захворювань багатьох людей є неправильна робота щитоподібної залози та печінки, ми вибрали їх об'єктами для дослідження. Лікарі-діагности, які практикують УЗ-діагностику саме цих органів людського організму, в основному звертають увагу на такі відхилення від норм, як розміри, утворення, що не відповідають тканинам органу, закупорки судин, запалення, загальна структура та форма.

Два вибраних датчики дозволяють оцінити основні характеристики щитоподібної залози (лінійний) та печінки (конвексний) за рахунок їхньої форми та набору параметрів.

Проведення ультразвукового дослідження вибраних органів та порівняння їх характеристик із нехарактерними значеннями, виявило нові ефективні апаратні можливості УЗ-системи (еластографія зсувної хвилі, кольоровий доплер).

### Термоелектричний генераторний елемент з розвиненим бічним теплообміном

Перспективний напрям підвищення ефективності термоелектричного перетворення енергії – використання бічних поверхонь віток для відбору низькопотенційної теплової енергії від теплоносія [1]. Це дає можливість, внаслідок наявності теплообміну теплоносія з «холодними» частинами віток, більше теплової енергії віддати матеріалу і перетворити її в електричну енергію. Комп'ютерні розрахунки таких моделей термоелементів в одновимірному наближенні [2] засвідчили можливість поліпшення ККД на 30%.

Розподіл температур у матеріалі віток  $T$  можна знайти з розв'язку диференційного рівняння теплопровідності з урахуванням температурних залежностей  $\alpha, \sigma, \kappa$ , яке в цьому випадку запишеться так:

$$\nabla \chi \nabla T + \frac{\vec{i}^2}{\sigma} - \vec{a} \nabla T - T \vec{i} \nabla_{\tau} \alpha = 0, \quad (1)$$

де  $\alpha, \sigma, \kappa$  - коефіцієнти термоерс, електро- та теплопровідності є функціями температури  $T$ ;  $i$  – вектор густини електричного струму;  $\tau$  - коефіцієнт Томсона.

Рівняння для густини електричного струму отримуємо із закону збереження заряду в стаціонарному випадку

$$\operatorname{div} \vec{i} = 0. \quad (2)$$

Особливістю моделі є наявність інтенсивного теплообміну з бічною поверхнею вітки  $S_b$ , що описується законом Ньютона - Ріхмана

$$q|_{S_b} = \alpha_T (T_h - T), \quad (3)$$

де  $q$  - тепловий потік, що надходить на бічну поверхню вітки;  $T_h$  - температура газу.

Методом кінцевих елементів за допомогою пакету прикладних комп'ютерних програм Comsol Multiphysics [3] проведено моделювання термоелемента для матеріалів на основі  $Bi_2Te_3$  з термоелектричною добротністю на рівні  $2.78 \cdot 10^{-3} K^{-1}$  при температурі 325 K. Враховано наявність контактного та комутаційного опору, залежності кінетичних коефіцієнтів матеріалів від температури. Проведені дослідження впливу умов теплообміну, конструктивних параметрів термоелемента та ізоляції бічної поверхні на енергетичні характеристики.

### Список літератури

1. Зорин И.В. Повышение эффективности термоэлектрических устройств путем улучшения использования их тепловых процессов: диссертация к. т.н., ФТИ АН СССР, 1986 г.
2. Анатичук Л.И., Черкез Р.Г. Проникний термоелемент в режимі генерації електричної енергії // Термоелектрика. – 2003. – №2. – С. 35-46.
3. Теплофизические расчеты в конечно-элементном пакете COMSOL / FEMLAB: методическое пособие / Г.В. Бирюлин – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2006. - 78 с.



**Іван Голіней**

Науковий керівник – доц. Олійнич-Лисюк А.В.

**Тунелювання, як можливий механізм кріорелаксації  
термомеханічних напружень у кристалах з нелінійними  
механічними властивостями**

Функціонування приладів і матеріалів при жорсткому термоциклюванні (0 – 300К), наприклад, в умовах відкритого космосу, вимагає точних інженерних рішень не тільки при виборі матеріалів (з гарантованим кратним запасом міцності), а і при прогнозуванні зміни їх механічних і термомеханічних властивостей у процесі експлуатації. Така велика і швидка зміна температури у анізотропних матеріалах приводить до появи значних термомеханічних напружень. За умов обмеженості процесів релаксації вони можуть сягати  $\sigma_b$  – межі міцності матеріалів, тому дуже важливою є інформація про поведінку всіх дефектів у кристалі: і точкових, і дислокацій, і меж розділу, бо саме вони сприяють релаксації напружень у матеріалі. При кріогенних температурах (обмеженій дифузійній активності атомів) найбільш рухливими будуть точкові дефекти і переходи на дислокаціях (кінки), які за певних умов можуть долати потенційні бар'єри як дефектони, шляхом тунелювання [1].

Ступінь "квантовості" кристала можна характеризувати значенням так званого параметра де Бура:

$$L \sim (h/a)/(mE)^{1/2} \sim (a_0/a)^2, \quad (1)$$

величина якого росте із зменшенням маси  $m$  частинок та енергії їх взаємодії  $E$ . Найбільшого значення  $L$  досягає для кристалів  $^3\text{He}$  ( $L \sim 0,5$ );  $^4\text{He}$  (0,4);  $\text{H}_2$ (0,3),  $\text{Ne}$  (0,1).

Ймовірність під бар'єрного когерентного проникнення дефектів (тунелювання частинок)  $w$  росте із збільшенням  $L$  за експоненціальним законом:

$$w \sim \exp(-1/L). \quad (2)$$

Метою цієї роботи було оцінити  $w$  для металів з нелінійними механічними властивостями, які не належать до квантових

кристалів, але дефектні підсистеми яких можуть проявляти квантові властивості.

Нагадаємо, що матеріалами із суттєво нелінійними механічними властивостями називаються кристали, у яких коефіцієнти Пуассона  $\nu$  змінюються у широких межах від 1 до -2 [2]. Поля напруг навколо дефектів у таких матеріалах у значно відрізняються в залежності від величини і знаку  $\nu$  [3] тобто в кристалах існують напрями, де енергія їх механічної взаємодії  $E$  значно менша, ніж в інших, що підвищує ймовірність їх когерентного проникнення через потенційні бар'єри саме в цих напрямках.

В роботі проведена оцінка параметра  $L$  та ймовірності тунелювання точкових дефектів та кінків на дислокаціях для нелінійних металів з різним типом нелінійності при криогенних температурах.

Показано, що

- Параметр де Бура для вуглецевих дислокаційних атмосфер в Be та геометричних перегинів на дислокаціях в In сягає 0,17 і 0,2, відповідно, що дозволяє віднести ці дефектні підсистеми до дефектонів.
- Ймовірність тунелювання перегинів на дислокаціях в In в ауксетичних напрямках майже вдвічі менша ніж у напрямках, де  $\nu_{ij} \geq 0,5$ , що дозволяє вважати ці напрями каналами релаксації напружень в цьому металі.

#### Список літератури:

1. [http://femto.com.ua/articles/part\\_1/0522.html](http://femto.com.ua/articles/part_1/0522.html).
2. М. Раранський, В. Балазюк, М. Гунько. Явище ауксетичності в твердих тілах. Чернівці: Друк Арт, 2016. – С.116 – 121.
3. M. D. Raransky, A. V. Oliynych-Lysyuk, R. Yu Tashchuk, O. Yu. Tashchuk, O. V. Lysyuk, 2018. "Peculiarities of Deformation in Crystals of In in a Wide Temperature Range". *Metallophysics. The Latest Technologies*. 40: 11: 1453–63. (in Ukrainian)

**Яна Головацька**

Науковий керівник – проф. Головацький В.А.

### **Магнітна пружина на основі кільцевого постійного магніту**

Для можливості створення магнітної пружини на основі постійних магнітів методом віртуальних магнітних зарядів досліджено розподіл індукції магнітного поля циліндричного та кільцевого магнітів. Побудовано карту магнітного поля кільцевого магніту різних розмірів (рис.1). Отримано аналітичний вираз для індукції магнітного поля на осі кільцевого магніту й доведено існування точок нульового поля, в яких магнітне поле змінює напрямок.

На основі аналітичної формули для індукції магнітного поля кільцевого магніту отримано простий вираз для сили взаємодії магніту з точковим магнітним диполем. Знайдено такі параметри кільцевого магніту, при яких сила взаємодії має лінійну залежність від координати як для механічної пружини. Показано, що при великих довжинах кільцевого магніту ( $L > R$ ) існують дві точки стійкої рівноваги магнітного диполя.

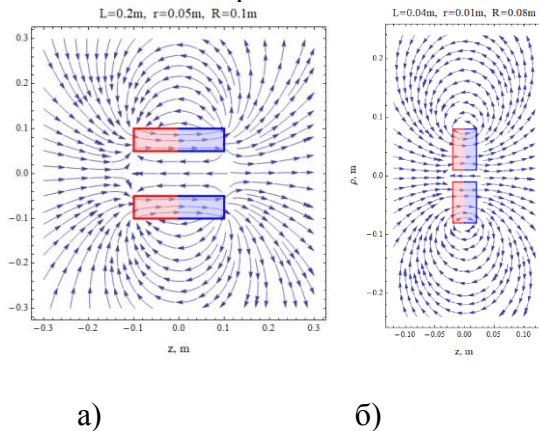


Рис. 1. Розподіл магнітного поля кільцевого магніту: а)  $R=10$  см;  $r=5$  см;  $L=2b=20$  см; б)  $R=8$  см;  $r=1$  см;  $L=2b=4$  см

Числовим інтегруванням розраховано силу взаємодії трубчастого та циліндричного магніту та досліджено її залежність від форми, розмірів та взаємного положення магнітів. Показано можливість створення магнітної пружини з постійною, не залежною від зміщення, силою взаємодії. Результати теоретичних розрахунків добре узгоджуються з відомими експериментальними даними для магнітів різної довжини, що опубліковані в науковій літературі [1-2].

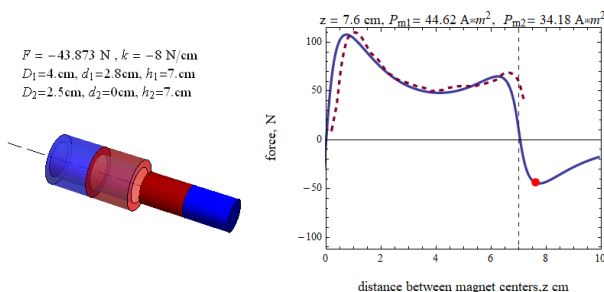


Рис. 2. Силова характеристика магнітної пружини:  
суцільна лінія – теорія; штрихова лінія – експеримент [1]

У процесі виконання досліджень розподілу магнітного поля та сили взаємодії магнітів створено комп'ютерні моделі, які опубліковані на сайті Wolfram Mathematica [3-4]. Вони можуть використовуватись як у навчальному процесі, так і для конструювання різноманітних магніто-механічних пристроїв.

### Список літератури

1. Цивіліцин В. Ю., Мільман Ю. В., Гончарук В. А., Бондар І. Б. Розрахунок та експериментальне дослідження сили втягування магнітних пружин двох типів. УФЖ. 2014. Т. 59. № 10. С. 1022.
2. Цивіліцин В. Ю. Патент на корисну модель UA 83233 U заявка u201304109 від 02.04.201 опубл. 27.08.2013.
3. Holovatsky V., Holovatska Y. Magnetic field of a hollow cylindrical magnet. - Wolfram demonstration project [Електронний ресурс]. – <https://demonstrations.wolfram.com/MagneticFieldOfAHollowCylindricalMagnet/>.
4. Holovatsky V., Holovatska Y. Interacting Cylindrical Magnets. - Wolfram demonstration project [Електронний ресурс]. – <https://demonstrations.wolfram.com/InteractingCylindricalMagnets/>.

**Андрій Гордей**

Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

## **Застосування детермінованого хаосу в ризик-менеджменті безпеки інформаційних систем**

Неймовірні темпи розвитку інформаційних систем призвели до того, що останні є розподіленими системами з безліччю об'єктів, суб'єктів та різноманітними інформаційними потоками. Очевидно, що постає питання для більшості підприємств про вміння аналізу й управління ризиками інформаційної безпеки не тільки з метою отримання конкурентних переваг, а й безпосереднього виживання в умовах жорсткої конкурентної боротьби. У сучасному світі корпоративні мережі зв'язку є основним методом збору, обробки, зберігання та передачі інформації, важливим складовим компонентом якої є система захисту інформації (СЗІ), а коректність її функціонування визначатиме захищеність інформаційних активів компанії або підприємства [1].

Одним із головних завдань СЗІ є необхідність здійснення ризик-менеджменту – система заходів щодо виявлення, оцінювання та профілактики ризиків, що є особливо актуальним в умовах невизначеності, коли подальше уточнення інформації неможливе або існує обмеженість у фінансуванні, наявності статистичних даних, динамічності та складності атак тощо. Підхід боротьби з наслідками вже реалізованих загроз є застарілим і не забезпечує необхідної ефективності. Натомість сучасні заходи інформаційної безпеки (ІБ) повинні працювати на упередження, а також у подальшому захищати від нових, ще не реалізованих, невідомих сьогодні загроз [1].

На даний момент існує можливість і необхідність використовувати адекватні кількісні методи для оцінювання ризиків ІБ. Очевидно, що експертам вкрай необхідна наявність навичок, практичного досвіду, методик здійснення ризик-менеджменту та консалтингова підтримка в забезпеченні функціонування оцінювання ризиків. Такий метод вимагає досить великих обсягів даних і навіть при їх наявності дає недостатньо точні прогнози зі значними затратами часу. В

умовах хаотичної та непередбачуваної поведінки подій у галузі ІБ зникає можливість точного прогнозу умов, за яких система знаходитиметься у певному стані (робочий, неробочий, аварійний), неможливо адекватно прогнозувати поведінку зловмисника, напрямки атак, ймовірність появи нових загроз тощо [2].

Актуальним завданням для системи ризик-менеджменту компанії є здійснення своєчасного прогнозування потенційних загроз на початковому етапі проектування технологічних (бізнес) процесів та відповідно автоматичне або напівавтоматичне корегування власної роботи. Саме такі дії можуть зекономити час та витрати, які могли б з'явитися через зміни в проекті на завершальному етапі впровадження або після початку функціонування системи.

Теорія хаосу надає можливість розглядати хаотичну систему як впорядковану в короткотривалому періоді і визначити її межі в довготривалому періоді. У цьому розумінні лише деякі аспекти хаотичної системи залишаються непередбачуваними. Застосовуючи теорію хаосу до галузі ІБ, можна отримати можливість використання нових методів аналізу даних (повідомлення про події або інциденти ІБ як працівниками компанії, так і технічними системами: антивірусне програмне забезпечення, міжмережевий екран, веб-фільтр, виявлення/запобігання атакам, запобігання витоку даних тощо) і виявлення прихованих закономірностей [2].

Таким чином, застосування теорії хаосу є ефективним інструментом розв'язання завдань ІБ оскільки дозволяє розробляти управлінські підходи для аналізу СЗІ, оцінювати ризики, прогнозувати вплив дестабілізуючих чинників, управляти ризиками і вдосконалювати СЗІ в корпоративних мережах зв'язку.

### **Список літератури**

- 1.Родін Є.С. Процесні підходи до моделювання у сфері управління ризиками інформаційної безпеки / Є.С. Родін // Мат. машини і системи, 2012. - № 4. – С. 142-148.
- 2.Гарасим О. Застосування теорії хаосу в ризик-менеджменті інформаційної безпеки / О. Гарасим, Ю. Гарасим, П. Гаранюк, І. Гаранюк // Комп'ютерні технології друкарства, 2013. – №29. – С. 99-111.

## **Комплексний алгоритм шифрування з динамічним ключем**

Для розв'язання задачі впровадження динамічного ключа було вирішено розробити алгоритм із механізмом зворотного зв'язку. Кожен блок відкритого тексту або частини (крім першого) побітово складається за модулем 2 (операція XOR) з попереднім результатом дешифрування. Таким чином дані будуть зашифровані по-різному на кожній ітерації, а для розшифрування потрібно мати відкритий текст з попередньої ітерації. Процес шифрування може бути описано наступним чином:

$$C_0 = V \quad (1)$$

$$C_i = E_k (P_i \oplus P_{i-1}), \quad (2)$$

де  $i$  - номер блоку;  $V$  - вектор ініціалізації;  $C_i$  і  $P_i$  - блоки зашифрованого і відкритого текстів відповідно, а  $E_k$  - функція блочного шифрування.

Процес розшифрування описується виразом

$$P_i = C_{i-1} \oplus D_k (C_i), \quad (3)$$

де  $D_k$  - функція блочного розшифрування.

Таким чином створюється деякий динамічний ключ, який передається всередині історії блоків. Швидкість операції XOR є настільки малою, що нею можна нехтувати. Для підвищення захисту операцію XOR можна замінити більш складною функцією, але це тягне за собою і збільшення часу операції.

Комплексний алгоритм базується на гібридному поєднанні симетричного, асиметричного алгоритмів та алгоритму з механізмом зворотного зв'язку. Як симетричний алгоритм використовується алгоритм AES, як асиметричний – RSA.

Схема алгоритму зображена на рис. 1, 2.

Використання цього алгоритму дозволить підвищити складність зламу та захищеність каналу при передачі даних.

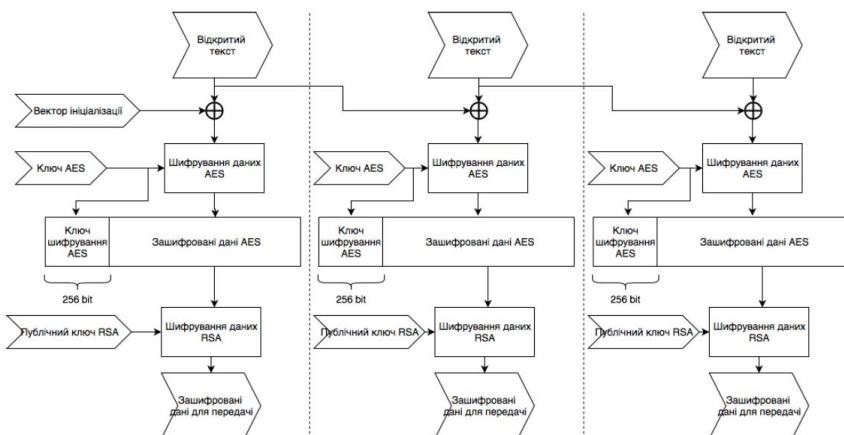


Рис. 1. Комплексний алгоритм шифрування

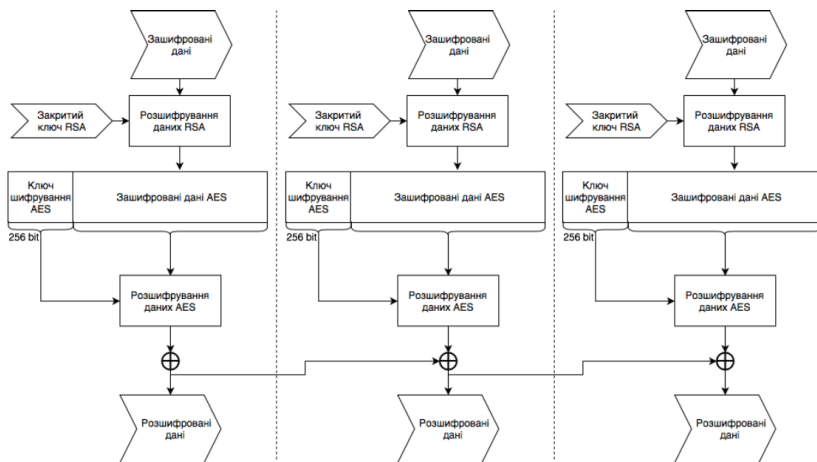


Рис. 2. Комплексний алгоритм розшифрування

### Список літератури

1. Скидан Д.О. Аналіз симетричних алгоритмів шифрування для впровадження у гібридну криптосистему / Скидан Д. О. // Актуальні наукові дослідження в сучасному світі – iScience – 2018. – С. 54-60.
2. Mushtaqe A. Evaluation of Encryption Algorithms / Mushtaqe A. – 2014. – pp. 80-90



**Олександр Господарюк, Сергій Господарюк**  
Науковий керівник –доц. Гавриляк М. С.

## **Перспективи розвитку штучних нейронних мереж у сфері телекомунікацій**

Штучна нейронна мережа - це взаємозв'язана мережа вузлів, уподібнена до безкрайньої мережі нейронів у головному мозку,

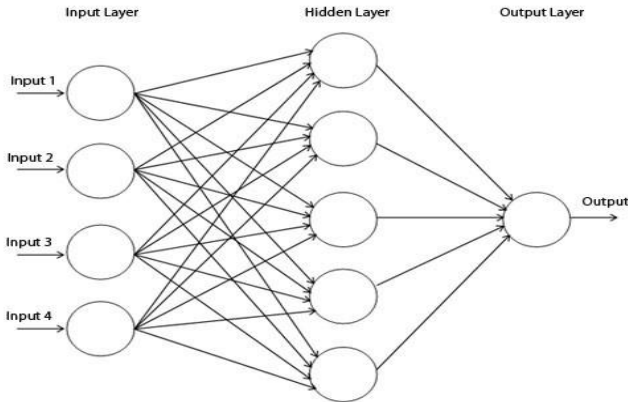


Рис. 1. Модель штучної нейронної мережі

в якій кожним круговим вузлом представлено штучний нейрон, а стрілкою - з'єднання виходу одного штучного нейрона із входом іншого.

На сьогоднішній день штучні нейронні мережі активно впроваджуються в галузі людської діяльності. Найбільшого поширення вони отримали в галузях і завданнях, де звичайні алгоритмічні рішення виявляються неефективними або зовсім неможливими.

До таких задач відносяться розпізнавання зображень і символів текстів, комп'ютерний супровід угод учасників бірж, цільова реклама в інтернет-ресурсах, фільтрація небажаного вмісту інформаційних інтернет-ресурсів, перевірка проведення

підозрілих операцій по банківських картах, системи безпеки і відеоспостереження, системи прийняття рішень у медицині тощо.

Основними світовими лідерами в галузі нейромережових технологій слід вважати Google і її підрозділи (DeepMind, AlphaGo, і Google Brain), Microsoft (Microsoft Research), IBM, Facebook (підрозділ Facebook AI Research). Безліч розробок також ведеться в технічних університетах по всьому світу.

Цікаві розробки в галузі нейронних мереж зустрічаються і серед стартапів. Найбільш успішними серед таких стартапів є MSQRD, Prisma, компанія ClarifAI та інші.

Найбільш популярним методом навчання нейронних мереж є метод зворотного поширення, який використовує алгоритм градієнтного спуску, тобто за допомогою руху уздовж градієнта розраховується локальний мінімум і максимум функції.

А найбільш вживаними функціями є бінарний сигмоїд:

$$f_1(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

та біполярний сигмоїд:

$$f_2(x) = \frac{2}{1 + e^{-x}} - 1$$

При дотриманні такої тенденції в розвитку та повсюдного використання штучних нейронних мереж їх впровадження у сфері телекомунікацій залишається лише питанням часу, оскільки вони здатні значно збільшити продуктивність роботи таких мереж. Основні перспективи їх використання пов'язані з керуванням комутацією, адаптивною маршрутизацією, керуванням трафіком, плануванням стільникових мереж, пересувним радіозв'язком, оптимальним розподілом каналів у стільникових радіомережах.

### Список літератури

1. Богославський С.Н. Область застосування штучних нейронних мереж і перспективи їх розвитку / С. Н. Богославський // Науковий журнал КубГАУ. - 2007.

### **Методи управління корпоративними мережами**

Сучасні тенденції розвитку комп'ютерних мереж вимагають все більш нових та раціональних методів управління корпоративними мережами. Сучасна корпоративна мережа - це не просто об'єднання комп'ютерів у локальну мережу, а складна динамічна інформаційна структура [1].

Сучасні принципи побудови корпоративних мереж передбачають декомпозиційний підхід до проектування.

Цей підхід реалізується шляхом використання трирівневої структури мережі: *доступу, розподілу та ядра*. Така структура дозволяє не лише швидко змінювати та нарощувати мережу, а й максимально ефективно адмініструвати її та керувати політиками використання послуг у ній [2].

Для ефективної та гнучкої реалізації методів управління множиною об'єктів мережі (сервери, бази даних, додатки, принтери тощо) широко застосовують служби каталогів (directory service). Служба каталогів – це мережева послуга, що ідентифікує всі ресурси мережі й робить їх доступними користувачам [3; 4].

У сучасних мережах використовуються кілька служб каталогів та стандартів (X.500 та DAP - ISO; LDAP - IETF, NDS - Novell). Active Directory (AD) є прикладом служби каталогів, що надається Microsoft Windows, починаючи з Windows 2000 server. Служба AD є захищеною, розподіленою, сегментованою та реплікованою, що дозволяє забезпечити наступні можливості:

- спрощене адміністрування;
- масштабованість;
- підтримання відкритих стандартів;
- підтримання стандартних форматів імен.

За допомогою AD можна здійснювати централізоване

управління користувачами, групами, спільними папками, мережевими ресурсами, адміністрування середовища користувача та програмного забезпечення засобами групової політики. Механізм адміністративних шаблонів дозволяє адміністратору за допомогою групової політики конфігурувати системний реєстр клієнтських комп'ютерів. Для будь-якої робочої станції, яка підпадає під дію деякого об'єкту групової політики, системний реєстр буде налаштований відповідно до адміністративного шаблону, визначеним у рамках даного об'єкта. Адміністративні шаблони НЕ задіюють весь реєстр цілком, а тільки два його ключа: HKEY\_LOCAL\_MACHINE і HKEY\_CURRENT\_USER.

Службу каталогів можна розглядати як універсальний інструмент для адміністратора корпоративної мережі, що дозволяє забезпечувати захист інформації від втручання сторонніх осіб у рамках, встановлених адміністратором системи, поширювати каталог серед інших комп'ютерів у мережі, проводити реплікацію каталогу, роблячи його доступним для більшої кількості користувачів і більш захищеним від втрати даних.

#### **Список літератури**

1. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
2. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.: ил – (Серия «Учебник для вузов»).
3. Чижиков Д.В. Методология внедрения Microsoft Active Directory. – М.: «ИНТУИТ», 2016.
4. Степанова И.В., Мохаммед Омар А.А. Использование перспективных технологий для развития распределенных корпоративных сетей связи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Том 11. №6. С. 10-15.

### Апаратно-програмне забезпечення для налаштування параметрів цифрових відеокамер

Точність налаштування параметрів «Яскравість» і «Контраст» цифрових відеокамер у значній мірі визначає якість отриманих зображень [1]. Проте, параметри відеокамери за замовчуванням розраховані на деяку середню освітленість сцени, а дійсна освітленість змінюється в широкому діапазоні від мінімальної до максимальної. З цієї причини якість зображення для низької та високої освітленостей буде знижуватися. Тому в даній роботі для підвищення якості зчитаних з відеокамери зображень пропонується визначати освітленість сцени за допомогою фоточутливого сенсора та коректувати параметри «Яскравість» і «Контраст» відеокамери з урахуванням значення освітленості. Як фоточутливий сенсор застосовано фоторезистор. Зчитування значень освітленості з фоторезистора виконано за допомогою пристрою Arduino UNO.

Якість зображення описувалася об'єктивним параметром  $S_{NR}$  (відношенням сигнал/шум – ВСШ) і суб'єктивним параметром (візуальною якістю). ВСШ  $S_{NR}$  обчислено як відношення потужності сигналу до потужності шуму

$$S_{NR} = \frac{\sigma_S^2}{\sigma_N^2}, \quad (1)$$

де  $\sigma_S$  – середнє квадратичне відхилення (СКВ) корисного сигналу;  $\sigma_N$  – СКВ шуму, яке обчислено методом фільтрації [2].

Зчитування значення освітленості сцени  $L_B$  виконується за допомогою фоторезистора А9050 14 через аналоговий вхід А0 пристрою Arduino UNO [3]. Напруга живлення +5 В подається за фоторезистор через резистор дільника напруги. Далі в Arduino UNO аналогова напруга подається на АЦП і перетворюється у 10-бітний цифровий код  $D_p$ , який зчитується в комп'ютер через USB-порт. При цьому під'єднання Arduino UNO до комп'ютера на програмному рівні виконується через віртуальний COM-порт.

Числове значення напруги  $U_P$  на фоторезисторі обчислюється за формулою:

$$U_P = D_P \cdot \frac{U_0}{2^n - 1}, \quad (2)$$

де  $n = 10$  – розрядність АЦП;  
 $U_0$  – опорна напруга ( $U_0 = 5$  В).

Програмне забезпечення для налаштування параметрів відеокамери розроблено в системі MATLAB і виконує дві функції:

1. Зчитування з фоторезистора значення напруги  $U_P$ , визначення на її основі опору фоторезистора  $R_P$  та величини освітленості  $L_B$ .

2. Встановлення параметрів «Яскравість» і «Контраст» відеокамери за основі значення освітленості  $L_B$ .

Для обчислення величини освітленості  $L_B$  на основі опору фоторезистора  $R_P$  враховано, що при  $L_B = 100$  лк опір  $R_P = 20$  кОм, при  $L_B = 10$  лк опір  $R_P = 140$  кОм, при  $L_B = 1$  лк опір  $R_P = 1200$  кОм.

З'єднання відеокамери з комп'ютером виконано через USB-порт. При цьому в режимі конфігурування програмно встановлювалися параметри «Яскравість» і «Контраст» відеокамер (для відеокамери «Logitech C270» значення параметрів змінювалися в допустимих діапазонах від 0 до 255).

У результаті виконання роботи розроблено апаратно-програмні засоби для налаштування параметрів відеокамери. Апаратні засоби складаються з пристрою Arduino UNO і фоточутливих сенсорів, під'єднаних до комп'ютера. Програмні засоби для регулювання параметрів відеокамери розроблено в системі MATLAB. Завдяки розробленим засобам можливо адаптувати параметри «Яскравість» і «Контраст» відеокамери до освітленості сцени і забезпечувати високу якість зображення для низьких, середніх і високих освітленостей.

#### Список літератури :

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
2. Баловсяк С.В. Автоматичне визначення рівня гаусового шуму на цифрових зображеннях методом високочастотної фільтрації для виокремлених областей / С.В. Баловсяк, Х. С. Одайська // Кібернетика і системний аналіз. – 2018. – Т. 54, № 4. – С. 164-172.
3. Arduino. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.arduino.cc>.

**Дмитро Гринько**

Наукові керівники – доц. В.В. Браїловський

асист. В.Б. Русин

## **Одометр на основі Arduino**

Одометр являє собою механічний або електронний пристрій, що визначає кількість оборотів, що здійснюються колесом, тобто, лічильник. Завдяки цій інформації власник автомобіля може визначити шлях, який пройдено автомобілем протягом усього терміну його експлуатації або за певний проміжок часу. Тобто, інформація, одержувана приладом, доводиться до водія в числовій формі, а конкретно – кілометрах пройденого шляху. Принцип дії приладу такий: за один пройдений автомобілем кілометр колесо здійснює однакове число обертів. Знаючи, скільки оборотів пройдено в загальному за той чи інший шлях, легко вирахувати пройдену відстань в кілометрах, і саме вона відображається на лічильнику пробігу.

На панелі автомобіля висвічуються два показники даного пристрою. Один – це загальне число кілометрів, що пройшов даний транспортний засіб, другий, так званий добовий одометр. Кожен з них має своє призначення. Показники одометра, що показують загальний кілометраж, знімають в таких випадках:

- купівля автомобіля: числові показники пройдених кілометрів слугують ідентифікатором технічного стану ходової частини та автомобіля в цілому;
- витрати палива: обнуливши покази одометра і заправивши бак машини, можна легко визначити витрата палива на 100 км пробігу;
- точну відстань між двома населеними пунктами.

Що стосується результатів добового одометра, то його показники будуть корисні для водіїв, заробітна плата яких залежить від пробігу транспорту.

На рисунку 1 представлена схема одометра на основі Arduino. За основу було вибрано Arduino Nano на основі поширеного мікроконтролера AVR ATmega328 [1].

Для відображення результатів був застосований рідкокристалічний екран LCD1602, що містить 2 рядки по 16

символів на основі контролера HD44780. Схема живиться від модуля LM2596 який забезпечує вихідну напругу живлення 4,7 В [2]. Важливо, що живлення модуля Arduino Nano можна отримувати і від замка запалення автомобіля.

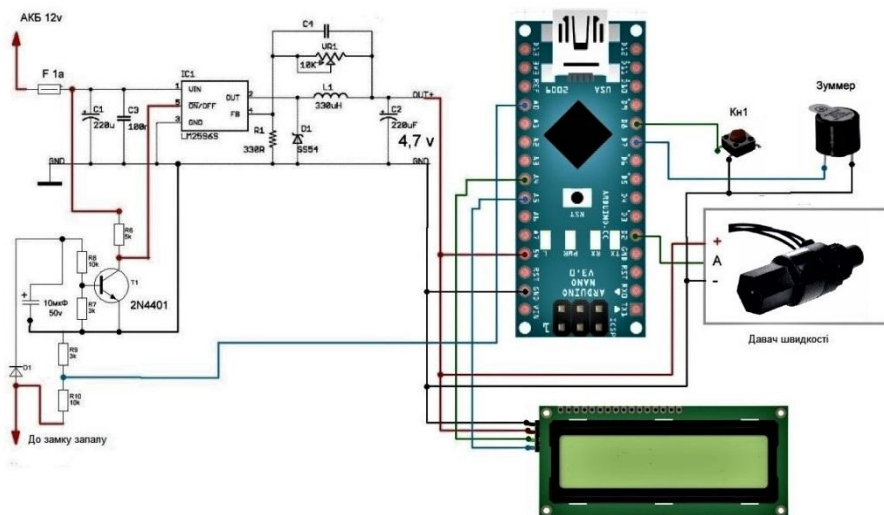


Рис. 1. Схема одометра на основі Arduino Nano

На транзисторі 2N4401 зібраний електронний ключ для управління модулем LM2596. В якості давача швидкості автомобіля був використаний серійний VS-SP 0111. Скетч для одометра на основі Arduino Nano із застосуванням рідкокристалічного екрану LCD1602 був написаний з розширенням файлу `flr`, який можна встановити за допомогою програмного забезпечення `Flprog`.

#### Список літератури:

1. <https://arduino.ua/prod2432-arduino-nano-v3-atmega328-ch340g-neraspayannaya-micro-usb-ot-robotdyn>
2. <https://arduino.ua/prod650-DC-DC-ponijaushhii-konverter-c-4-5-60V-do-3-35V>



**Едвін-Валентин Гришко, Микита Яговдік**  
Науковий керівник – асист. Козярський І.П.

## **Отримання та оптичні властивості плівок СоО**

Використовуючи різні режими напилення, тобто змінюючи час напилення ( $t$ , хв) та температуру підкладки ( $T_{\text{під}}$ , °С), за допомогою високочастотного магнетронного розпилення було отримано плівки СоО. Процес напилення відбувався в універсальній вакуумній установці УВН-70 в атмосфері газу аргону. Для цього її обладнали магнетроном. Як високовакуумний насос використовувався турбомолекулярний насос ТМН-500.

З метою проведення дослідження оптичних властивостей тонкі плівки СоО наносили на скляні підкладки (як підкладки використовували покривне скло стандартних розмірів). Для утворення мішені використовували порошок оксиду кобальту, запресований в алюмінієвий стакан, внутрішній діаметр якого значно більший, ніж діаметр зони ерозії (зона розпилення) магнетрона для запобігання розпиленню матеріалу стакана.

Плівки СоО було отримано при потужності магнетрону 180 – 200 Вт. Температура підкладки контролювалась за допомогою ХА-термопари і для різних режимів підтримувалась на рівні 200 – 250 °С. Процес напилення плівок тривав 10 – 30 хвилин. Це дало можливість дослідити вплив тривалості напилення та температури підкладки на товщину отриманих плівок, на значення їх оптичних коефіцієнтів та на величину оптичної ширини забороненої зони.

Дослідження оптичних коефіцієнтів проводили за допомогою спектрофотометра СФ2000 із загальним діапазоном від 0,2 до 1,1 мкм.

При визначенні оптичних коефіцієнтів використовували метод, що базується на незалежному вимірюванні коефіцієнта відбивання та пропускання. Таким чином, для визначення коефіцієнта поглинання ( $\alpha$ ) необхідно було провести вимірювання коефіцієнтів пропускання ( $T$ ) і відбивання ( $R$ ) (для

вимірювання  $R$  використовувалась приставка Ріке в інтервалі довжин хвиль  $\lambda = 0,4 - 1,1$  мкм).

При цьому коефіцієнт поглинання можна вирахувати за формулою [1]

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln \left[ \frac{(1-R)^2}{2T} + \sqrt{\frac{(1-R)^4}{4T^2} + R^2} \right].$$

Одержані залежності  $\alpha=f(h\nu)$  були перераховані в  $\alpha^2=f(h\nu)$  і побудовані відповідні залежності для отриманих плівок  $\text{CoO}$  (рис. 1).

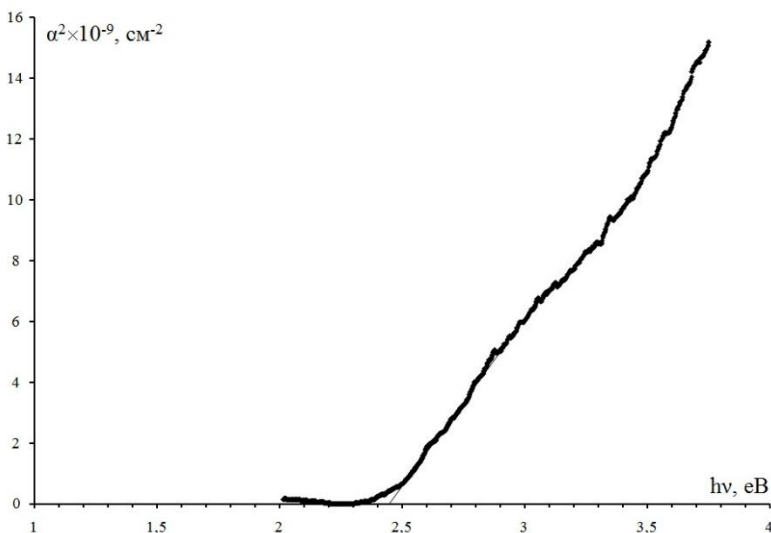


Рис. 1. Залежність  $\alpha^2=f(h\nu)$  для плівки  $\text{CoO}$  ( $T_{\text{під}} = 150$  °С,  $t = 10$  хв,  $P = 200$  Вт)

Із рис. 1 видно, що оптична ширина забороненої зони отриманих плівок дорівнює 2,45 еВ, що притаманно для аналогічних плівок оксидів кобальту.

### Список літератури

1. Уханов Ю. И. Оптические свойства полупроводников. М.: Наука, 1978. 342 с.

**Гулик Сергій**

Науковий керівник – проф. Раранський М.Д.

### **Пружні властивості кристалів з ґратками ГЦК та типу алмаза.**

Елементи Cu, Ag, Au, належать до I-B підгрупи періодичної системи Менделєєва. Їхні електронні оболонки 3d(Cu), 4d(Ag) та 5d(Au) повністю заповнені, тобто виникає стійка електронна конфігурація –  $d^{10}$ . Завершеність d-оболонки утворює «псевдосферичні» іони, які при асоціації у кристал утворюють найбільш щільно упаковану ГЦК ґратку, координаційне число – 12, коефіцієнт компактності пакування  $f=0,74$ . Просторова група симетрії даних кристалів  $Fm\bar{3}m, Oh^5$ .

Атоми C, Si, Ge належать до IV-A групи періодичної системи елементів Менделєєва. Володіючи чотирма валентними електронами вони взаємодіють з чотирма сусідніми атомами, утворюючи кристалічну ґратку типу алмаза. Цю ґратку можна представити як дві ГЦК ґратки вставлені одна в одну і зміщені вздовж просторової діагоналі на  $\frac{1}{4}$  її довжини. Просторова група симетрії даної ґратки –  $Fd\bar{3}m, Oh^7$ , коефіцієнт компактності пакування атомів  $f=0,34$ , координаційне число – 4. Нещільність пакування структури алмаза зумовлено направленістю ковалентних зв'язків. В таблиці 1. наведені фізико-механічні властивості досліджуваних монокристалів.

Таблиця 1.

Елем.	Тип ґратки	a, нм	гі, нм	$\rho$ , г/см <sup>2</sup>	Тпл	Тдебая	Нм	A
C	Типу алмаз	0,357	0,016	3,515	3700	1860	10	1,211
Si	Типу алмаз	0,5431	0,039	2,32	1690	628	7	1,564
Ge	Типу алмаз	0,56575	0,065	5,327	1211	360	6,3	1,668
Cu	ГЦК	0,36	0,072	8,932	1368	339	3	3,21
Ag	ГЦК	0,4086	0,126	10,5	1233	215	2,5	3,01
Au	ГЦК	0,4078	0,137	19,32	1338	170	3	2,88

Відзначимо деякі особливості фізичних властивостей досліджуваних кристалів. По-перше, при зміні типу

кристалічної ґратки (тип алмаза - ГЦК ґратка) та характеру хімічного зв'язку (ковалентний-металевий) відбувається стрибкоподібна зміна  $a$ ,  $\rho$ ,  $T_{пл}$  та анізотропії кристалів. По-друге, твердість недосконалих металевих кристалів Cu, Ag, Au практично не залежить від атомного номера  $Z$  і знаходиться у межах близько 3, тоді як твердість монокристалів C, Si, Ge змінюється від 10,0 до 6,0 одиниць за шкалою Мооса. Це пов'язано як і з гомеополярним характером хімічного зв'язку, так і досконалістю кристалічних ґраток.

Не дивлячись на зміну типу кристалічної ґратки та характеру хімічного зв'язку спостерігається однозначна кореляція між величинами  $r_i$  – іонним радіусом та твердістю –  $H_m$  (Рис. 1).

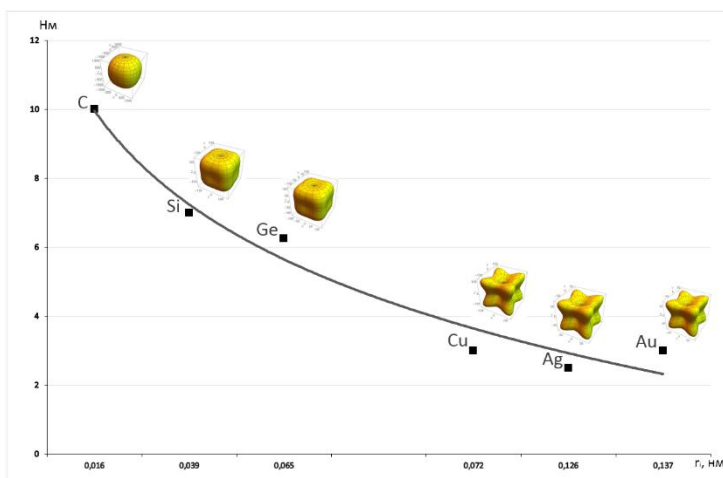


Рис. 1. Залежність твердості  $H_m$  від іонного радіуса  $r_i$

### Список літератури:

1. Ю. И. Сиротин, М.П. Москальская. Основы кристаллофизики. М.: «Наука» 1975. – 680 с
2. М.Д. Раранський, В.Н. Балазюк, З.Д. Ковалюк. Пружні властивості та динаміка кристалічної ґратки деяких напівпровідникових монокристалів. 2012р. - 200 с.

**Віталій Гуменюк, Діана Мотреску**  
Науковий керівник – асист. Ніцович О.В.

**Методика комп'ютерного моделювання процесу  
вирощування термоелектричних матеріалів на основі  
Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> із пропусканням електричного струму**

Термоелектричні перетворювачі енергії – охолоджувачі та термогенератори – знаходять широке використання в багатьох галузях сучасної техніки. Актуальним завданням є підвищення ефективності цих пристроїв, зокрема створення для них матеріалів з високою термоелектричною добротністю  $Z$ .

У працях [1;2] розглядалася можливість вирощування монокристалів термоелектричних матеріалів методом вертикальної зонної плавки (ВЗП) при наявності електричного струму, що проходить через злиток. Відомо, що межа поділу твердої та рідкої фаз одного й того ж матеріалу є тим місцем, де стрибкоподібно змінюється величина коефіцієнта термоерс, електропровідність, теплопровідність та інші властивості. На межі поділу фаз змінюється і картина заповнення енергетичних рівнів електронами. Це проявляється в ефекті Пельтьє, що виникає на фронті кристалізації матеріалу при пропусканні через вирощуваний кристал електричного струму. Та кількість тепла, що виділяється чи поглинається на межі поділу між рідкою та твердою фазами, може вплинути на хід кристалізації.

Таким чином, було створено комп'ютерну модель процесу вирощування термоелектричних матеріалів методом вертикальної зонної плавки з урахуванням ефекту Пельтьє, що виникає на межі поділу твердої та рідкої фаз вирощуваного матеріалу.

При моделюванні процесу ВЗП у програмному комплексі COMSOL Multiphysics розв'язується класична система нестационарних диференціальних рівнянь теплопровідності, доповнена залежностями фізичних властивостей досліджуваного твердого тіла як функції від фазового стану в даній точці при даній температурі, з урахуванням тепла Джоуля–Ленца та термоелектричних ефектів [3]:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p u \nabla T + \nabla q = Q + Q_e \quad (1)$$

$$q = -\kappa \nabla T + Pj, \quad (2)$$

$$Q_e = jE \quad (3)$$

тут

$$j = \sigma E + j_e, \quad (4)$$

$$j_e = -\sigma \alpha \nabla T, \quad (5)$$

$$P = \alpha T, \quad (6)$$

$$E = -\nabla U, \quad (7)$$

$$\rho = \theta \rho_{phase1} + (1 - \theta) \rho_{phase2}, \quad (8)$$

$$C_p = \frac{1}{2} \left( \theta \rho_{phase1} C_{p_{phase1}} + (1 - \theta) \rho_{phase2} C_{p_{phase2}} \right) + L \frac{d\alpha_m}{dT}, \quad (9)$$

$$\alpha_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{(1-\theta)\rho_{phase2} - \theta\rho_{phase1}}{\theta\rho_{phase1} + (1-\theta)\rho_{phase2}}, \quad (10)$$

$$\kappa = \theta \kappa_{phase1} + (1 - \theta) \kappa_{phase2}. \quad (11)$$

де  $\rho$  – густина,  $\text{кг/м}^3$ ;  $C_p$  – теплоємність матеріалу при постійному тиску,  $\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ ;  $\kappa$  – теплопровідність,  $\text{Вт}/(\text{см} \cdot \text{К})$ ;  $u$  – швидкість руху середовища,  $\text{м/с}$ , в досліджуваній задачі дорівнює нулю;  $T$  – температура,  $\text{К}$ ;  $U$  – електричний потенціал,  $\text{В}$ ;  $E$  – напруженість електричного поля,  $\text{В/м}$ ;  $\alpha$  – коефіцієнт термоерс,  $\text{мкВ/К}$ ;  $\sigma$  – електропровідність,  $(\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$ ;  $t$  – час,  $\text{с}$ ;  $\theta$  – співвідношення фаз при даній температурі;  $\alpha_m$  – масове відношення між фазами;  $L$  – прихована теплота фазового переходу,  $\text{Дж/кг}$ ;  $Q$  – зовнішній тепловий потік,  $\text{Вт}$ . Індeksi *phase1* та *phase2* показують, до якої фази відносяться властивості, тверда фаза чи рідка відповідно.

#### Список літератури

1. Пфан У.Г. Зонная плавка / под. ред. В.Н. Вигдоровича. – М.: Мир, 1970. – 336 с.

2. Гольцман Б.М. Кристаллизация в электрическом поле термоэлектрических материалов на основе теллурида висмута / Гольцман Б.М., Лященко В.И., Стрекопытова Н.И. // Термоэлектрические источники тока: материалы, конструкция, применение. Тезисы докладов всесоюзного совещания. – Ашхабад, 1986.

3. Liaschenok V.I. Influence of electric current flow during crystallization process on thermoelectric properties of materials / Liaschenok V.I., Strekopytova N.I. // XIV International Conference of Thermoelectrics. – 1995. – P.112-114.

**Гуменюк Станіслав**  
Науковий керівник: асист. Шумиляк Л.М.

## **Дослідження криптостійкості псевдовипадкової бінарної послідовності на основі двовимірних КА**

Клітинний автомат (КА) - це математична модель, яка описується набором клітинок, що утворюють періодичну решітку із заданими правилами переходу, що визначають стан клітини за її теперешнім станом та станом її сусідів. До уваги беруться лише сусіди, які знаходяться на певній відстані від поточної клітини.

Стандарт “Струмок” - шифр, в основі якого лежить класична схема підсумовуючого генератора. За своєю структурою подібний до стандартизованого у ISO/IEC 18033-4 алгоритму потокового шифрування «SNOW 2.0». Криптоалгоритм орієнтований на 64-розрядні обчислювальні системи, і, відповідно, розмір слова в шифрі визначено рівним 64 бітам. Як вхідні дані використовується 512 (або 1024)-бітний секретний ключ  $K$  та 512-бітний вектор ініціалізації  $IV$ .

Основними структурними компонентами шифру є регістр зсуву з лінійним зворотним зв'язком та кінцевий автомат, в якому виконується нелінійне перетворення. Вхідні дані використовуються для ініціалізації змінної стану, яка складається з вісімнадцяти 64-бітових блоків, до складу яких входить дві компоненти: 16 комірок регістра зсуву з лінійним зворотним зв'язком і двох регістрів кінцевого автомату. На виході отримуємо ключовий потік (гаму шифрувальну), який формується з 64-бітових слів  $Z_i$ .

Примітивний(одновимірний) клітинний автомат - одновимірний масив з  $n$  комірок, кожна комірка якого знаходиться в одному з двох станів, 0 або 1. У кожній комірці є мережеве оточення з трьома комірками: комірка зліва, безпосередньо сама комірка та комірка справа.

Є функція стану, введення якої - це три стани комірок мережевого оточення, а виведення - наступний стан комірки.

Формула генерації послідовності клітинного автомату за правилом «30»:

$$f(x_i) = x_{i-1} \oplus (x_i \vee x_{i+1}), \quad (1)$$

де  $x_i$  – поточний стан клітини,  $x_{(i-1)}$  – попередній, а  $x_{(i+1)}$  – наступний стан клітини,  $\oplus$  - логічна операція XOR.

За допомогою клітинних автоматів будуються генератори псевдовипадкових бінарних послідовностей (тобто набір одиниць та нулів). Дані генератори можуть використовуватися у криптографії, зокрема у шифруванні даних. Згенерований набір одиниць та нулів накладається на відкритий текст утворюючи шифротекст, який можна передавати каналами зв'язку.

В даній роботі ми пропонуємо розглянути можливість використання двовимірних клітинних автоматів в цілях криптографії.

Двовимірний клітинний автомат - клітинний автомат, в якому решітка реалізується двовимірним масивом. Так, кожна клітина у ньому має вісім сусідів, а не два. Для усунення крайових ефектів решітка так само, як і в попередньому випадку, «загортається» у тор. При роботі з двовимірними клітинними автоматами розглядають, переважно, два типи околів: окіл Мура та окіл фон Неймана. Окіл Мура - сукупність восьми клітин, що мають спільну вершину з даною клітиною. Окіл фон Неймана - сукупність чотирьох клітин, що мають спільну сторону з даною клітиною. Як відомо, розмір околів в двовимірному клітинному автоматі суттєво більший, ніж в одновимірному. Це означає, що для таких клітинних автоматів число можливих наборів правил значно вище, ніж для одновимірних ( $2^8$  - в одновимірних,  $2^{32}$  - для околу фон Неймана,  $2^{512}$  - для околу Мура)

### Список літератури

1. . WolframS. Random sequence generation by cellular automata // Advances in Applied Mathematics, 1986. – 7. – P.123-164.
2. Потій О.В. Методика статистичного тестування NIST STS та математичне обґрунтування тестів:/ Потій О.В, Леншин А.В, Ізбенко Ю.А. // Інститут інформаційних технологій. – 2004. – С. 4–60.
3. Ozcan E., Ercal T. A Genetic Algorithm for Generating Improvised Music. Lecture Notes in Computer Science. 2008. No. 4926. P. 266–277.



**Віталій Гунько**

Науковий керівник: доц. Жихаревич В.В.

## **Еволюційні алгоритми синтезу музики**

Одним із перспективних напрямків досліджень в області штучного інтелекту є пошук комп'ютерних методів створення різноманітних творів мистецтва (Artificial Art). Перші спроби автоматизації роботи митців розпочалися із появою перших обчислювальних систем. На сьогоднішній день існує багато успішних прикладів використання комп'ютерних засобів для формування як візуальних, так і звукових творчих композицій. Найбільш вдалим, на думку італійських дослідників Floreano D. та Mattiussi C. [1], є приклади, що використовують так звані «біоінспіровані» алгоритми, тобто підходи щодо реалізації штучного інтелекту, які використовують комп'ютерні моделі біологічних процесів та систем.

Як відомо, характерною рисою будь-якої біологічної системи є здатність еволюціонувати, тобто самовільно ускладнюватись. Еволюціонує не тільки морфологія біологічних структур, але й сприйняття ними оточуючого середовища (когнітивні можливості), а також їх колективна самоорганізація (формування соціальних інфраструктур). Використання еволюційних методів, зокрема генетичних алгоритмів, для створення музичних композицій запропоновано у роботах [2, 3]. Основною ідеєю при цьому є формування фітнес-функцій для оцінки генерованих певним чином музичних фрагментів, їх комбінацій та відбору найкращих з них (з точки зору оціночної фітнес-функції). В якості генераторів музики можуть бути використані різноманітні детерміновані або стохастичні алгоритми обробки сигналів, алгоритми формування фрактальних структур, клітинні автомати або будь-які інші моделі багатоагентних систем, штучні нейронні мережі тощо. Очевидно, що контролювати та корегувати цей процес повинна людина. Такий підхід є цілком прийнятним, але по суті він є оптимізаційним, а не еволюційним, оскільки жодна фітнес-функція не може самовільно ускладнюватися.

В даній роботі ми пропонуємо задіяти модель воістину еволюціонуючої системи для створення музичних композицій. Модель заснована на методі взаємопідтримуючих елементів – множини дискретних структур, що взаємодіють зі своїм оточенням за принципами взаємного впливу один на одного. Основною вимогою методу є те, що характер впливу на довільну дискретну структуру з боку його оточення повинен володіти властивістю природного добору. При такій взаємодії в системі має місце та постійно розвивається множина обернених зв'язків, в результаті чого будь-яка початкова хаотична динаміка елементів прямує до впорядкування. Оточення може складатися як з аналогічних дискретних структур, так і з деякого спектру неперервних параметрів, що можуть відображати, наприклад, певні ресурси або продукти функціонування елементів. За рахунок подібної взаємопідтримки в системі формується надлишковість, а отже стійкість до руйнації від елементарних відхилень (флуктуацій). Але, в той же час, це є рушієм самовільного прямування організації системи в напрямку зростання ступеня взаємопідтримки, а отже і більшої складності. Таким чином, самоускладнення (еволюція) є атрактором у фазовому просторі динамічної структури системи.

Процес самоускладнення систем, що моделюються методом взаємопідтримуючих елементів, характеризується гармонічним (симбіотичним) розвитком окремих їх складових, а також цілісною несуперечливою динамікою поведінки. Завдяки цій властивості подібні моделі цілком можна використати в методах генерації музичних композицій та можуть виявитись корисними при створенні абсолютно нових музичних стилів.

### **Список літератури**

1. Floreano D., Mattiussi C. Bio-inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods, and Technologies. Cambridge (Massachusetts): MIT Press, 2008. 688 p.
2. Miranda E., Biles J. Evolutionary Computer Music. London: Springer, 2007. 259 p
3. Ozcan E., Ercal T. A Genetic Algorithm for Generating Improvised Music. Lecture Notes in Computer Science. 2008. No. 4926. P. 266–277.

### **Аналіз підходів відтворення скелетона оптичного поля**

Пошук підходів відтворення локалізації нулів амплітуди поля, інтенсивність якого реєструється CCD-камерою, дозволив виокремити ймовірні алгоритми визначення точок сингулярностей.

Перший алгоритм використовує підхід, згідно з яким довільна точка на спеклкартині визначається як потенційна точка сингулярності фази в оптичному полі в тому випадку, якщо в її околі діагностується два вектора градієнта інтенсивності, кут між якими становить  $180^\circ$ .

Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що запропонований підхід дає можливість здійснити пошук точок нулів амплітуди в оптичному полі, зокрема за відсутністю дискретизації інтенсивності.

Другий алгоритм є логічним продовженням та доповненням попереднього алгоритму. Як зазначалось раніше, зображення розподілу інтенсивності отриманого за допомогою CCD-камери являє собою набір пікселів. Для кожного із пікселів за допомогою співвідношення (1) розраховується напрями векторів градієнта інтенсивності, що є орієнтованими під певними кутами.

$$\mathit{grad}(I) = \frac{\partial I}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial I}{\partial y} \vec{j} \quad (1)$$

де  $\vec{i}, \vec{j}$  – одиничні вектори по осі  $x$  та  $y$  відповідно,  $I$  - інтенсивність.

Тоді, для кожної точки потенційної сингулярності (мінімуму інтенсивності) проводиться розрахунок суми кутів векторів градієнта інтенсивності, які її оточують. Далі здійснюється побудова ліній, що з'єднують точки в яких знаки отриманого сумарного кута відрізняються, так звані «лінії зміни знака «сумарного» кута», та проходять через точки сингулярностей, максимуми і сідлові точки.

Отримані результати дозволяють визначити локалізацію сингулярностей лише за відсутності дискретизації по інтенсивності, через діагностування «зайвих» точок, що є аналогічним до результатів отриманих в першому алгоритмі

Третій алгоритм розглядається вплив зміни розмірів зображення (200x200, 400x400, 600x600) та дискретизації інтенсивності (256, 500 та 1000) на отримання повної інформації про розподіл нулів амплітуди.

Ймовірність визначення положення сингулярних точок є однаковою, але результати залежать від вибраної дискретизації по інтенсивності. Запропонований підхід визначає точність відтворення сингулярностей до значень порядку 80%.

Потенційна точка сингулярності може бути отримана у тому випадку, якщо в її околі знаходяться два вектора градієнта інтенсивності, кут між якими становить  $180^\circ$  і точка відповідає нульовій інтенсивності.

За результатами моделювання, можна зробити висновок про збільшення ймовірності відтворення сингулярних точок для дискретних зображень, зокрема при згладжуванні по 10 точках «колом». Точність відновлення сингулярних точок досягає порядку 81%.

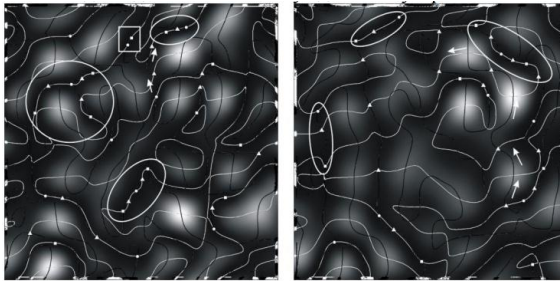


Рис.1. Приклад розподілу інтенсивності та локалізації «реперних» точок, отриманих при використанні інтерполяції бікубічними сплайнами

#### Список літератури:

1. Freund I. Vortices in random wave fields: nearest neighbor anticorrelations/ I. Freund and N. Shvartsman// Phys. Rev. Lett. – 1994. –V. 72. – P.1008–1011.

Науковий керівник – проф. Крамар В.М.

**Аналіз сучасних технологій підвищення  
зносостійкості поверхонь деталей машин**

Підвищення зносостійкості деталей робочих машин, ріжучого інструмента, технологічного обладнання й устаткування – актуальна проблема сучасного машинобудування. На їх виготовлення, ремонт чи відновлення використовуються значні матеріальні, економічні та людські ресурси. Водночас сучасне машинобудування характеризується безперервним збільшенням потужності робочих машин і експлуатаційних навантажень їх вузлів внаслідок підвищення швидкостей та прискорень руху деталей, передачі все більших зусиль та обертових моментів, що зумовлює істотне підвищення вимог до їх надійності.

Втрата працездатності та відмови вузлів механізмів і машин під час експлуатації є наслідком процесів, що відбуваються у приповерхневих шарах конструкційних матеріалів, а саме: тертя та зношування, перерозподіл залишкових напружень, їх надмірна концентрація, розвиток мікротріщин, знеміцнення та ін.

Вивченням природи явищ і зношування, методів підвищення зносостійкості матеріалу та зменшення втрат у вузлах тертя займається наука трибологія. Попри значні здобутки і прогрес в її розвитку, на даний час залишаються багато нерозв'язаних проблем. Це пояснюється складністю явищ і процесів, що мають місце в тонких приповерхневих шарах контактуючих матеріалів. Актуальність їх вивчення полягає в необхідності розробки теорії обґрунтованого вибору форми робочих поверхонь, геометричних параметрів і фізико-хімічних властивостей, що забезпечило б експлуатаційну довговічність робочих машин, інструмента, обладнання й устаткування, а також технологій захисту їх поверхонь.

Перспектива розв'язання цих проблем пов'язується з використанням наукових знань із різних галузей сучасної науки і пошуком методів цілеспрямованого впливу на властивості поверхневих шарів конструкційних матеріалів [3].

При тому, що на сьогоднішній день тільки методів впливу на властивості поверхонь відомо понад сотню, їх вибір для виготов-

лення деталей і вузлів тертя сучасних машин залишається складною техніко-економічною задачею. Тому на найближчий час прогнозується ще більш стрімкий розвиток інженерії поверхні, що стимулюватиме розробку нових методів підвищення зносостійкості.

Серед традиційних і новітніх технологій захисту і зміцнення поверхонь деталей машин, що експлуатуються в жорстких умовах тертя, на сьогодні чітко вирізняються дві найперспективніші інноваційні технології.

Першою з них є технологія поверхневого зміцнення, що дає змогу керувати показниками якості поверхонь (мікро- і макровідхилення), формувати й оптимізувати параметри приповерхневих шарів (мікротвердість, глибина та знак залишкових напружень) і зменшення зношування деталей у 1,5–5 разів. Цього можна досягти різними методами, серед яких найперспективнішими вважаються такі: фізико-термічна обробка лазерним випромінюванням або струменем плазми; електрофізична (електроконтактна, електроерозійна або ультразвукова) обробка; механічне (вібраційне, вібраційно-відцентрове, струменеве, вибухове та ін.) оброблення [1], а також метод поверхнево-пластичного деформування [2].

Друга – технологія створення дискретних поверхонь, суть якої полягає в заміні традиційного суцільного шару поверхні на переривчасту мозаїчно-дискретну структуру. Дискретні поверхні забезпечують вищу надійність і довговічність трибосполучень в екстремальних умовах експлуатації, де суцільні захисні покриття втрачають свою працездатність [3].

### Список літератури

1. Hutchings I., Shipway Ph. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials, 2<sup>nd</sup> Ed. – UK : Butterworth-Heinemann, 2017. – 412 p. URL:

<https://www.sciencedirect.com/book/9780081009109/tribology#book-info>.

2. Дерев'янка І.С. Стан і аналіз сучасних методів підвищення адійносоті деталей машин поверхневим зміцненням // Вісник НУ Львівська політехніка. – 2007. – № 583. – С. 18-24.

3. Захист поверхонь тертя дискретними поверхнями / В.Є. Марчук, Б.А. Ляшенко, М.В. Кіндрачук, О.І. Духота // Проблеми тертя та зношування. – 2013. – Вип. 2(61). – С. 80-87.

**Анастасія Дардіук**

### **Отримання пластівців графену за допомогою блендера та дослідження їх фізичних властивостей**

Графен є двовимірним матеріалом, який володіє унікальними електричними і оптичними властивостями. Більша частина фундаментальних досліджень графену проведена на пластівцях розміром лише декілька мікрометрів [1-3]. У таких малих пластинах графену було виявлено балістичний транспорт носіїв заряду з рухливістю  $44000 \text{ см}^2/\text{Вс}$ . Перші шари графену були отримані за допомогою скотчу, який приклеювали до поверхні графіту, щоб відокремити від нього тонкі шари графену. Продовжуючи традиції «низьких технологій» у виготовленні цього унікального матеріалу, дослідники з Трінті-коледжу в Дубліні придумали спосіб отримання великих кількостей графену за допомогою блендера. Однак якість графену отриманого таким способом, суттєво залежить від якості вихідного матеріалу, типу розчинника, швидкості обертання блендера та часу збивання. Тому необхідно проводити детальні дослідження впливу умов виготовлення пластівців графену на їх оптичні та електричні властивості.

Для виготовлення пластівців графену, який складається з кількох шарів, ми розщеплювали пластівці графіту в розчиннику за допомогою кухонного блендера. Як вихідний матеріал ми використовували пластівці чистого графіту (99,99%), а як поверхнево-активну речовину водний розчин рідини для миття посуду Fairy у співвідношенні 3 мг/мл. Швидкість обертання блендера становила  $\sim 30000$  об/хв. Час збивання тривав 1 год. Протягом цього періоду кілька разів (15, 30, 45 хв. та 1 год) ми відбирали чотири проби по 6 мл дисперсії кожна, а потім центрифугували їх протягом 45 хв. при 500 об/хв. для отримання дисперсії графену.

Отримані дисперсії наносили на скляні та ситалові підкладки методом спін-коутингу при 2500 об/хв протягом 60 с і висушувалися при  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  на повітрі протягом 30 хв для видалення залишків розчинника, внаслідок чого формується якісний оптичний контакт із гладкою поверхнею підкладки.

Спектри пропускання отриманих шарів графену виміряно за допомогою спектрофотометра СФ-2000. Експериментальні точки знімалися в області довжин хвиль 200 – 1100 нм з кроком 1 нм.

Для вимірювання температурних залежностей опору  $R = f(T)$  отриманих зразків електричні контакти створювали лише на двох протилежних сторонах плівки, які виготовляли за допомогою срібної струмопровідної пасти. Виміряно залежність електричного опору досліджуваних зразків від температури  $R = f(T)$  в інтервалі температур  $295 < T < 400$  К.

Встановлено, що пластівці графену володіють високою провідністю і великим коефіцієнтом пропускання у видимій області спектра, а їх середня товщина становить  $\sim 1,5$  нм.

З досліджень оптичних і електричних властивостей отриманих пластівців графену зроблено висновки про можливість їх використання для виготовлення приладів електроніки та оптоелектроніки.

### Список літератури

1. Novoselov K.S. Electric field effect in atomically thin carbon films / K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I.V. Grigorieva, A.A. Firsov // Science. – 2004. – Vol. 306. – P. 666–669.
2. Castro E.V., Limits on charge carrier mobility in suspended graphene due to flexural phonons / E.V. Castro, H. Ochoa, M.I. Katsnelson, R.V. Gorbachev, D.C. Elias, K.S. Novoselov, A.K. Geim, F. Guinea // Phys. Rev. Lett. – 2010. – Vol. 105. – P. 16–18.
3. Du X. Approaching ballistic transport in suspended graphene / X. Du, I. Skachko, A. Barker, E.Y. Andrei // Nat. Nanotechnol. – 2008. – Vol. 3. – P. 491–495.



**Сергій Джал**  
Науковий керівник – асист. Кобилянський Р.Р.

## **Порівняльний аналіз джерел живлення для електрокардіостимуляторів**

Серцево-судинні захворювання є основною причиною смертності як в Україні, так у світі загалом. Ішемічна хвороба серця – основна причина летальності від серцево-судинних захворювань.

Знизити рівень смертності від серцево-судинних захворювань дає можливість імплантація електрокардіостимуляторів (ЕКС) – штучних водіїв ритму серця. Щороку у всьому світі імплантується майже 600000 ЕКС, що дозволяє продовжити життя пацієнтів, хворих на тяжкі порушення серцевої діяльності. У даний час існують різні типи ЕКС (однокамерні, двокамерні, трикамерні та швидко-чутливі та ін.), споживана електрична потужність яких значно відрізняється і знаходиться в межах від 10 мкВт до 370 мВт. Для живлення таких ЕКС можуть використовуватись електрохімічні гальванічні батареї, радіоізотопні термоелектричні генератори, а також термоелектричні і п'єзоелектричні мікрогенератори. Слід зазначити, що найбільш поширеними джерелами живлення ЕКС є електрохімічні гальванічні батареї, строк служби яких складає майже 10 років, після чого необхідна заміна електрохімічної батареї, тобто повторна операція. Тому актуальною є проблема заміни гальванічних батарей альтернативними джерелами живлення з тривалим ресурсом роботи.

Було проведено порівняльний аналіз різних джерел живлення для імплантованих ЕКС, технічні характеристики яких наведено у таблиці [1; 2].

З порівняльного аналізу випливає, що використання термоелектричних джерел електрики для живлення ЕКС є ефективним. Такі джерела нетоксичні, мають практично необмежений ресурс роботи і, отже, не потребують заміни або зарядки, за оцінками можуть бути значно дешевшими від

хімічних джерел, з практики використання та принципу роботи більш надійні порівняно з іншими джерелами електрики.

Параметр	Електрохімічна батарея для ЕКС	Електрохімічна батарея для внутрішнього серцевого ЕКС	РІТЕГ	П'єзоелектричний генератор	Механізм автозаводу для ЕКС	ТЕГ
Маса, г	20-30	2-5	20-50	10-14	12	2-5
Робоча напруга, В	1.5-2.8	1.5-2.0	4-4.7	1.5-2	3	1.5-2
Електрична потужність, мВт	25	0.070	370	7	0.09	0.1
Ємність батареї, мА	2000	140	–	–	–	–
Термін експлуатації, років	8-10	15	≥30	≥30	≥30	30-50
Габарити, мм	49×46×6	Ø6х4	30×60×40	20×20×10 <sup>-4</sup>	8.3-27	5-20
Токсичність	Так	Так	Так	Ні	Ні	Ні
Готовність до використання	Серійне виробн.	Серійне виробн.	Зняти з виробництва.	Розробка	Розробка	Розробка

### Список літератури

1. Dinesh Bhatia, Sweeti Bairagi, Sanat Goel, Manoj Jangra and other. Pacemakers charging using body energy // Journal of pharmacy and Bioallied sciences, 2010 Jan-Mar; 2(1): 51-54.
2. Adrian Zurbuchen. The swiss approach for a hertbet-driven lead – and batteryless pacemaker // Heart Rhythm, May 25, 2010, Nano Lett., 2010, 10 (6), pp. 2133-2137. DOI: 10.1021/nl100812k.

## **Апаратна частина платформ Arduino**

Дедалі більше українські виробники застосовують інформаційні технології, для створення необхідних приладів, які стають у нагоді сучасним галузям, а саме: машинобудівній та ракетно-космічній. Так, використання звичайного мікроконтролера може змінити принцип роботи багатьох механізмів. Сфери використання мікроконтролерів не обмежені – це звичайне перемикання кольору у світлодіодів, так і в автомобільній електроніці.

Arduino являє собою досить простий інструмент для створення електронних пристроїв і втілення в життя різних ідей. Він включає популярні та доступні комплектуючі, що випускаються серійно, тому принцип роботи системи зрозумілий, налаштування схеми під вимоги розробника просте і забезпечена можливість подальшої модифікації [1].

Плата складається з мікроконтролера Atmel AVR (ATmega328 і ATmega168 - у нових версіях і ATmega8 - у старих) та елементної обв'язки для програмування та інтеграції з іншими схемами. На кожній платі обов'язково присутні лінійний стабілізатор напруги 5 В (у деяких моделях 3,3 В) і кварцовий резонатор 16 МГц. У мікроконтролер попередньо прошитий завантажувач, тому зовнішній програматор не потрібен. На концептуальному рівні всі плати програмуються через інтерфейс RS-232 (послідовне з'єднання), але реалізація цього способу відрізняється від версії до версії. Плата Serial Arduino містить просту інвертуючу схему для конвертації рівнів сигналів RS-232 у рівні TTL і навпаки. Актуальні на сьогодні плати, на зразок Diecimila, програмуються через USB, що здійснюється через мікросхему конвертера USB-to-serial, наприклад FTDI FT232 або Prolific PL2303. У деяких варіантах, таких як Arduino Mini або неофіційні Boarduino, для програмування потрібне під'єднання окремої плати або кабеля USB-to-serial [2].

Плати Arduino дозволяють використовувати більшу частину I/O виводів мікроконтролера в зовнішніх схемах. Наприклад, в платі Diecimila доступно 14 цифрових вводів / виводів (рівні «LOW» – 0В і «HIGH» –5В), 6 з яких можуть видавати ШІМ сигнал, і 6 аналогових входів (0-5В). Ці виводи доступні на верхній частині плати через 0,1 дюймові роз'єми типу «мама». На ринку доступні кілька зовнішніх плат розширення, відомих як «shields»[2].

Періодично команда розробників Arduino випускає нові плати, також світовою спільнотою розроблено та клоновано ще велику кількість плат [1].

Для початку слід зазначити, що всі «розміри» і різновиди Arduino-плат абсолютно сумісні один з одним. Проект на Arduino Nano з легкістю може реалізувати на Arduino Uno або Arduino Mega, причому ні в кодї, ні в схемї переробляти нічого не доведеться. Можна і навпаки, наприклад, з Arduino Mega на Arduino Mini – лише б виводів та пам'ятї вистачило. Так само ніякої різниці немає у виборї конкретної плати всерединї розмірного ряду – можна взяти проект для Arduino Diecimila і спокійно портувати його на UNO і навпаки. Немає ніякої принципової різниці, хто зробив цю плату і як вона називається, основою буде все той же мікроконтролер ATmega [1].

Arduino надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, ще одним Arduino або іншими мікроконтролерами. У ATmega328 є універсальний асинхронний приймач-передавач (UART), що дозволяє здійснювати послїдовну передачу даних за допомогою цифрових виводів 0(RX) і 1 (TX) та перетворювача USB-UART. Мікроконтролер ATmega16U2 на платї виконує функції такого перетворювача, і при під'єднанні до ПК дозволяє Arduino вмикатися, як віртуальний COM-порт [2].

#### **Список літератури**

1. Баран В.С., Власюк Г.Г., Оникїєнко Ю.О., Смоленська О.І. Основи мікропроцесорної техніки. - 2019. – 140 с.
2. Тищенко К.В., навчальний посїбник. Програмування систем забору і аналізу даних: навчальний посїбник. – 75 с.

**Галина Добрянська**

Науковий керівник - доц. Борча М.Д.

### **Керування дослідницькою роботою учня в рамках Малої академії наук**

Мала академія наук тривалий час є платформою, яка заохочує учнівську молодь до дослідницької роботи і створює для цього відповідні умови, зокрема, запроваджує різноманітні заходи та конкурси. Науково-дослідницька робота в МАН організована за науковими відділеннями та секціями відповідно до структури, затвердженої Президією МАН [1]. Окрім щорічного Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН, МАН пропонує учням брати участь у роботі STEM-лабораторії МАНЛаб – центрі реальних і віртуальних навчальних досліджень; у лабораторних дослідженнях в рамках проєктів «Лабораторія експериментальних досліджень «Ex Lab» та «Мобільна студія популярної науки»; в інтерактивних конкурсах «МАН-Юніор Дослідник» та «МАН-Юніор Ерудит»; тощо.

Мою увагу привернув щорічний конкурс МАН «Кристали». У 2020 році учасникам старшої вікової категорії пропонується здійснити наукове дослідження на тему «Кристали та гаджети» [2]. Під час проходження педагогічної практики в проведення позакласного заходу у 7 класі, присвяченого фізиці, багато учнів зацікавились темою «Кристали»: їх будовою, властивостями, вирощуванням та застосуванням. Після ознайомлення їх з конкурсом «Кристали» та його умовами одна з учениць виявила бажання взяти в ньому участь.

Для початку ми підібрали і опрацювали багато публікацій про кристали, які використовуються для виготовлення сучасних гаджетів. Виявили, що однією з важливих задач є потреба швидко отримувати, зберігати та опрацьовувати величезну

кількість даних, не витрачаючи занадто багато енергії у сучасних пристроях. З цією задачею може справитися двовимірний матеріал, який укладається в кілька шарів для побудови комірки пам'яті [3, 4]. У роботі [4] відкрито надзвичайні властивості дителуриду молібдену, які можуть забезпечити економію швидкості та енергії комірок пам'яті, виготовлених на його основі, і які не були раніше виявленими.

Ми запропонували комп'ютерну модель системи, яка відображає будову комірки пам'яті шляхом укладання кількох шарів двовимірних  $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{Te}_2$ . За допомогою цієї моделі вдалося пояснити як дителурид молібдену дозволяє системі швидше перемикатися між 0 і 1, потенційно збільшуючи швидкість зберігання та отримання інформації. Це тому, що при прикладанні електричного поля до такої комірки пам'яті атоми зміщуються на невелику відстань. В залежності від величини зміщення отримуємо або стан високого опору, позначеного як 0, або стан низького опору, позначеного як 1. Зміна опору між цими станами може відбуватися набагато швидше, ніж перемикання в звичайних пристроях.

Дане дослідження учениця провела з інтересом, під моїм керівництвом підготувала тези роботи та направили їх для участі у конкурсі МАН «Кристали».

#### Список літератури:

1. [http://man.gov.ua/ua/about\\_the\\_academy/jasu](http://man.gov.ua/ua/about_the_academy/jasu)
2. [http://man.gov.ua/ua/activities/vseukrayinskyy\\_konkurs\\_krystaly\\_2020](http://man.gov.ua/ua/activities/vseukrayinskyy_konkurs_krystaly_2020)
3. <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/12/181213132509.htm>
4. Zhang, F., Zhang, H., Krylyuk, S. *et al.* Electric-field induced structural transition in vertical  $\text{MoTe}_2$ - and  $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{Te}_2$ -based resistive memories. *Nature Mater* **18**, 55–61 (2019)

**Андрій Довганюк**

Наукові керівники - проф. Мар'янчук П.Д.

асист. Ковалюк Т.Т.

### **Електричні властивості ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe**

У різних галузях науки і техніки широке використання мають напівпровідникові матеріали групи  $A^2B^6$ , які володіють унікальними властивостями. Одним із представників цієї групи є телурид кадмію. Володіючи оптимальною шириною забороненої зони відносно сонячного спектра кадмій телурид є ефективним матеріалом для перетворення сонячної енергії в електричну [1]. Використання кадмій телуриду у фотоелектроніці дає можливість масового виробництва, оскільки CdTe є відносно дешевим матеріалом і тому має малий час окупності відносно інших матеріалів.

На рис.1 представлені вольт-амперні характеристики (ВАХ) ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe виготовлених методом магнетронного розпилення на постійному струмі. Досліджувані ізотипні гетеропереходи володіють випрямляючими (діодними) властивостями.

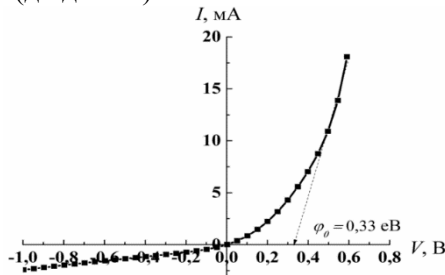


Рис. 1 Вольт-амперна характеристика ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe при  $T = 298$  К.

Шляхом екстраполяції прямолинійної ділянки вольт-амперної характеристики (ВАХ) до перетину з віссю напруг було визначено значення висоти потенціального бар'єра  $\varphi_0$  ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe при кімнатній температурі ( $\varphi_0 = 0,33$  eВ).

Прямі гілки вольт-амперних характеристик (ВАХ) ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe у напівлогарифмічних

координатах (для простоти аналізу домінуючих механізмів струмопереносу) при кімнатній температурі представлено на рис.2.

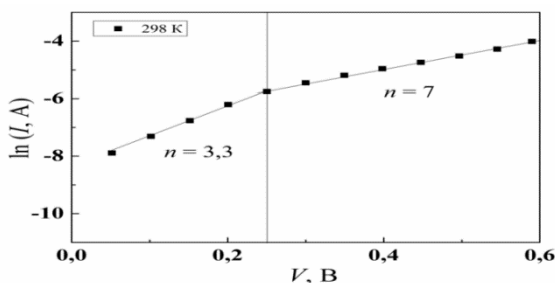


Рис.2 Прямі гілки ВАХ ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe у напівлогарифмічних координатах при  $T = 298$  К.

З аналізу ВАХ встановлено, що залежність  $\ln I = f(V)$  для досліджуваних ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe складається з двох прямолінійних ділянок, що вказує на експоненційну залежність струму від напруги і наявність двох механізмів струмопереносу, що переважають у досліджуваних інтервалах напруг. На основі цих залежностей було визначено значення коефіцієнта неідеальності  $n$ , ( $\Delta \ln(I)/\Delta V = e/nkT$ ), а саме для ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe для двох ділянок напруг:  $n = 3,3$  ( $0 < V < 0,25$  В) і  $n = 7$  ( $0,25 < V < 0,6$  В).

Таким чином, при невеликих прямих зміщеннях (рис.2) для досліджуваних ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe значення показника неідеальності  $> 2$ , а це вказує на переважання тунельної моделі струмопереносу. Але враховуючи порівняно велике значення  $n$  – показника неідеальності, яке спостерігається при досить малих прямих зміщеннях, коли область просторового заряду ще є недостатньо тонкою для прямого тунелювання, то мабуть єдиним фізично обґрунтованим механізмом струмопереносу є тунельно-рекомбінаційний механізм струмопереносу при ( $0 < V < 0,25$  В) і тунелювання при ( $0,25 < V < 0,6$  В).

### Список літератури

[1] Aven M. Physics and Chemistry of II-VI Compounds. / M. Aven, J.S. Prener. – Amsterdam, North-Holland, 1967, – 580 p.



### **Визначення колірної температури джерел світла за допомогою цифрової відеокамери**

Завдання визначення колірної температури джерел світла є важливим для практики, оскільки така температура суттєво впливає на умови роботи та відпочинку людей [1]. Кожне з джерел світла, наприклад, лампи розжарювання, люмінесцентні та світлодіодні лампи мають певну колірну температуру  $T$ , яка звичайно змінюється в діапазоні від 1000 К до 10000 К. Кожній колірній температурі  $T$  відповідає довжина хвилі  $\lambda_{max}$  з максимальною інтенсивністю, тобто певний колір світла. Наприклад, світло з температурою  $T = 2000$  К називається теплим (жовте світло), з  $T = 6000$  К – холодним (біле). На практиці номінальні значення колірної температури для джерел світла не завжди відомі або ж потребують перевірки, тому в таких випадках для визначення  $T$  використовуються спеціальні прилади, наприклад, пірометри. Такі прилади є досить складними і вартісними, тому в даній роботі для визначення колірної температури запропоновано використати кольорові цифрові відеокамери. Це можливо завдяки тому, що кольорова відеокамера дозволяє визначити колір світла, а на основі кольору можливо обчислити колірну температуру.

Визначити колірну температуру можливо на основі спектру світла або ж на основі довжини хвилі  $\lambda_{max}$  з максимальною інтенсивністю. Залежність між колірною температурою  $T$  світла і довжиною хвилі  $\lambda_{max}$  з максимальною інтенсивністю описується законом зміщення Віна

$$\lambda_{max} = \frac{0.002898}{T}, \quad (1)$$

де  $T$  – температура в кельвінах, а  $\lambda_{max}$  – довжина хвилі в метрах.

Оскільки відеокамери формують зображення у RGB моделі, тому на основі кольорового зображення можливо отримати інтенсивності червоної R, зеленої G і синьої B складових. В той же час залежність інтенсивності складових кольору R, G та B від довжини хвилі  $\lambda$  можна описати такими графіками (рис. 1).

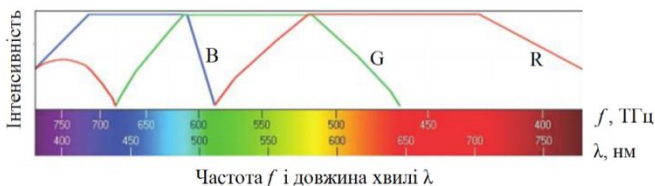


Рис. 1. Залежність інтенсивності складових кольору R, G та B від довжини хвилі  $\lambda$  [2]

Шляхом кусково-лінійної апроксимації залежностей  $R(\lambda)$ ,  $G(\lambda)$  та  $B(\lambda)$  (рис. 1) на основі довільних значень RGB можна отримати довжину хвилі  $\lambda$ , на основі якої за формулою (1) обчислюється колірна температура  $T$ .

У роботі використано USB-відеокамеру «Logitech C270», зчитування зображень з якої виконано засобами системи MATLAB [3]. З метою перевірки правильності визначення колірної температури за допомогою запропонованої апаратно-програмної системи використано 4 тестових світлодіоди (червоний, зелений, синій та білий) з відомими спектрами випромінювання. Керування світлодіодами виконано за допомогою пристрою Arduino UNO [4].

У результаті виконання роботи розроблено комп'ютерну систему для визначення колірної температури об'єктів. Апаратні засоби системи складаються з відеокамери та пристрою Arduino UNO з світлодіодами, під'єднаними до комп'ютера. Програмні засоби для зчитування й аналізу цифрових зображень з відеокамери розроблено в системі MATLAB. Завдяки розробленим засобам можливо визначати середню довжину хвилі та колірну температуру для джерел світла.

#### Список літератури :

1. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы / В.П. Преображенский. – М. : Энергия, 1978. – 704 с.
2. Russ J.C. The Image Processing. Handbook [Sixth Edition]/ J.C. Russ. – Taylor & Francis Group, LLC, 2011. – 853 p.
3. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
4. Arduino. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.arduino.cc>.

**Василь Дронишенець**

Науковий керівник – доц. В.В. Браїловський

## **Перспективи Li-Fi інформаційних систем**

Багато експертів вважають (і я змушений з ними погодитися), що людство входить в нову епоху кібернетичної революції. Без сумніву, зовсім скоро навколо нас з'явиться величезна кількість всіляких «розумних» пристроїв: не тільки телефони, планшети і годинник, але також окуляри, кільця, браслети, колонки, іграшки та інші аксесуари. Слідуючи потребам суспільства, порозумнішає побутова техніка, меблі та засоби пересування. Всі ці пристрої будуть служити точками збору інформації про своїх користувачів, передаючи зібрані дані в логічні центри штучного інтелекту. Після обробки даних «розумна» техніка зможе підлаштовувати свою роботу під поведінкові характеристики власника. Даний концепт носить назву «Інтернет речей» (Internet of Things, IoT), і він цілком реальний.

Очевидно, що в такому кібернетичному світі буде потрібно дуже широкий і надійний канал передачі даних, який зможе «подужати» весь обсяг інформації, що передається. Не виключено, що в найближчі 10 років на кожного «просунутого» користувача буде потрібно виділити швидкість, вимірювану десятками Гбіт / с. Існуючі мережі можуть стати справжнім «пляшковим горлечком» розвитку таких технологій. Щоб якісно збільшити пропускну здатність каналів інформації, а також навчити пристроїв спілкуватися один з одним без участі серверів, багато вчених вже зараз активно працюють над технологією передачі даних за допомогою світла. З недавніх пір це стало реальним завдяки масовому впровадженню світлодіодів [1].

Li-Fi (названа за аналогією з Wi-Fi) - це технологія передачі даних, що використовує в якості каналу світлове випромінювання. Відмінність її від ПЧ-систем полягає в використанні не інфрачервоного, а видимого світла. Якщо в інфрачервоних системах зв'язку використовуються хвилі довжиною 800-2000 нм, то в Li-Fi - 400-800 нм, помітні для людського зору. Для порівняння, довжина радіохвилі Wi-Fi - 6-12 см, тобто в тисячі разів більше. Чим коротше хвиля - тим вище частота, а чим вище частота - тим більше даних можна передати за одиницю часу. Тому Li-Fi теоретично зможе

забезпечувати швидкість до десятків і сотень гігабіт на секунду [2].

Технологія Li-Fi працює модулюванням двійкового коду потоку світла від спеціального світлодіодного джерела. Саме прийнятно-передавальний пристрій нічим не відрізняється від стандартного світлодіодного джерела світла. Приймальні датчики, підключені до комп'ютера чи іншого цифрового електронного пристрою, дозволяють отримувати інформацію лише в момент, коли на них падає світло від джерела Li-Fi.

Природно, що це накладає певні обмеження на можливості застосування даної технології, проте такий оптичний зв'язок на порядок безпечніше традиційного Wi-Fi. Сигнали останньої можна перехопити в будь-якій точці, яка знаходиться в радіусі дії обладнання. До того ж технологію Li-Fi можна буде безперешкодно використовувати в місцях, в яких не бажане використання обладнання, що є джерелом радіохвиль [3].

Технологія Li-Fi сьогодні знаходить застосування в численних областях: smart-освітлення, мобільні підключення, медицина і охорона здоров'я, на небезпечних виробництвах, комунікації під водою, авіація, транспортні засоби, державні установи, банки, застосування в різних сферах побуту [4].

З вище перерахованого можна зробити висновки, що Li-Fi технологія, яка має великий потенціал, буде розвиватися і модифікуватися в майбутньому. Скоріш за все вона не витіснить ніколи повністю радіочастотний зв'язок, але якщо використовувати ці технології разом, це підвищить їхню ефективність і зменшить кількість проблем які виникли у зв'язку з використанням радіоапаратури.

#### **Список літератури**

1. <https://abclight.ru/blog/li-fi-theory/>
2. <https://hype.tech/@na100gramm/chto-takoe-li-fi-principy-raboty-vozmozhnosti-i-perspektivy-7elmskyk>
3. <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/tekhnologija-li-fi/>
4. <https://shopcarry.ru/top/editorial/li-fi-tekhnologiy-internet-na-svetodiudah/>

### **Розробка програмного забезпечення для ведення обліково-фінансової інформації підприємства**

Існують сотні підприємств в Україні та світі, які мають різні потужності та форми власності. У зв'язку з виходом України на міжнародну арену кожне з цих підприємств потребує відповідних засобів для роботи, зокрема і програмних. Ці засоби допомагають визначити ефективність виконання поставлених задач та результат фінансово-господарської діяльності підприємства [1].

Якщо компанія працює з прибутком (за звичайних умов ведення бізнесу), то це свідчить про те, що клієнт скористається послугами саме цієї компанії, одержить задоволення від її виконання, а держава (суспільство) може, за рахунок податків, вирішувати пріоритетні соціальні проблеми [2].

З розвитком інформаційних технологій стає очевидним, що для ефективної роботи підприємств потрібне програмне забезпечення (ПЗ). Спеціалізоване ПЗ може отримувати, зберігати та обробляти інформацію про стан підприємства, трудові ресурси, фінансово-економічні операції тощо (рис. 1).

У дипломній роботі розроблено програму для обробки всіх фінансових операцій підприємства, а також аналізу даних, створення звітів та визначення економічних вигод підприємства.

Програмне забезпечення зберігає всю інформацію в базі даних, що являє собою інформаційні таблиці, які можуть заповнюватися як керівництвом, так і працівниками. Уся інформація в базі даних піддається редагуванню та видаленню, за умови, що у користувача є відповідний рівень доступу [3, с. 356].

Рівні доступу визначаються керівництвом підприємства, після чого користувачі отримують доступ до системи для подальшої роботи з нею.

Звіти в даному програмному забезпеченні являють собою документи, в яких міститься інформація, запитувана користувачем.

Зручний інтерфейс ПЗ дає можливість отримувати, зберігати та обробляти економічну інформацію підприємства, а також створювати звіти [4, с. 638].

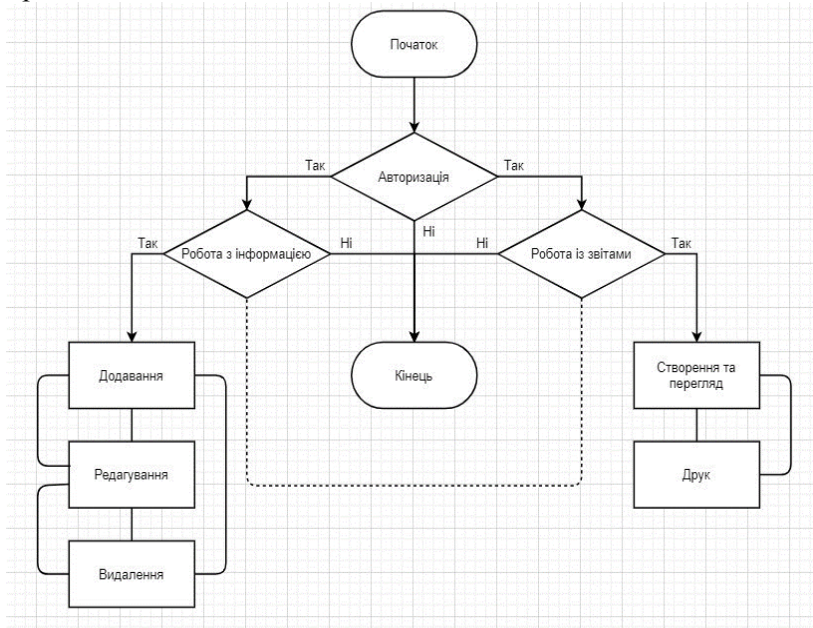


Рис. 1. Блок-схема алгоритму роботи з програмою

### Список літератури

1. Україна на міжнародній арені (реферативний огляд довідкових видань) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.nbuv.gov.ua/node/3033>.

2. Сутність, види, формування та розподіл прибутку підприємства [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://pidruchniki.com/82247/ekonomika/sutnist\\_vidi\\_formuvannya\\_rozpodil\\_pributku\\_pidpriyemstva](https://pidruchniki.com/82247/ekonomika/sutnist_vidi_formuvannya_rozpodil_pributku_pidpriyemstva).

3. Ріхтер Д. CLR via C# Программирование на платформе Microsoft .NET FRAMEWORK 4.5 на языке C# / Джеффри Ріхтер. – Санкт-Петербург: Питер, 2013. – 896 с. – (4). – ("Мастер-класс").

4. Шилдт Г. C# 4.0: Полное руководство / Герберт Шилдт. – Санкт-Петербург: Вильямс, 2011. – 1056 с.

**Андрій Єсипчук**

Науковий керівник – асист. Комісарчук В.В.

## **Розробка AR-додатку доповненої реальності для музеїв та виставок**

**Доповнена реальність (англ. augmented reality або AR)** — це доповнення фізичного світу за допомогою цифрових даних, яке забезпечується комп’ютерними пристроями (смартфонами, планшетами або ж окулярами AR) в режимі реального часу. Доповнена реальність є складовою змішаної реальності (англ. mixed reality) і є поєднанням реального світу з віртуальним – відбувається накладання на середовище навколо нас певної частинки віртуальної інформації, наприклад графіку, звуків, анімації тощо. Більшість сучасних фреймворків використовують “безмаркерну” технологію: розпізнається навколишній світ, на який накладається віртуальна сітка. На цій сітці знаходять опорні точки, по яким визначають точне місце, до якого буде «прив’язана» віртуальна модель. Приклад накладання елементів навігації на реальний світ зображено на рис. 1.

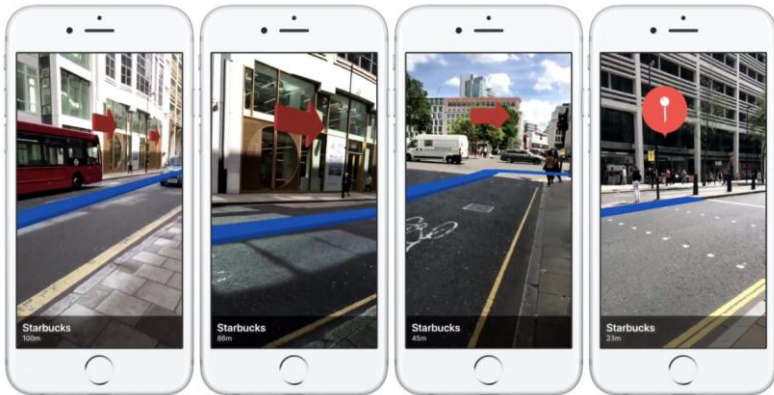


Рис. 1. Приклад доповненої реальності.

**ARKit** – набір інструментів компанії Apple, які дозволяють розробникам створювати додатки доповненої реальності для мобільних пристроїв Apple.

Переваги та можливості ARKit, які використовуються у роботі:

- Стеження за реальним світом. ARKit відстежує положення та орієнтацію пристрою в світі в реальному часі, оцінює світлові умови за допомогою камери пристрою для регулювання яскравості віртуальних об'єктів.

- Розпізнавання зображень та об'єктів. ARKit розпізнає та стежить за 2D зображеннями, прямокутними формами, об'єктами реального світу та дає можливість накладати віртуальні об'єкти.

- Розпізнавання обличч, захоплення руху (Motion Capture), оклюзія людей (People occlusion).

- Мультиплеєр без інтернету. ARKit дозволяє отримувати декільком користувачам однакову картину доповненої реальності без використання інтернету.

## Список літератури

1. Що таке доповнена реальність? [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані – Режим доступу: <http://teach-hub.com/scho-take-dopovnena-realnist/> (дата звернення – 27.02.2020).

2. Кріс Ленгвідж, Намрата Бандекар, Антоніо Белло, Таммі Корон: ARKit by tutorials. 2019 Razeware LLC.



### **Метеостанція на основі модуля ESP 8266**

Домашня метеостанція – це, як правило, електронний прилад, призначений для вимірювання атмосферних показників (температура, вологість, атмосферний тиск тощо), а також складання прогнозу погоди на підставі цих даних. Слід відрізнити домашню метеостанцію від електронного термогігрометра. Зовні прилади можуть бути дуже схожими, але термогігрометр лише виводить показники температури та вологості, у той час як у домашній метеостанції додаються параметри, і вона складає прогноз погоди на найближчі 12/24 години [1]. Основний блок оснащений дисплеєм для відображення показників користувачеві.

Найчастіше зустрічається помилка – неправильні дані про тиск і температуру, які відрізняються на кілька порядків від реального значення. Причиною цього стає неправильне під'єднання. Наприклад, у бібліотеці зазначено, що потрібно під'єднувати по I2C, а датчик під'єднаний по SPI. Також при використанні неякісних датчиків можна зіткнутися з нестандартними I2C або SPI адресами. В цьому випадку рекомендується просканувати всі приєднані пристрої за допомогою одного з найпоширеніших кодів і з'ясувати, за якою адресою відгукується датчик тиску. Ще однією проблемою може стати невідповідність робочої напруги живлення базового модуля напрузі використовуваного контролера. Так, для роботи з датчиком на 3,3 В нам потрібно створити дільник напруги або використовувати один з існуючих готових модулів узгодження рівнів.

Прилад зібраний на базі мікроконтролера ESP8266. Інформаційні виходи D5 та D6 з'єднані з виходами датчика bme280 та OLED Display White 128X64 (I2C). Живлення можна подавати як з модуля живлення Breadboard Power Supply MB102 [2], так і подати на пряму до мікроконтролера. Плата ESP8266 живиться від 5 В, датчик bme280 та OLED

Display White 128X64 (I2C) живляться від 3,3 В [3]. Максимально допустиму напругу, що можна подавати на модуль живлення Breadboard Power Supply MB102 - 9 В. Датчик вимірює всі доступні йому показники (температура, вологість, тиск), і вони виводяться на екран. Показники оновлюються, оновлюється інформація на екрані. Регулярне відстеження показників мікроклімату в приміщенні може стати першим кроком до його оздоровлення шляхом встановлення зволожувачів повітря, термостатів і автоматичних провітрювачів.

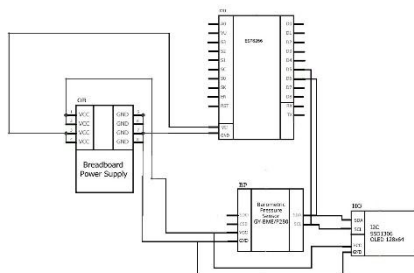


Рис. 1. Електрична – принципова схема метеостанції

Таким чином на основі ESP8266 можна зібрати метеостанцію для домашнього використання. Можна модернізувати схему, додавши у неї газоаналізатор і датчик CO<sub>2</sub>, перетворивши тим самим пристрій у повноцінний монітор якості повітря, точності якого буде більш ніж достатньо для домашнього застосування. Один варіант розвитку ідеї - налаштувати відсилання даних з датчиків по MQTT – протоколу, завдяки чому пристрій можна інтегрувати в будь-яку платформу розумного будинку і використовувати ці дані для управління іншими розумними девайсами.

#### Список літератури

1. <http://greenchip.com.ua/23-0-741-0.html>
2. <http://we.easyelectronics.ru/part/modul-pitaniya-ywrobot-breadboard-power-supply-mb-v2-mb102.html>
3. <http://robotchip.ru/obzor-oled-display-na-ssd1306/>

**Андрій Жмендак**

Науковий керівник – доц. Вікторовська Ю.Ю.

### **Аналіз способів захисту від з'єднання з фальшивою точкою доступу у Wi-Fi-мережах**

Останнім часом нерідкі випадки, коли зловмисники атакують бездротові мережі організацій, готелів, кафе, домашніх користувачів і потім або крадуть інформацію, або проникають у внутрішню мережу підприємства і залишаються там непоміченими надовго, збираючи інформацію, перехоплюючи управління, підміняючи документи і т. п [1].

У результаті опитування Crowd Research Partners [2] з'ясувалося, що майже 20% опитаних піддавалися злому системи безпеки через використання мобільних пристроїв, у першу чергу при під'єднанні до шкідливих точок доступу Wi-Fi.

При цьому подібні зломи можуть не тільки торкнутися особистої інформації конкретного користувача, але і поставити під загрозу безпеку всієї компанії, якщо працівник користується корпоративним пристроєм. Крім того, після звільнення працівників лише 34% роботодавців, які брали участь в опитуванні, видаляли важливі дані. Це означає, що небезпека втрати конфіденційної інформації тільки збільшується.

Шахраї як один із способів часто користуються неухважністю користувачів і створюють «клони» або схожі на громадські точки Wi-Fi. Свою шкідливу точку хакери розміщують у безпосередній близькості від легітимної точки доступу. Як підроблені імена зловмисники можуть використовувати такі трюки:

- назва і/або модель роутера: DIR-300, ASUS;
- популярні назви безкоштовних Wi-Fi, але з незначними змінами в імені;
- точки доступу закладів та будинків, які можуть бути захищені паролем, наприклад McDonalds\_WiFi\_Free або назва аеропорту;
- точки доступу з кумедними назвами, розраховуючи на цікавість власників гаджетів: h0lyava, MaminHackir, blondinka.

Найбільш небезпечними можуть бути громадські місця, в яких люди часто вдаються до допомоги безкоштовного Wi-Fi.

При цьому атаки можуть бути організовані з кількох причин: зловмисники хочуть заволодіти конкретною конфіденційною інформацією, цілеспрямовано заражають пристрої, впроваджуючи шкідливе ПО, а також використовують аналог публічної точки для пропаганди. Крім конкретної інформації, яка може міститися в пристрої, хакери можуть отримати доступ до грошей, якщо до телефону прив'язані банківські карти або електронні гаманці. Крім того, дистанційна відправка SMS з телефону власника, який нічого не підозрює, також загрожує втратою коштів.

Найкращий спосіб захиститися – підійти до захисту комплексно і поетапно [3]. Уберегти від шкідливих вторгнень може комплекс заходів: від персональних фаєрволів і антивірусів на ноутбуках до спеціалізованих рішень, які сканують аномальну активність всередині мережі та виявляють ознаки злому ключових корпоративних ІТ-систем. При під'єднанні до невідомих Wi-Fi-мереж необхідно дотримуватися стандартних і широко відомих правил безпеки в мережі:

1. Використовувати VPN для шифрування трафіка.
2. Використовувати менеджери паролів для захисту від введення своїх облікових даних на фішингових сайтах.
3. Скрізь, де це можливо, підключити підтвердження пароля по SMS або інші методи двоетапної авторизації.
4. Уникати скачування підозрілих файлів/використовувати антивірус.
5. Вимкнути на всіх своїх пристроях автоматичне підключення до Wi-Fi-мереж.

Найбільш обережними слід бути в аеропортах, на вокзалах і інших місцях скупчення туристів. Але слід пам'ятати про те, що «до рук хакерів» може потрапити і роутер вашого сусіда.

#### **Список літератури**

1. Wu W., Gu X., Dong K. Ming Yang [Rogue AP Detection using Similarity of Backbone Delay Fluctuation Histogram](#). International Journal of Distributed Sensor Networks. – Vol. 14(8), – 2018. – 28-39.
2. [Salah](#) A. Rogue Access Points, a threat to the network. [Juniper Networks](#). - 2019. – 45-51
3. Sun W., Lee O., Shin Y. Wi-Fi could be much more. IEEE Commun Mag. - 52 (11). - 2014. - 22–29.

**Анатолій Жмурко**

Науковий керівник – доц. Маник О.М.

### **Енергетичні характеристики хімічного зв'язку ZnSb**

Антимонід цинку – перспективний матеріал для використання в термоелектричних приладах. Специфічні особливості цього матеріалу разом із високим рівнем вивченості дозволяють проводити побудову різних теоретичних моделей шляхом розв'язання обернених задач, що відображають природу речовини на всіх етапах дослідження [1].

Особливо важливим і актуальним стає виконання досліджень, що дають можливість кількісно описати взаємозалежність макроскопічних властивостей досліджуваних матеріалів з їхніми мікроскопічними характеристиками. Комбінація принципів двох різних підходів – теоретичного й експериментального – не є механічним об'єднанням яких-небудь понять або прийомів розрахунку. Теоретичне осмислення численних емпіричних залежностей пов'язане з переглядом системи усталених поглядів на проблему міжатомної взаємодії, з появою якісно нових, нестандартних уявлень, які не лише не є результатом послідовного розвитку різних напрямів існуючих теорій, але й заперечують деякі з них. Тому шлях до розв'язання задачі лежить через аналіз емпіричного матеріалу й квантово-механічний теоретичний опис взаємозв'язку властивостей елементів та утворених сполук.

Особливістю хімічного зв'язку в кристалах  $ZnSb$  є те, що кожен атом  $Zn$  у своєму найближчому оточенні має три атоми  $Sb$  і один атом  $Zn$ , а кожен атом  $Sb$  має три найближчі атоми  $Zn$  і один атом  $Sb$ . Усього є п'ять нееквівалентних гібридних орбіталей (НГО), різних як за міжатомними відстанями, так і за складом компонентів ( $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  – що відповідають зв'язкам  $Zn-Sb$  різної довжини та  $\varphi_4(Sb-Sb)$  і  $\varphi_5(Zn-Zn)$ ) [2].

Для розв'язання поставленої задачі система рівнянь записувалася для кожної  $i$ -ї НГО, а потім шляхом розв'язання оберненої задачі за відомими міжатомними відстанями  $d_1(1 \leq i \leq 5)$  визначались  $R_{uZn}^{(i)}, R_{uSb}^{(i)}, \Delta q$ . При цьому точність розрахунків обмежувалася точністю експериментальних методів знаходження міжатомних відстаней [3].

Результати дослідження, наведені в таблиці, були використані для розрахунку енергетичних характеристик хімічного зв'язку.

Табл.1. Ефективні заряди, ефективні радіуси та енергії дисоціації нееквівалентних гібридних орбіталей у кристалах ZnSb

	$\varphi_1$ (Zn-Sb)	$\varphi_2$ (Zn-Sb)	$\varphi_3$ (Zn-Sb)	$\varphi_4$ (Sb-Sb)	$\varphi_5$ (Zn-Zn)
$d_j^{e\text{кcn}} (\text{Å})$	2,64	2,64	2,76	2,80	2,82
$d_j^{\text{теор}} (\text{Å})$	2,6455	2,644	2,766	2,7943	2,8203
$R_U^{\text{Zn}} (\text{Å})$	0,98	0,975	1,021	–	1,41
$R_U^{\text{Sb}} (\text{Å})$	1,664	1,669	1,745	1,3975	–
$R_U^{\text{Zn}} / R_U^{\text{Sb}}$	0,589	0,585	0,585	–	–
$\Delta q$ зв'язку $\varphi_i$	0,0874	0,0279	-0,0169	0,0345	0,029
$D_i$ (eV)	1,5544	1,5526	1,4808	2,3327	1,1955

Аналіз отриманих результатів показав, що наведені напівемпіричні залежності можна використовувати не тільки для розрахунків енергії зв'язків окремих НГО в кристалах ZnSb, але й для розробки технологічних режимів одержання нових термоелектричних матеріалів на основі ZnSb з певним типом провідності й набором фізико-хімічних властивостей.

Можливості єдиної фізичної інтерпретації дозволяють використовувати досягнення в описі взаємозв'язку індивідуальних характеристик атомів при вивченні міжатомної взаємодії в сполуках, що різняться за стехіометрією, структурою, типом хімічних зв'язків та фізико-хімічними властивостями.

### Список літератури

1. В. Б.Лазарев Б., В. Я. Шевченко, Я.Х. Гринберг, В.В. Соболев. Полупроводниковые соединения группы АПВВ . – М.: Наука, 1978. – 256 с.
2. Manik O.N. Zinc Antimonide 2. Investigation of Chemical Bond by Vibration Theory Methods / O.N. Manik // Journal of Thermoelectricity. – 2000. – С. 38–49.
3. Маник О.М. Молекулярна модель та хімічний зв'язок у кристалах ZnSb / О.М. Маник // Вісник Чернівецького університету. Фізика. – 1999. – С. 70–71.

## **Ультразвуковий далекомір з вимірюванням температури**

Далекомір – пристрій, призначений для визначення відстані від спостерігача до певного об'єкта. Існує досить великий асортимент далекомірів в залежності від функціональних можливостей [1, 2]. Далекіміри поділяються на активні і пасивні. До активних відносяться:

- звуковий далекомір;
- світловий далекомір;
- лазерний далекомір.

Відповідно, до пасивних:

- далекоміри, що використовують оптичний паралакс (напр. далекомірний фотоапарат);
- далекоміри, що використовують зіставлення об'єкта будь-якого зразку (нитковий далекомір).

На рисунку 1 зображена схема ультразвукового далекоміра з вимірюванням температури. Дана схема побудована на основі поширеного мікроконтролера AVR ATmega8 та давача US-100 [3].

Схема живиться від лінійного стабілізатора напруги L7805. Для відображення вимірів був використаний рідкокристалічний (РК або по іншому LCD) екран SC1602, що містить 2 рядки по 16 символів на основі контролера HD44780.

У прошивку мікроконтролера закладений параметр, при якому при перевищенні визначеного ліміту відстані на вивід РВ0 буде подаватися високий логічний рівень напруги. В даній схемі світлодіод просто сигналізує про перевищення. Сигнал перевищення дублюється на LCD-дисплеї. Цей параметр можна регулювати кнопками S1, S2. При натисканні відбувається збільшення або зменшення вимірюваної відстані на 10 мм.

Інформація про виміряні відстані виводиться на дисплей в міліметрах. Температура навколишнього середовища відображається на дисплеї в градусах Цельсія.

При вимірюванні відстані використовуються дві головки, що нагадують великий мікрофон або маленький динамік. По суті це і те, і те. Одна з головок випромінює ультразвукову хвилю, друга приймає відбитий ультразвуковий сигнал. По часу проходження сигналу визначається пройдена відстань. Певне обмеження вимірюваної відстані в 4,5 метра обумовлена потужністю випромінювача.

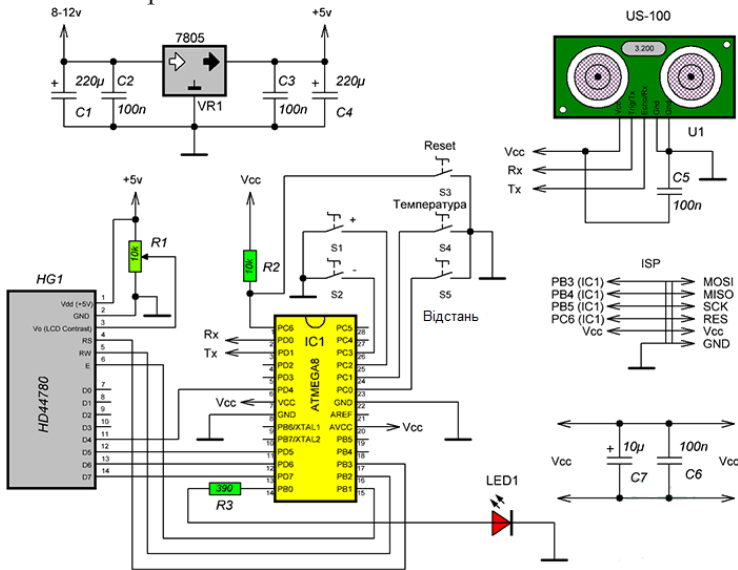


Рис. 1. Схема ультразвукового далекоміра з вимірюванням температури

### Список літератури:

1. <https://vdd.sm.ua/p228863094-vimiryuvach-vidstani-lazernij.html>
2. <https://chernovtsy.prom.ua/ua/p228863101-vimiryuvach-vidstani-ultrazvukovij.html>
3. <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-rasstoyaniya-ultrazvukovoy-us-100>



### **Гіротропні термоелементи охолодження**

Нині перспективним напрямом розвитку термоелектрики є створення нових типів термоелементів, у тому числі гіротропних термоелементів [1-3]. Ці можливості термоелектрики майже не досліджувались, тому їх розробка дозволить збільшити елементну базу термоелектрики, поліпшити конкурентну спроможність термоелектричних перетворювачів та гіротропних термоелементів, у тому числі створити більш досконалу термоелектричну продукцію на їх основі та підвищити її якість і надійність. На сьогодні достатньо глибоко розглянуто прямокутні гіротропні охолоджувачі, робота яких базується на ефекті Етінгсгаузена, вони уможливають досягнення низьких температур порядку 5–7 К. Недоліком прямокутних гіротропних термоелементів є незручність їх застосування в певних ситуаціях, коли необхідно охолодити циліндричні деталі, а також деталі більш складної форми. Для подолання даних труднощів доцільно розглянути гіротропні термоелементи інших форм, наприклад, у вигляді розрізаного кільця, циліндра тощо. Та дослідити параметри гіротропних термоелементів у режимі охолодження з метою збільшення їх ефективності. Актуальним є необхідність поліпшення надійності та ефективності гіротропних термоелементів у режимі охолодження з метою використання їх у приладобудуванні. Та використання привабливих властивостей гіротропних термоелементів у режимі охолодження, тобто можливість безкомутаційного з'єднання елементів у просторову структуру.

Проведено пошук та огляд літератури перспективних матеріалів, конструкцій та методів розрахунку параметрів гіротропних термоелементів у режимі охолодження. Проведено порівняльний аналіз параметрів найперспективніших

термоелектричних матеріалів для гіротропних термоелементів у режимі охолодження. Отримано розподіли температурних полів у гіротропних термоелементах різних розмірів та форм у режимі охолодження (рис.1).

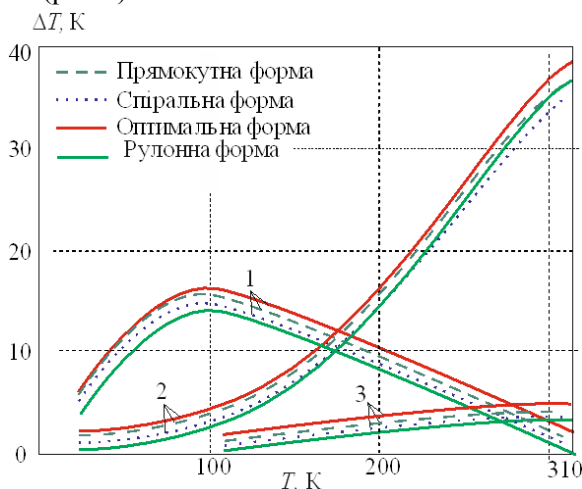


Рис. 1. Залежність максимальної різниці температур  $\Delta T$  від  $T_2$  1-BiSb, 2-Ag<sub>2</sub>Te, 3-InSb

Використання матеріалу Ag<sub>2</sub>Te доцільне в діапазоні температур 150 – 300 К, при цьому  $\Delta T \approx 38$  К, а у температурному діапазоні 80 – 120 К краще буде застосовувати BiSb –  $\Delta T \approx 18$  К.

### Список літератури

1. Анатичук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. К.: Наукова думка, 1979. 766 с.
2. Самойлович А.Г. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. Черновцы: Рута, 2006. – 226 с.
3. Константинович І.А. Про ефективність гіротропних термоелементів у режимі охолодження // Термоелектрика. 2016. №3. С. 48–53.

## Використання асоціативних правил в задачах пошуку аналогів медичних препаратів

У сучасному світі існує велика кількість медичних препаратів. Багато з них відносяться до однакових фармакологічних груп та відрізняються лише брендом та ціною характеристикою. Складники ж залишаються ідентичними або незначно відрізняються. Щоб виконати пошук аналогів медичних препаратів, виникає потреба дізнатися чи існує зв'язок між певними наборами даних (у нашому випадку зв'язок між складниками препарату, фармакологічною групою тощо). Дослідження взаємозв'язку між певними інформаційними подіями зазвичай проводять за допомогою асоціативних правил.

Асоціативні правила (АП) – це технологія в машинному навчанні, що застосовується у випадках, коли потрібно знайти закономірності пов'язаними подіями [1].

Нехай існує база даних із записами  $D$ , що містить дані про складники медичних препаратів та інформацію про те, для чого вони застосовуються. Кожному рядку з бази даних відповідає транзакція  $T$ , що складається з підмножини  $I$  ( $T \subseteq I$ ). Підмножина  $I$ , у свою чергу, – скінченна множина складників препаратів та фармакологічних груп. На основі різної кількості подій (із множини  $I$ ) та їх комбінацій (транзакції в БД), за допомогою АП формуються асоціативні правила 'симптоми'  $\Rightarrow$  'складники та фармакологічна група'. Наприклад, асоціативне правило, якщо *висока температура* то – *парацетамол, анальгетики*. Це означає, що з таким симптомом препарат найімовірніше буде містити парацетамол і належати до групи анальгетиків.

Якість сформованих правил оцінюють за допомогою таких показників як підтримка та достовірність. Транзакція  $T$  містить  $X$ , деяку підмножину елементів  $I$ , якщо  $X \subseteq T$ .

Позначимо кількість всіх груп та складників як  $Q$ , а загальну кількість транзакцій як  $N$ .

Таблиця 1.

### Фрагмент масиву вхідних даних

	Складники, $X$	Фармакологічна група, $X$	Симптом, $Y$
	Парацетамол,	анальгетики	Головний біль
	Парацетамол, кофеїн	анальгетики	Головний біль
	Метамизол sodiум	анальгетики	Головний біль
	Хлорфенамін, кофеїн, фенілефрин, парацетамол	анальгетики	Головний біль
	Парацетамол, кофеїн, хлорфенамін	анальгетики	Головний біль

Підтримкою правила ( $X \Rightarrow Y$ ) називається частка  $s$ , якщо  $s\%$  транзакцій з  $D$  містять  $X \cup Y$ ,  $supp(X \Rightarrow Y) = supp(X \cup Y)$ .

Достовірність правила показує, яка імовірність того, що з  $X$  впливає  $Y$  [2]. Правило  $X \Rightarrow Y$  справедливе з достовірністю  $c$ , якщо  $c\%$  транзакцій з  $D$ , що містять  $X$ , також містять  $Y$ .

$$supp(X \cup Y) = \frac{N}{Q} \cdot 100\% \quad (1) \quad \text{conf}(X \Rightarrow Y) = \frac{supp(X \cup Y)}{supp(X)} \cdot 100\% \quad (2)$$

Таким чином, на основі сформованого на базі парсингу з фармацевтичних сайтів масиву вхідних даних відбувається навчання моделі з використанням АП. Створені правила відображають зв'язок симптомів, що вводить користувач, з основними діючими речовинами та фармакологічною групою медичного препарату. Усі сформовані правила відсортовуються відповідно до показників якості АП. Найбільш достовірні правила використовуються для формування запиту до бази даних для генерування списку препаратів для користувача.

#### Список використаної літератури:

1. Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учебный курс. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.
2. Самонавчання складних систем [Електронний ресурс] // Державний вищий навчальний заклад “Національний гірничий університет”, 2011 –. Режим доступу: <http://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/magistr/>, вільний.

**Олена Зозуля**

**Андрій Снозик**

Науковий керівник – доц. Дуболазов О.В.

## **Розробка веб-галереї з ефектом Lightbox на основі HTML 5 та CSS 3**

Веб-програмування стрімко розвивається, і на сьогоднішній день веб-сайти отримують усе більше і більше нових можливостей, стають більш зручними для користувачів. HTML 5 і CSS 3 – це нові «сходинки» в розвитку технологій веб-програмування. Що являють собою HTML 5 і CSS 3? Які переваги HTML 5 і CSS 3? Чому HTML 5 і CSS 3 зручні для застосування при веб-розробці?

HTML 5 – нова, п'ята версія мови гіпертекстової розмітки HTML. Порівняно з попередніми версіями HTML 5 відкриває для розробників набагато більш широкі можливості. Зокрема, в HTML 5 введені нові елементи й атрибути, що дозволяють полегшити взаємодію сайтів із пошуковими системами, що позитивно позначається на пошуковому просуванні таких сайтів [1; 2].

Крім того, ряд нових елементів у HTML 5 дозволяє позбутися необхідності використання для відображення сайту в браузері сторонніх розширень. До таких належать елементи audio і video, що забезпечують інтеграцію мультимедійних даних і здійснюють відтворення мультимедійного контенту в браузері, наприклад без програвача Flash Player.

Багато функціональних можливостей HTML 5 у свіжих версіях браузерів підтримуються вже зараз. Використання HTML 5 дозволяє прискорити завантаження сторінок сайту, додає нові можливості. Якщо ж якась із функцій HTML 5 не підтримується браузером, то це не завдає жодної шкоди сайту, адже HTML 5 ґрунтується на HTML 4 й не підтримувані елементи просто ігноруються [1; 3].

CSS 3 дозволяє значно розширити можливості верстки сайтів, без застосування сторонніх технологій. Більш привабливий дизайн сайтів з використанням мінімально необхідного коду - ось результат, одержаний за допомогою CSS 3. Як і HTML 5, CSS 3 підтримується сучасними браузерами

частково, але протягом найближчих років очікується повна підтримка браузерами HTML 5 і CSS 3 [2].

Які ж переваги дає веб-програмування з використанням HTML 5 і CSS 3?

Отримання сучасного, привабливого, зручного і функціонального сайту, що ефективно виконує свої завдання - ось основна мета, яка ставиться при розробці сайтів. Веб-програмування з використанням HTML 5 і CSS 3 допомагає в досягненні цієї мети.

За рахунок відмови від використання безлічі зображень, що формують деякі елементи дизайну сторінки, такі як закруглені кути, тіні, градієнти, сторінки сайту завантажуються значно швидше. Це допомагає створити позитивне враження про сайт у відвідувачів.

За рахунок використання HTML 5 і CSS 3 відтворення на сайті анімації, відео, аудіо виконується без необхідності під'єднання додаткових розширень до браузера. На відміну від flash-елементів, дані технології добре взаємодіють з пошуковими системами і не перешкоджають пошуковому просуванню сайтів [3].

Веб-програмування – це завжди пошук оптимальних рішень для виконання завдань, поставлених перед сайтами, які розробляються. HTML 5 і CSS 3 сприяють знаходженню таких рішень, а тому професійні веб-програмісти все активніше застосовують можливості даних технологій при створенні сайтів.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Хоган Б. HTML5 и CSS3. Веб-разработка по стандартам нового поколения. – СПб.: Питер, 2012. – С. 15, 37.
2. Лоусон Б., Шарп Р. Изучаем HTML5. Библиотека специалиста. – СПб.: Питер, 2012. – С. 56.
3. Дронов В. А. HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Разработка современных Web-сайтов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – С. 48, 72.

**Олег Зуєв**

Науковий керівник - доц. Руснак М.А.

## **Створення та запуск особистого DNS-сервера для поліпшення швидкості доступу до мережі при Інтернет-серфінгу**

На сьогоднішній день важко уявити місце на планеті, де не було би покриття для доступу до мережі Інтернет. Проте в залежності від геолокаційного місця розташування пристрою, за допомогою якого здійснюється з'єднання з мережею, залежить швидкість доступу, що на сьогоднішній день є дуже важливим аспектом для користувача. Одним із складових, що формують швидкість доступу — є DNS-таблиця, за допомогою якої користувач отримує IP-адрес Веб-ресурсу, щоб здійснити до нього доступ.

Існує досить багато різних популярних провайдерів DNS-таблиць, таких як:

- OpenDNS
- Cloudflare
- Oracle
- І т.д.

Усі вони забезпечують досить стабільну швидкість віддачі зіставлення IP-адресу мережевого ресурсу його вербального представлення. Але в цьому випадку на користь стабільності жертвується швидкість відгуку. Щоб виграти у швидкості, існують дрібні регіональні провайдери, але в цьому випадку провайдерами виступають не великі ІТ-корпорації, які витрачають великі кошти для якісної підтримки своїх серверів, а дрібні компанії, які не тільки можуть надавати неякісні та застарілі таблиці, але й можуть зловживати подання реклами на Веб-сторінках за допомогою своїх записів у DNS-таблицях.

Зробив спробу створити кешуючий DNS-сервер, та порівняти затримку з іншими серверами - як відомими, так і регіональними. У процесі був створений власний DNS-сервер, написаний скрипт для перевірки та порівняння швидкості роботи цих серверів, та були проведені самі тести.

Для створення свого DNS-сервера була використана технологія BIND. Після завантаження та налаштування

конфігурацій був запущений сервер та перевірений на працездатність.

Запустивши тестовий скрипт, отримано результати, які повністю задовольнили сподівання.

Таблиця 1. Залежність швидкості видачі результату DNS-серверу від провайдера

Провайде р	Те ст 1	Те ст 2	...	Те ст n - 1	Те ст n	Серед ні значення
OpenDNS	51 мс	59 мс	...	49 мс	55 мс	53 мс
Cloudfire	47 мс	51 мс	...	61 мс	59 мс	56 мс
Регіональ ний провайдер	24 мс	49 мс	...	81 мс	31 мс	51 мс
Власний DNS-сервер	15 мс	19 мс	...	19 мс	17 мс	18 мс

У результаті даної роботи був запущений DNS-сервер та була протестована його ефективність за допомогою завчасно створеного скрипта для перевірки швидкості видачі результату DNS-сервера. Результати підтвердили припущення про ефективність створення власного DNS-сервера.

### Список літератури

1. Крикет Ли, Пол Альбитц, DNS и BIND. Символ, 2016г., – 712 с.
2. BIND 9 [Електронний ресурс] URL: <https://www.isc.org/bind/>

**Павло Івасюта**

Науковий керівник – асист. Кириченко О.Л.

**Реалізація веб-сервісу для розсилки SMS та E-mail повідомлень на основі платформи ASP.Net MVC**

Актуальність масової розсилки повідомлень зростає з



кожним днем. У сучасному світі одним із найважливіших процесів є розповсюдження інформації, і для цього нам потрібні дієві засоби її подання. Як показують численні дослідження, найбільше ми звертаємо увагу на повідомлення, які надходять на наш телефон або на електронну пошту. Процес відправки повідомлень можливо автоматизувати, що зекономить багато часу. Саме для цього і був створений даний веб-сервіс.

Для реалізації сервісу було обрано платформу ASP.Net MVC Core. Ця платформа надає заснований на шаблонах спосіб створення динамічних веб-додатків з чітким поділом завдань. Модель MVC (Model-View-Controller) забезпечує повний контроль розмітки, підтримує узгоджену з Test Driven Development (TDD) розробку і використовує новітні веб-стандарти [1].

Важливу роль у розробці сервісу відіграє зменшення часу на його реалізацію та підтримку. Виходячи з обраної платформи сервісу, а також можливості зміни моделі бази даних, було вирішено використовувати ORM Entity Framework Core.

Entity Framework є об'єктно-реляційним модулем відображення (ORM) від компанії Microsoft, який дозволяє розробникам .NET працювати з базою даних, використовуючи об'єкти .NET. Це усуває необхідність у більшій частині коду для доступу до даних, який розробникам зазвичай доводиться писати самостійно. Для проектів, що реалізуються на платформі ASP.Net MVC Core, використовується версія Entity Framework Core (EF Core). EF Core дозволяє абстрагуватися від самої бази даних і її таблиць і працювати з даними незалежно від типу сховища [2].

Головною метою створеного веб-сервісу є відправки повідомлень на телефон одночасно та для великої кількості отримувачів. Повідомлення зберігаються у базі даних разом зі списком телефонів, на які вони повинні бути відправлені. Передбачена можливість збереження тексту повідомлень у вигляді шаблонів, які під час відправки повідомлення заповнюються унікальними даними контакту (наприклад: ім'я, дата народження). Кожен обліковий запис має свій список контактів і має доступ до створених ним розсилок. При реєстрації, а також в особистому кабінеті є можливість

підтвердження своєї електронної пошти. Передбачено вибір тарифу, згідно з яким можна контролювати кількість отримувачів та ціну. Регулюванням умов тарифних планів займається адміністратор сайту.

Для зручності використання сервісу був розроблений адаптивний веб-інтерфейс з використанням фреймворку Bootstrap[3]. Це дозволяє користуватись сервісом із ноутбука, планшета або телефону.



Рис. 1. Головна сторінка сервісу при вході з правами адміністратора

У створеному програмному забезпеченні передбачено дві ролі (адміністратора та користувача) з відповідними функціями, а саме: адміністратора – встановлення, зміна, додавання тарифного плану; користувача – зміна пароля, номера телефону, включення та виключення сповіщень, можливість задання та додавання контактних даних розсилки та ін.

### Список літератури

1. Фримен Адам. ASP.NET Core MVC с прикладами на C# для професіоналів / пер. с англ. и ред. Ю.Н. Артеменко. 6-е изд., СПб.: Альфа-книга, 2017. 992 с.
2. Фримен А. Entity Framework Core 2 для ASP.NET Core MVC для професіоналів / пер. с англ. и ред. Ю.Н. Артеменко. М.: Диалектика, 2019. 624 с.
3. Bootstrap [Електронний ресурс]. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Bootstrap> (дата звернення: 20.02.19).

**Потоки енергії в поліхроматичних полях, утворених як суперпозиція хвиль із різними частотами та відносно простими хвильовими поверхнями**

Відомо, що «детермінована» суперпозиція хвиль може бути розглянута не лише в рамках класичної теорії когерентності (когерентні хвилі), а й у випадку, коли будь-які характеристики хвиль (наприклад частоти) пов'язані між собою [1]. Яскравим прикладом такої інтерференції є інтерференція двох скалярних хвиль із різними частотами, так зване явище биття результуючої інтенсивності [1].

Будемо називати таку суперпозицію «суперпозицією зв'язаних хвиль», або, як сформульовано в [1], «несталою» суперпозицією.

При цьому, якщо мова йде про випромінювання, сформоване незалежними джерелами, то, на перший погляд, говорити про таку інтерференцію не коректно.

Водночас подібна суперпозиція може спостерігатися:

1. Оскільки сьогодні відомі лазери з довжиною когерентності десятки або навіть сотні кілометрів [1].

2. Подібні ефекти можуть виникати при проходженні світла через деякі кристали та подвоєнні частоти світлової хвилі [2].

3. Внаслідок різниці між зв'язаними хвилями в кільцевих резонаторах завдяки ефекту Саньяка [3].

Відомо [4], що при суперпозиції двох когерентних хвиль із близькими інтенсивностями та відносно простими хвильовими поверхнями вздовж лінії рівних амплітуд утворюється ланцюжок вихорів одного знака. Як наслідок, навколо кожного вихору відбувається циркуляція поперечної компоненти вектора Умова – Пойнтінга. Очевидно, що і у випадку різночастотної інтерференції повинна спостерігатися певна особливість потоків енергії в зоні таких точок.

Водночас можна показати, що при усередненні по тривалому, значно більшому, ніж час когерентності, інтервалу часу, результуючий вектор поперечної складової вектора Умова –

Пойнтінга проста сума елементарних векторів:

$$\vec{P}_t = \vec{P}_1 + \vec{P}_2. \quad (1)$$

Звідси впливає простий висновок – ніякої циркуляції вектора Умова – Пойнтінга не спостерігається.

В той же час можна показати, що в ситуації, коли час усереднення сумірний із «часом биття», який, як показано нами, у більшості випадків приблизно дорівнює часу формально введеного часу когерентності

$$T_b = T_{coh} + \frac{\lambda}{c} = \frac{\lambda^2}{c\Delta\lambda} + \frac{\lambda}{c} \quad (2)$$

де  $T_{coh}$  – час когерентності;  $\lambda$  – середня довжина хвилі;  $\Delta\lambda$  – різниця довжин хвиль, спостерігається циркуляція усередненої за часом поперечної компоненти вектора Умова – Пойнтінга.

На рис 1 наведені розподіли характеристик поперечної компоненти для різних часів усереднення

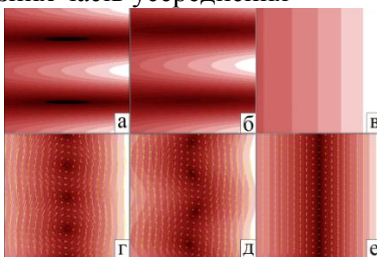


Рис. 1. Результати суперпозиції двох квазіплоских хвиль із різними частотами в залежності від часу усереднення.

а-в – розподіли інтенсивності; г-е – розподіли характеристик поперечної складової вектора Умова – Пойнтінга.

#### Список літератури

1. Wolf E., Mandel L. Coherence Properties of Optical Fields: Rev. Mod. Phys., Vol. 37, No. 2., 1965, P. 231-293.
2. Shen Y. R. The Principles of Nonlinear Optics: J. W. Wiley Interscience, New York, 1984, 576 p.
3. Sagnac Georges. L'ether lumineux demontre par l'effet du vent relatif d'ether dans un interferometre en rotation uniforme: Comptes Rendus, Vol. 157, 1913, P. 708-710.
4. Mokhun I.I. Introduction to linear singular optics. Chapter 1. *Optical correlation techniques and applications* / ed. by O.V.Angelsky. SPIE press, Bellingham, Washington, USA, 2007, P. 1-132.

**Ільчук Дмитро**  
Науковий керівник – доц. Руснак М.А.

## **Керування зовнішніми пристроями через технологію IoT та ОС Android**

На сьогоднішній день дуже складно уявити собі життя і побут сучасного суспільства без використання мобільних пристроїв. Наприклад мобільний телефон став багатофункціональним пристроєм, що дозволяє людині користуватися практично всіма сучасними технологіями.

Завданням є створення приладу який взаємодіє з ноутбуком та ОС Android через технологію IoT. Як основний інструмент розробки буде застосовано Android Studio, Fritzing, Arduino+ та .NET Visual Studio . Мова програмування: Kotlin, Java, .NET та C++.

Об'єктом дослідження є операційна система Android для мобільних пристроїв. Розглянемо принципи з'єднання програми та пристрою. З'єднання IoT інкапсульоване в Android-сервіс, який працює у фоновому режимі додатки Android, підтримуючи його, коли додаток Android перемикається між різними діями. Цей рівень абстракції необхідний для надійного прийому повідомлень IoT. Оскільки служба Android Push заснована на клієнтській бібліотеці Push Java, її можна вважати стабільною і використовується у виробництві. А також, що методи та інструменти, що використовуються в серверних рішеннях для інтернету речей, є поширеними та можуть застосовуватися і в інших сферах, які збирають і обробляють великі обсяги даних. Такими сферами є: аналіз соціальних мереж, аналіз поведінки користувачі веб сайтів, аналіз стану інфраструктури дата центрів.

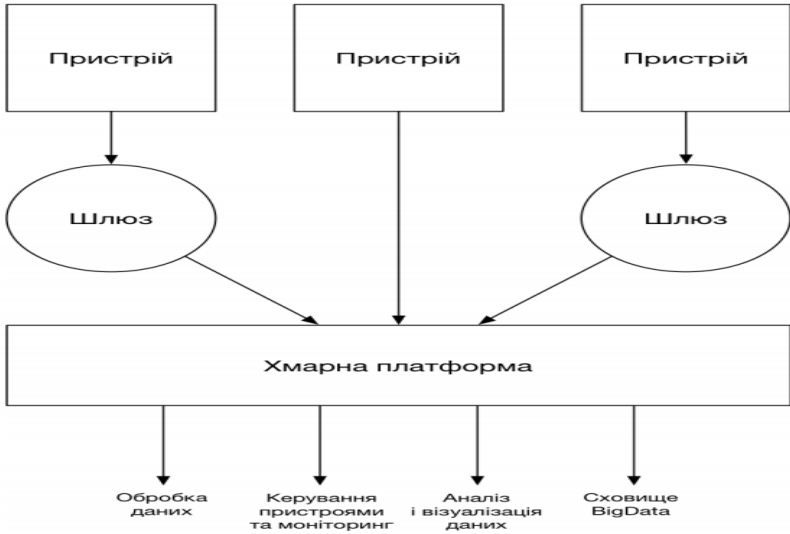


Рис. 1 – Типова архітектура систем інтернету речей

Як можемо побачити що на Рис.1 є декілька пристроїв на різноманітних платформах, які певним чином надсилають дані до серверу. Частина пристроїв мають вбудовані плати, які дозволяють надсилати дані безпосередньо до сервера. Наприклад, пристрій може мати дротове підключення до Інтернету через Ethernet, або доступ до точки бездротового доступу (Wi-Fi), які забезпечують веб-доступ. Часто, якщо на певній території чи в будівлі на невеликій відстані розташовано декілька пристроїв, то безпосередньо вони з'єднуються зі шлюзом (кількість шлюзів набагато менша за кількість сенсорів), який в свою чергу, забезпечує передачу даних до сервера через Інтернет.

#### Список літератури

1. Інформація про платформу AWS IoT. – <https://aws.amazon.com/iot/>
2. Robert C. Martin. Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship

### Сучасний стан безпеки у сфері електронної комерції

Напади на веб-додатки електронної комерції тривають, і можна навіть сказати, що вони відроджуються [1]. Про це свідчать дані зображені на рисунку 1,а та рисунку 1,б. Щоб дізнатися більше про те, які тактики використовуються в атаках проти платіжних додатків, нам потрібно звернутися до пари загроза - постраждалі активи.

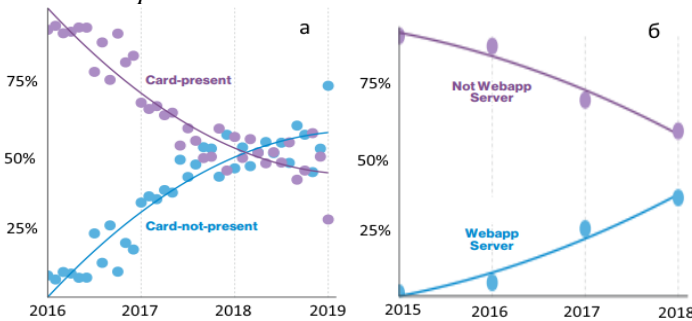


Рис.1 Порівняльний аналіз шахрайства в електронній комерції:

а) статистика інцидентів шахрайства з картками та без карток;

б) статистика порушень даних про оплату в часі з використанням веб-додатків та без їх використання

Загальний алгоритм дій зловмисників (1) можна описати наступним чином. Зловмисник компрометує веб-додаток і встановлює код у платіжну програму, який буде захоплювати реквізити платіжної картки клієнта, коли він завершить свої покупки. Деякі порушення мали деталі, що вказують на форму-граббінг, і можна класифікувати як Spyware/Keylogger метод збору даних, які вводить користувача. Водночас обмежена інформація про «шкідливий код», який збирав дані платіжних карт [2].

Також немає чіткої інформації про те, як був скомпрометований сам веб-додаток. У наших даних присутня інформація про такий метод, як RFI. Але часто це може бути Exploit Vuln або його варіації (остання версія якого VERIS!).

Отже, можна представити наступний загальний ланцюжок

дій зловмисників [3]: сканування для конкретних уразливостей веб-додатків >> експлуатувати і отримати доступ >> скинути зловмисне програмне забезпечення >> провести оплату використовуючи дані картки >> прибуток.

З аналізу цих даних можна зробити висновок, що електронна комерція вразлива. Спрямовані на веб-додатки розглянутої сфери програми зловмисників в Інтернеті надають простір для ефективних, автоматизованих та масштабних атак. Існують кримінальні групи, що спеціалізуються на таких типах атак, які станом на сьогодні «бенкетують низько висячими фруктами».

Таблиця 1

Комбінації найпопулярніших загроз та активів у межах порушень у сфері роздрібної торгівлі, (n = 139)

Тип атаки (загроза)	Ціль атаки (актив)	к-ть
Hacking - Use of stolen creds	Server – Mail	43
Social – Phishing	Server – Mail	41
Hacking - Use of backdoor or C2	User Dev – Desktop	17
Malware - C2	User Dev – Desktop	16
Physical – Skimmer	Kiosk /Term – ATM	16
Misuse - Privilege abuse	Server – Database	14
Hacking - Use of stolen creds	Server - Web application	10
Social – Phishing	User Dev – Desktop	10
Error – Misdelivery	User Dev – Desktop	9
Malware – Backdoor	User Dev – Desktop	9

### Список літератури

1. Исследование утечек конфиденциальной информации из организаций финансового сегмента в 2019 г. [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.infowatch.ru/resources/analytics/reports/21649>
2. 2019 Data Breach Investigations Report [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.securityweek.com/verizon-publishes-2019-data-breach-investigations-report-dbir>
3. Бурячок В.Л. Політика інформаційної безпеки: підручник. / В.Л. Бурячок, Р.В. Гришук, В.О. Хорошко; за заг. ред. докт. техн. наук, проф. В.О. Хорошка. – К.: ПВП «Задруга», 2014. – 222 с.



**Євген Карфік**  
Наукові керівники – проф. Мар'янчук П. Д.  
асист. Пархоменко Г.П.

### **Напівпровідникові гетероструктури $W_2N/CdTe$**

Телурид кадмію ( $CdTe$ ) — напівпровідник із кристалічною ґраткою типу цинкової обманки ( $ZnS$ ). Використання ґрунтується на напівпровідникових властивостях речовини. Телурид кадмію в монокристалічній формі використовується для створення детекторів гамма та жорсткого рентгенівського випромінювання та як ІЧ-фільтр. Тонкі плівки  $CdTe$  використовуються для виготовлення сонячних панелей. Зростає інтерес до квантових точок на основі  $CdTe$  [1].

Нітриди перехідних металів відносяться до класу вогнетривких нітридів металів, які були предметом інтенсивних досліджень завдяки своїм характеристикам, таким як висока температура плавлення, висока твердість, хімічна інертність, хороша термостійкість, висока електропровідність та відносно мала ширина забороненої зони (2,2 eV)[2].

Нітрид вольфраму  $W_2N$  - неорганічна сполука металу вольфраму і азоту, чорно-коричневі кристали, електропровідна, реагує з водою. Застосовується в мікроелектроніці як контактний матеріал для провідних шарів і бар'єрних шарів між кремнієм та іншими металами, наприклад вольфрам або мідь. Він використовується рідше, ніж нітрид титану або вольфрамові плівки.

Завдяки цим унікальним властивостям плівки  $W_2N$  отримали широке застосування як тверді покриття в механічних апаратах, дифузійні бар'єри в мікроелектронних пристроях, катодні каталізатори для паливних елементів, затворні електроди в польових транзисторах, у датчиках, у вузлах зберігання флеш-пам'яті, оптичні покриття в промисловості, тверді зносостійкі покриття на ріжучих інструментах.

Для створення гетеропереходів використовувалися підкладки телуриду кадмію n-типу провідності. Нанесення плівок  $W_2N$  проводилося на підкладки (типорозміром  $5 \times 5 \times 1$  мм) в універсальній вакуумній установці Leybold-Heraeus L560 за

допомогою реактивного магнетронного розпилення мішені чистого вольфраму в атмосфері суміші аргону і азоту при постійній напрузі.

Підкладки розміщувалися над магнетроном із подальшим обертанням столика для забезпечення однорідності плівок по товщині. Перед початком процесу нанесення вакуумна камера відкачувалася до залишкового тиску  $5 \cdot 10^{-5}$  mbar.

Для напилення плівок  $W_2N$  вольфрамова мішень (99,99) (шайба діаметром 100 мм і товщиною 1 мм) розміщувалася на столику магнетрона з водяним охолодженням на відстані 7 см від підкладок.

Протягом процесу напилення парціальні тиски у вакуумній камері складали  $\sim 3 \cdot 10^{-3}$  mbar для аргону і  $\sim 3 \cdot 10^{-3}$  mbar для азоту. Встановлена потужність магнетрона  $\sim 100$  Вт. Процес напилення тривав  $\sim 30$  хвилин при температурі підкладок  $\sim 373$  К.

Фронтальний електричний контакт до тонкої плівки  $W_2N$  формувався за допомогою струмопровідної пасти.

Омічні контакти до n-CdTe були отримані шляхом нанесення шару міді з подальшим нанесенням струмопровідної пасти.

Вольт-амперні характеристики досліджуваних гетероструктур вимірювали за стандартною методикою з використанням точного фемто/піко - амперметра Keysight B2985A з вбудованим джерелом ( $\pm 1000$  В), а як вольтметр використовували Agilent 34410A. Досліджено електричні властивості гетеропереходів  $W_2N/n$ -CdTe при різних температурах, визначено висоту потенціального бар'єру, встановлено домінуючі механізми струмопереносу.

### Список літератури

[1] Aven M. Physics and Chemistry of II-VI Compaunds. / M. Aven, J.S. Prener. – Amsterdam, North-Holland, 1967, – 580 p.

[2] [Andrii I. Mostovyi](#), [Mykhailo M. Solovan](#), and [Pavlo D. Maryanchuk](#) "Physical properties of  $W_2N$  thin films deposited by reactive magnetron sputtering", Proc. SPIE 11369, Fourteenth International Conference on Correlation Optics, 113691J (6 February 2020); <https://doi.org/10.1117/12.2553984>

**Артем Касьянчук**

Науковий керівник – доц. Г.І. Ластівка

### **Технологія honeypot як засіб інформаційної безпеки**

Поряд із традиційними методами захисту корпоративних мереж від вторгнень, зокрема системи виявлення вторгнень (IDS) та системи запобігання вторгнень (IPS), також існують альтернативні підходи забезпечення безпеки інформаційних ресурсів. Одним із таких підходів є використання технології honeypot [1], яка не є строго визначеною та документованою технологією.

Особливість технології honeypot полягає в тому, що вона застосовується для підвищення безпеки мережевої інфраструктури шляхом навмисного створення можливості для зловмисника несанкціонованого доступу до певного ресурсу, що знаходиться в ізольованому середовищі з постійним жорстким моніторингом [2]. Зазвичай здійснюється запис трафіка між зловмисником та системою. З наступного аналізу дій порушника можна отримати інформацію про: стан захищеності корпоративної мережі, актуальні методи взлому, уразливості та засоби, що застосовує зловмисник, цілі порушника тощо. Отримана у такий спосіб інформація зазвичай застосовується для запобігання атак на реальні ресурси організації.

Honeypot-системи часто реалізуються з використанням віртуальних машин, що дозволяє на базі одного фізичного (або віртуального) комп'ютера розгорнути кілька honeypot-систем із наступним централізованим керуванням ними. Технологія контейнерної віртуалізації дозволяє в деякому сенсі переглянути підхід до побудови віртуальних систем, і зокрема honeypot-систем. На даний момент контейнерна віртуалізація вже активно заміщує класичну віртуалізацію в таких галузях, як, наприклад, надання хмарних послуг. Крім того, застосування контейнерів відкрило нові можливості віртуалізації: контейнери, наприклад, можуть використовуватися для швидкого розгортання й тестування додатків.

Головною перевагою контейнерної віртуалізації над класичною є висока швидкість створення та запуску контейнерів порівняно із повноцінними віртуальними машинами без втрати

функціональності. Існує окремий клас honeypot-систем – динамічні системи, які змінюють свій стан під час взаємодії з користувачем, точніше, із зловмисником, який отримав доступ до системи. Використання контейнерів дозволяє швидко розгорнути систему за необхідності. Саме ця особливість дозволяє будувати honeypot-системи, які складаються з великої кількості хостів, що виглядають для зловмисника повноцінною корпоративною мережею, без потреби постійно підтримувати активними всі її елементи [3].

На даний час найбільш широко розвиваються високоінтерактивні динамічні honeypot-системи, оскільки задачі низькоінтерактивних систем досить ефективно виконують й інші елементи корпоративної мережі, наприклад, запобігти мережевому скануванню можна за допомогою міжмережевих екранів та систем виявлення й попередження вторгнень, а також правильної конфігурації елементів мережі. Проте інформація про конкретні дії, здійснені зловмисником при проникненні в корпоративну мережу, все ж мають набагато більшу цінність, ніж інформація про факт проникнення в мережу, яка отримується від міжмережевих екранів і засобів виявлення вторгнень зокрема.

Таким чином, динамічні honeypot-системи є гнучкою технологією із широким спектром практичного застосування, зокрема як ефективний додатковий засіб системи захисту (виявлення, попередження і протидія несанкціонованій діяльності в мережі), так і засіб дослідження нових методів, засобів й мотивацій зловмисників.

#### **Список літератури**

1. Intrusion Detection FAQ: What is a HoneyPot? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.sans.org/security-resources/idfaq/honeypot3.php>.
2. Spitzner Lance. HoneyPots: Tracking Hackers. 1st edition, Addison Wesley, 2002. Boston, MA.
3. Борисова Н.В., Шабанова-Кушнарєнко Л.В. Гибридные системы безопасности информационных и коммуникационных сетей / Н.В. Борисова, Л.В. Шабанова-Кушнарєнко // Системи обробки інформації, 2017. – № 5(151). – С. 103-108.

### **Електронний спектр короткоперіодичних надграток [001] $(\text{CdTe})_n/(\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te})_m$**

Надграткові структури на основі напівпровідникових сполук  $\text{A}^2\text{B}^6$  є важливими матеріалами сучасної електроніки і інтенсивно вивчаються останнім часом [1]. Завдяки можливості керувати складом і розмірами напівпровідникових шарів, що утворюють структуру, можна змінювати електронний спектр електронів і цілеспрямовано отримувати матеріал із потрібними властивостями. В даній роботі розраховано енергетичний спектр електронів в надгратках  $(\text{CdTe})_n/(\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te})_m$  з напрямком росту [001] для цілого набору товщин напівпровідникових шарів.

Однією з особливостей надграток  $(\text{CdTe})_n/(\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te})_m$  є існування різних типів надграток в залежності від товщини шарів напівпровідників. Крім того, напівпровідник  $\text{HgTe}$  є безщілинним, проте зі зменшенням товщини шарів  $\text{HgTe}$  у зонній структурі надгратки з'являється щілина і надгратка змінює свій тип. Теоретичний розгляд проведено методом емпіричного сильного зв'язку. Суть даного методу полягає в тому, що хвильові функції системи записуються у вигляді лінійної комбінації атомних орбіталей, які центровані на окремих атомах [2]. Матричні елементи гамільтоніану будуються емпіричним шляхом за допомогою параметрів, підбір яких здійснюється таким чином, щоб отримати близьку до експериментальної зонну структуру об'ємних напівпровідників  $\text{CdTe}$  і  $\text{HgTe}$ .

Вивчено залежність величини ширини забороненої зони надграток [001]  $(\text{CdTe})_n/(\text{HgTe})_m$  від товщини напівпровідникових шарів  $\text{CdTe}$  і  $\text{HgTe}$ . Визначено значення  $n$  і  $m$ , для яких відбувається перехід від безщілинного до звичайного напівпровідника. Значення  $m$ , для якого змінюється тип надгратки, залежить від кількості шарів  $n$  напівпровідника  $\text{CdTe}$ . Встановлено, що для більш масивного шару напівпровідника  $\text{CdTe}$  потрібні більші значення  $m$ , щоб відбувся перехід (рис. 1).

З аналізу рисунка випливає, що ширина забороненої зони надгратки сильніше залежить від кількості шарів HgTe, ніж від кількості шарів CdTe.

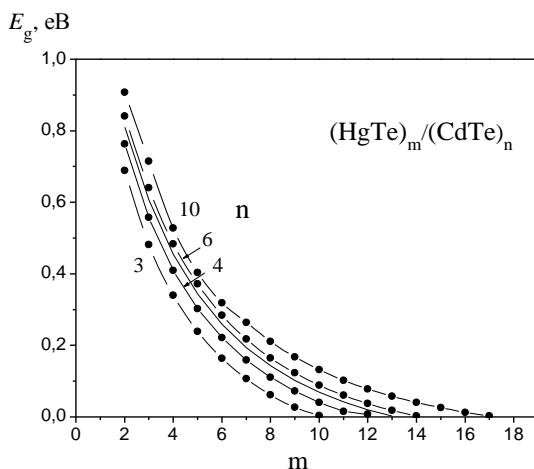


Рис. 1. Ширина забороненої зони надгратки  $(\text{CdTe})_n / (\text{HgTe})_m$  у залежності від  $m$  для деяких значень  $n$

Проведено також дослідження ширини забороненої зони надграток  $(\text{CdTe})_n / (\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te})_m$  від складу твердого розчину  $x$ . Показано, що перехід звичайний напівпровідник - безщілинний напівпровідник для даної надгратки відбувається при значно менших значеннях  $x$ , ніж це спостерігається у твердому розчині  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$  ( $x=0.17$ ). Надгратка  $(\text{CdTe})_n / (\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te})_m$ , для переважної більшості значень  $n$ ,  $m$  і  $x$  є безщілинним напівпровідником, ширина забороненої зони якого значно більша, ніж у відповідного твердого розчину з тим же складом.

#### Список літератури

1. Заячук Д.М. Низькорозмірні структури і надгратки / Д.М. Заячук. – Львів: Вид-во нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 219 с.
2. Delerue C. Tight binding for complex semiconductor systems / C. Delerue, M. Lannoo, G. Allan // Phys. Stat. Sol. – 2001. – V.227, N 1. – P. 115-149.

### **Термоелектричний кондиціонер для одягу**

Економія енергоресурсів – одна із пріоритетних задач сучасної науки. Одним із варіантів такої економії – зменшення енергетичних затрат на створення комфортних умов життєдіяльності людини [1]. Загальні витрати електричної енергії для кондиціонування житла, місць роботи та громадського використання (кінотеатри, театральні зали, місця колективного харчування та ін.) оцінюються у  $800 \cdot 10^9$  кВт\*год на рік [2]. Для їх зменшення ефективніше використовувати кондиціонування не усього об'єму приміщень, а лише локальне кондиціонування самої людини. При цьому не потрібно кондиціонувати весь корпус людини, досить вплинути на певні ділянки організму [3], наприклад, на голову в умовах перегрівання або на кінцівки в умовах переохолодження.

Індивідуальне кондиціонування ефективно не тільки для економії електричної енергії при підвищених температурах навколишнього середовища, а й в умовах його понижених температур. Наявність індивідуальних кондиціонерів дає можливість поліпшити і в цілому якість життя людей.

На даний час існує шість основних джерел тепла та холоду, якими здійснюється таке кондиціонування. Серед них термоелектричне кондиціонування, яке здійснюється за допомогою термоелектричного теплового насосу. Основними перевагами якого є: можливість роботи як у режимі нагрівання, так і охолодження; компактність; незалежність орієнтації від простору; надійність та ін. Також термоелектричне кондиціонування може бути використане у комбінаціях із іншими видами кондиціонування, при правильному підборі яких можливе загальне підвищення ефективності індивідуального кондиціонера.

Наведемо усі можливі комбінації термоелектричних теплових насосів із іншими джерелами тепла та холоду (табл. 1).

1 – акумулятори тепла або холоду (зокрема, в яких використано фазовий перехід речовини); 2 – навколишнє повітря; 3 – електричний нагрівник; 4 – каталітичний нагрівник; 5 – компресійний тепловий насос; 6 – термоелектричний тепловий насос.

Таблиця 1. Комбінація термоелектричних теплових насосів з іншими типами джерел тепла та холоду

6	2.6	1.6	3.6	4.6	1.2.6	1.3.6	1.4.6
2.3.6	2.4.6	1.2.3.6	1.2.4.6	5.6	1.5.6	2.5.6	3.4.6
3.5.6	4.5.6	1.2.5.6	1.3.4.6	1.3.5.6	1.4.5.6	2.3.4.6	2.3.5.6
3.4.5.6	1.2.3.4.6	1.2.3.5.6	1.2.4.5.6	1.3.4.5.6	2.3.4.5.6	1.2.3.4.5.6	

- уже використані;
- перспективні;
- використання не доцільне.

Для розгляду можливих комбінацій таблиця містить як відомі варіанти кондиціонерів (6 - найпростіший варіант з одним типом джерела тепла або холоду, 2.6 – комбінація з навколишнім повітрям), як і такі, що недоцільно використовувати в даний час. Проте вона дає можливість виокремити нові фізичні моделі кондиціонерів, що можуть бути перспективними для практичного використання.

На основі аналізу показаних вище комбінацій індивідуальних кондиціонерів було запропоновано нову фізичну модель кондиціонера із термоелектричним тепловим насосом, що комбінує використання енергії навколишнього повітря та термоелектричного теплового насоса.

### Список літератури:

1. Дубчак Ю. Рост продаж кондиционеров как фактор глобального потепления. <http://techhome.kiev.ua/articles>. – 2016.
2. Обзор мирового рынка систем кондиционирования 2011 – 2012 г.г. // Холодильный бизнес, № 9. – 2012.
3. Витте Н.К. Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение / Киев: Госмедиздат, 1956. – 148 с.



**Дмитро Кіндзерський**  
Науковий керівник – доц. С.В. Нічий

**Завадостійкість медичних пристроїв  
у безпроводних системах**

Протягом багатьох років задача бездротової передачі даних в ближньому полі являла значну проблему для розробників медичних датчиків. У даній галузі досліджень потрібно використовувати сучасні технології передачі даних для вдосконалення медичного обладнання, що дозволяє вимірювати такі характеристики пацієнта, як ЕКГ, рівень насичення крові киснем, рівень кров'яного тиску, вага, рівень вмісту глюкози в крові і т. п. Необхідність застосування високотехнологічних медичних датчиків широко проявляється у всіх сферах медицини, де кабельні з'єднання приладів представляють велику незручність для лікарів, пацієнтів і обслуговуючого персоналу.

Бездротові технології зв'язку, що дозволяють розгорнути як глобальні і регіональні (WWAN і WMAN), так і персональні (WLAN) мережі - одна з віток ІТ-сфери, що найбільш швидко і ефективно розвивається. Основними перевагами бездротових мереж є: гнучкість архітектури, значна зона покриття, мобільність. Однак мобільність об'єктів зв'язку та неоднорідність середовища передачі створює додаткові складності при забезпеченні якості комунікацій (високої достовірності передачі інформації), головним чином через зростання варіативності завод. У зв'язку з цим при проектуванні бездротових систем зв'язку актуальним завданням є адекватне оцінювання ефірних завод і прогноз їх впливу на якість прийому/передачі.

Виробниками випускаються різноманітні медичні пристрої які працюють у Wi-Fi– або Bluetooth–мережах. Одночасне використання даних пристроїв в одному обмеженому просторі приводить до зростання варіативних завод, і як наслідок - зменшення швидкості передачі даних, а в деяких випадках і до втрати зв'язку. Мобільні пристрої, які оснащені блоками Wi-Fi (стандарт IEEE 802.11) і Bluetooth (стандарт IEEE 802.15) [2] працюють у близьких частотних діапазонах: для стандартів IEEE 802.11-0,9; 2,4; 3,6 і 5 ГГц (для IEEE 802.11b) [1]; для IEEE

802.15 - 2,4-2,4835 ГГц [2], що призводить до виникнення взаємних перешкод.

Встановлено, що для досягнення більшої завадостійкості та сили бездротового сигналу необхідно вживати наступні заходи. Пристрої Wi-Fi необхідно розміщувати ближче до маршрутизатора Wi-Fi. Пристрої Bluetooth, між якими здійснюється з'єднання, повинні бути ближче один до одного. Необхідно уникати використання бездротових пристроїв поблизу звичайних джерел електромагнітних полів.

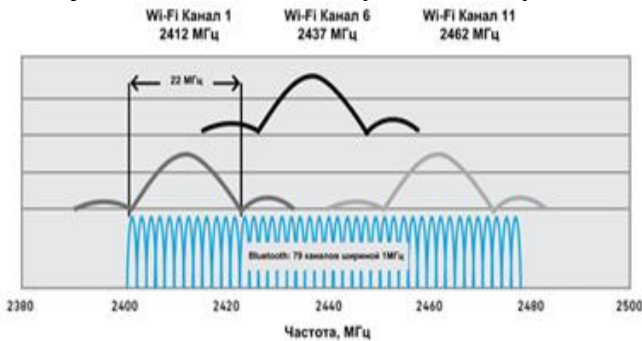


Рис. 1. Співвідношення взаємного розміщення каналів Wi-Fi. і Bluetooth

Одним із дієвих методів зменшення взаємного впливу пристроїв є використання різних каналів передачі. Для цього необхідно налаштувати медичні пристрої із Wi-Fi передавачами на використання іншого каналу Wi-Fi або виконати сканування для вибору каналу з найменшим рівнем перешкод. Налаштування маршрутизаторів Wi-Fi для використання іншого каналу після сканування дає змогу зменшити рівня завад в частотному діапазоні 2,4 ГГц в якому працюють інші медичні пристрої.

#### Список літератури.

1. [http://ec.europa.eu/health/medical-devices/dialogue-parties/working-groups/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/medical-devices/dialogue-parties/working-groups/index_en.htm)

2. Блинников М. А., Пирмагомедов Р. Я. Оптимизация нагрузки на сети связи общего пользования, вызванной трафиком медицинских наносетевых приложений // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 3. С. 22–30.

### **Використання перетворення Гільберта для розв'язку оберненої фазової задачі в оптиці**

Суть методу перетворення Гільберта полягає в тому, що відповідно до теорії Габора будується комплексний сигнал, шляхом відділення всіх від'ємних частот вихідного дійсного сигналу. Такий сигнал можна представити як суму даного одномірного сигналу та комплексної складової - перетворення Гільберта початкового сигналу (на сьогодні часто використовують термін «аналітичний сигнал», замість терміна «комплексний сигнал», який спочатку використовував Габор).

Теоретичною основою реалізації «віконного» перетворення Гільберта є сканування спекл-картини вікном певного розміру, що зменшує вплив випадкових сигналів на відновлену інформацію. Застосування перетворення Гільберта до випадкової спекл-картини з розв'язком оберненої фазової задачі передбачає реалізацію наступних кроків:

- 1) отримання розподілу фази та фазових ліній, у тому числі еквіфазних ліній, що задають області постійної фази;
- 2) визначення місць локалізації точок сингулярностей та сідлових точок інтенсивності, що формують реперні точки фазових розподілів (скелетон поля) і однозначно пов'язані з будь-якими переміщеннями об'єкта;
- 3) розрахунок точності відтворення фазових розподілів, та аналіз інваріантності запропонованого методу щодо орієнтації використовуваних вікон сканування.

Першим кроком алгоритму реалізації відтворення фази з використанням двомірного дискретного віконного перетворення Гільберта є запис спекл-картини попіксельно та перетворення отриманого розподілу в зображення з 256 градаціями сірого. Далі, отримана картина сканується для формування матриці, як це показано на рис. 1 (а). «Віконне» сканування забезпечує отримання матриці  $A_{11}$ , дематричними елементами є значення інтенсивності у відповідному пікселі.

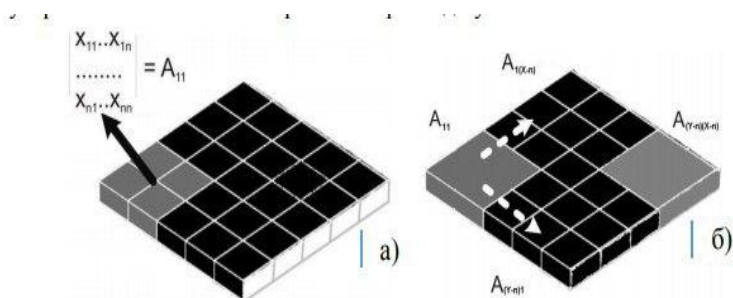


Рис.1 а) формування матриці  $A_{11}$ , б) формування множини матриць шляхом переміщення вікна сканування

Розмір матриці задається розміром ядра перетворення, яке для дискретного перетворення набуває матричної форми, а порядок матриці однозначно задається відстанню між сингулярностями спекл-поля отриманого розподілу.

Далі вікно сканування переміщується відносно початкового розміщення з однаковим кроком в 1 піксель по горизонталі й вертикалі, що призводить до отримання набору матриць (б).

Важливим новим та оригінальним результатом, отриманим при використанні «віконного» перетворення Гільберта, є інваріантність застосування запропонованого методу моделювання по відношенню до орієнтації вікна сканування, та гнучкість перетворення. Це проявляється у відтворюваності фазової карти зі зміною положення вікна сканування.

Використання дискретного «віконного» двомірного Гільберт-перетворення дозволяє досягнути високої точності відновлення еквіфазних ліній, точок сингулярності та сідлових точок, з отриманням інваріантності фазових розподілів, що є безпосередньо результатом моделювання

#### Список літератури:

1. Nye J. Dislocations in wave trains/ J. F. Nye, M. V. Berry// Proc. R. Soc. A. – 1974. – V. 336. – P. 165-190.
2. Freund I. Vortices in random wave fields: nearest neighbor anticorrelations/ I. Freund and N. Shvartsman// Phys. Rev. Lett. – 1994. – V. 72. – P.1008–1011.

**Вплив непараболічності, описуваної моделлю  
Фіваза, на електричний контактний опір  
термоелектричний матеріал-метал**

Відомо, що електричний контактний опір термоелектричний матеріал-метал істотно впливає на вихідні параметри та характеристики термоелектричних перетворювачів енергії [1]. Існує ряд способів зниження цього опору. Одним із них є створення контактних термоелектричних гетероструктур на основі надграток. Їх енергетичний зонний спектр описується так званою моделлю Фіваза і має вигляд:

$$\varepsilon(k_x, k_y, k_z) = \frac{\hbar^2}{2m^*} (k_x^2 + k_y^2) + \Delta(1 - \cos ak_z), \quad (1)$$

де  $m^*$  – ефективна маса носіїв заряду у площині шарів;  $\Delta$  – напівширина мінізони провідності, яка описує рух носіїв заряду перпендикулярно до шарів;  $a$  – віддаль між трансляційно еквівалентними шарами.

Маючи на увазі, що при виготовленні термоелектричних модулів площини металевих комутаційних електродів, а отже, і антидифузійних шарів, розташовуються перпендикулярно до шарів надгратки, знайдемо електропровідність шаруватого термоелектричного матеріалу у площині шарів. Беручи до уваги, що в актуальній області температур розсіювання носіїв заряду відбувається на деформаційному потенціалі акустичних фононів із незалежною від енергії, але обернено пропорційною до температури довжиною вільного пробігу, отримаємо наступний вираз для електропровідності шаруватого термоелектричного матеріалу:

$$\sigma_s = \sigma_{0l} \int_0^{\infty} \int_0^{\pi} u \exp\left\{ \left[ y + K^{-1}(1 - \cos x) - \gamma^* \right] / t_{2D} \right\} \times \\ \times \left\{ \exp\left\{ \left[ y + K^{-1}(1 - \cos x) - \gamma^* \right] / t_{2D} \right\} + 1 \right\}^{-2} \times \quad , \quad (2)$$

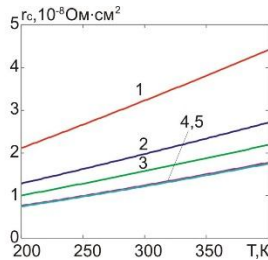
$$\times (2y + 4\pi K^{-2} n_0 a^3 \sin^2 x)^{-0.5} dx dy$$

де  $\sigma_{0l} = 8\pi^{5/2} e^2 l \sqrt{n_0 a} / (a h t_{2D})$ ;  $l$  – довжина вільного пробігу електронів (дірок);  $n_0$  – концентрація електронів (дірок);  $t_{2D} = kT / \zeta_{02D}$ ,  $\zeta_{02D} = h^2 n_0 a / 4\pi m^*$  – енергія Фермі ідеального двовимірного Фермі-газу з квадратичним законом дисперсії за абсолютного нуля температури;  $K = \zeta_{02D} / \Delta$ ,  $\gamma^* = \zeta / \zeta_{02D}$ ;  $\zeta$  – хімічний потенціал електронного (діркового) газу в НГТЕМ. Параметр  $K$  характеризує ступінь квазідвовимірності НГТЕМ, або, інакше кажучи, ступінь відкритості його електронної (діркової) поверхні Фермі.

Хімічний потенціал визначається з такого рівняння:

$$\frac{t_{2D}}{\pi} \int_0^{\pi} \ln \left[ 1 + \exp \left( \frac{\gamma^* - K^{-1}(1 - \cos x)}{t_{2D}} \right) \right] - 1 = 0. \quad (2)$$

Результати розрахунку температурних залежностей перехідного контактного шару, створеного в процесі стаціонарної дифузії нікелю у термоелектричний матеріал з надграткою за товщини шару 20 мкм, наведено на рис. 1. Криві 1-5 відповідають ступеням квазідвовимірності 0,1; 0,5; 1; 5; 10 відповідно.



З рисунка видно, що, забезпечивши достатній ступінь квазідвовимірності шляхом легування, можна отримати навіть контактні опори, менші за  $10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$ .

#### Список літератури

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. – К.: Наукова думка, 1979. – 770 с.

**Микола Козак**

Науковий керівник – асист. І.Д. Лісовенко

## **Музичний плеєр для Linux-подібних операційних систем**

При використанні Linux-подібних операційних систем (ОС)[1,2], вибір програми для відтворення музики є проблемою. В сучасному світі, левову частку ринку таких додатків займають такі онлайн-сервіси, як YouTube та Spotify. Для користування YouTube необхідний браузер та Інтернет. Але існують випадки, коли Інтернет є недоступним (наприклад при польотах в літаку) або ж, відкриття додаткової вкладки браузера займає потрібні розробникам ресурси комп'ютера. Особливо це актуально для користувачів Linux.

В роботі представлений опис додатку, який вирішує зазначену вище проблему. Він дозволить тримати і організувати всю музику в одному місці, і онлайн і оффлайн, і при цьому не навантажувати систему.

Особливостями вищеописаного додатку є використання онлайн сервісів, які можна буде підключити за допомогою облікового запису і з легкістю зберігати і контролювати все в одному місці.

Також в додатку є можливість відтворення музики з локальної машини (оффлайн режим), створення і організація плейлистів, завантаження аудіо-файлів з YouTube.

Для розробки плеєра використана мова програмування Rust[3,4], набір інструментів для створення графічних інтерфейсів користувача GTK+[5] і відповідні бібліотеки. Мова програмування Rust розробляється Mozilla Research, активно розвивається і широко використовується. Rust - кросплатформенна, а також високопродуктивна, в порівнянні з іншими мовами. GTK+ - найбільш використовуваний інструмент для створення графічних додатків для Linux-подібних систем. Саме це і визначає вибір технологій розробки додатку.

Також, при розробці аудіоплеєру, був використаний YouTube API[6]. API — це набір готових класів, процедур, функцій, структур і констант, що надаються додатком (бібліотекою,

сервісом) для використання в зовнішніх програмних продуктах.

Так, за допомогою YouTube API було використано всі можливості самого сайту (відтворення аудіо, пошук, створення плейлистів і додавання до них пісень, і, навіть, завантаження музики на локальний пристрій).

Приклад роботи API наведений на рис. 1.

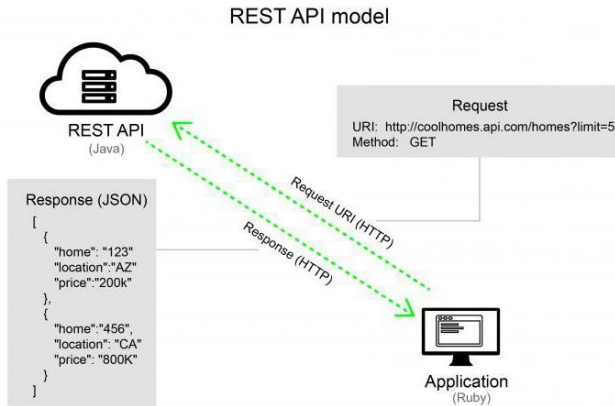


Рис. 1. Приклади використання API

Розробка представленого в роботі музичного плеєра є актуальним завданням, особливо для Linux-подібних систем, яке знайде своїх користувачів. Перевагами додатку є наявність офлайн режиму і організація всієї аудіотеки в одному місці.

#### Список літератури:

1. Eric Harlow. Developing Linux Applications; Sams Publishing. Лабораторія знань, 1999. - 512с.
2. Linux Application Development, Michael K. Johnson, Erik W. Troan, 2004. - 736с.
3. Steve Klabnik, Carol Nichols. The Rust Programming Language (Covers Rust 2018): No Starch Press, 2019. – С. 561.
4. Programming Rust: Fast, Safe Systems Development, Jim Blandy, Jason Orendorff, 2017. - 622с.
5. Foundations of GTK+ development, Andrew Krause, 2008.- 656с.
6. YouTube Data API. [Electronic resource]. – Access mode: <https://developers.google.com/youtube/v3>



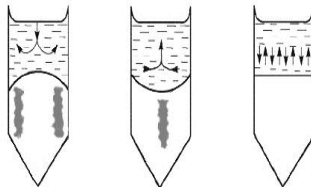
**Петро Колещук**

Науковий керівник – асист. Ніцович О.В.

**Дослідження умов формування плоского фронту кристалізації при вирощуванні термоелектричного матеріалу на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  методом вертикальної зонної плавки**

Вдосконаленню методів отримання термоелектричних матеріалів (ТЕМ) на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  приділяється багато уваги у зв'язку з тим, що цим матеріалам практично немає альтернативи при виготовленні термоелектричних перетворювачів для інтервалу температур 200–400 К. Метод вертикальної зонної плавки (ВЗП) є одним із найпоширеніших промислових методів вирощування монокристалів твердих розчинів  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{--Sb}_2\text{Te}_3$  та  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{--Bi}_2\text{Se}_3$ . При отриманні ТЕМ даним методом великий вплив на стійкість зростання монокристала і його однорідність має кривизна фронту кристалізації, яка є основною технологічною характеристикою росту [1-2].

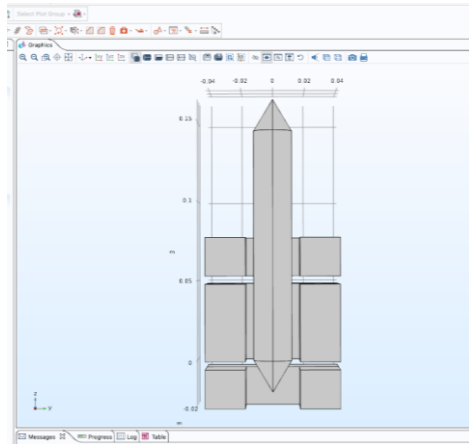
Форму фронту кристалізації, який може бути опуклим у рідку фазу, плоским або увігнутим у тверду фазу, визначають величини радіального і осьового градієнтів температури в кристалі під час вирощування. Найбільш сприятливим для вирощування монокристалів з малою кількістю структурних дефектів є плоский фронт кристалізації, оскільки на опуклому в розплав або увігнутому в кристал фронті кристалізації випадкові кристалічні зародки (домішкові зародки) будуть рости сумісно з основним, а на плоскому фронті кристалізації вони будуть відтіснятися до периферії і вироджуватися (рис.1).



*Рис. 1. Розподіл домішок у кристалі відносно форми фронту кристалізації*

Отже, актуальним є моделювання процесу вирощування ТЕМ, що дозволяє дослідити залежність форми фронту кристалізації від технологічних параметрів ВЗП, при цьому суттєво знизивши матеріальні витрати і час досліджень, забезпечивши вирощування кристалів необхідної якості.

Нами було розроблено комп'ютерну модель процесу вертикальної зонної плавки (рис.2), яка дозволяє в широкому інтервалі змінювати геометричні і температурні параметри установки росту та характеристики матеріалу у твердому стані і в розплаві.



*Рис.2. Вигляд комп'ютерної моделі процесу вертикальної зонної плавки в середовищі Comsol Multiphysics*

Результати моделювання дозволяють визначити оптимальні умови росту для багатокомпонентних термоелектричних матеріалів на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  без проведення трудомістких багатогодинних експериментів.

### **Список літератури**

1. Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплава. Конвекция и неоднородности / Мюллер Г. – М.: Мир, 1991. – 150 с.
2. Гольцман В.А., Кудинов В.А, Смирнов И.А. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ . - М.: Наука, 1972. – 320 с.

## **Можливості вільно поширюваного редактора GIMP для навчання комп'ютерної графіки**

Для роботи із цифровим зображенням використовуються різні графічні редактори – спеціалізовані програми для створення і обробки растрових зображень. Редактори надзвичайно популярні серед художників-ілюстраторів, а також стали корисними при підготовці зображень до друку чи публікації в мережі Інтернет, адже дозволяють користувачеві створювати і редагувати зображення на екрані комп'ютера, здійснювати стирання, копіювати об'єкти, додавати текст, змінювати заповнення кольору фону тощо. Кожна з таких програм наділена різними функціями та можливостями, а також доступна для користувачів із різним рівнем навичок у цій сфері – редактори початкового та професійного рівня. У залежності від призначення графічні редактори можуть бути безкоштовні, а можуть і коштувати декілька сотень доларів [1].

Найпопулярнішим продуктом серед растрових графічних редакторів є програма Photoshop, розроблена американською компанією Adobe. Вартість редактора Photoshop досить висока. Він розрахований на професіоналів і має велику кількість функцій, які зазвичай й на третину не використовуються початківцями, тому для школярів не дуже підходить. Для навчання в школі потрібен редактор, який дозволить ознайомити учнів із основними функціями редакторів та навчити базових навичок редагування растрового зображення.

Існує графічний редактор GIMP, який розповсюджується як додаток із відкритим кодом і розвивається спільнотою програмістів. Графічний редактор Gimp було створено у 1995 році. Проект не має офіційної компанії, яка б відповідала за випуск нових версій і підтримку старих. Ці функції виконує спільнота розробників, яка складається з групи добровольців. У перші десять років свого існування проект не мав єдиного представлення про те, яким він повинен бути для кінцевого

споживача. Лише у 2005 році був розроблений єдиний стандарт і складені принципи, яких розробники дотримуються і сьогодні. При бажанні користувачі можуть стати частиною спільноти розробників і випускати власні модифікації без порушення авторських прав. Редактор можна використовувати безкоштовно, без будь-яких обмежень.

Метою роботи є вивчення особливостей та переваг графічного редактора GIMP та створення на його основі серії лабораторних робіт для початківців. При правильному підході GIMP стане повноцінною заміною Photoshop, оскільки багато функцій повторюють конкурента, є підтримка його оригінального формату PSD. Найменування функцій та доступні інструменти також мають багато схожого. Для створення інтерфейсу користувача GIMP використовує бібліотеку GTK<sup>+</sup>, яке підтримує велику кількість мов для інтерфейсу користувача, зокрема є і українська версія.

Програма GIMP багатофункціональна. Її можна використовувати як простий графічний редактор, так і професійний додаток для ретуші фотографій, а також як програму для відновлення та відтворення зображень. Цікавою та корисною є функція створення і обробки анімаційних роликів, що дозволяє накладати анімацію на об'єкти. У майбутніх версіях GIMP очікується поглиблення інтеграції з бібліотекою GEGl, що дозволить реалізувати використання обчислювальної потужності графічних процесорів для низькорівневих графічних обрахунків та здійснювати неструктивне редагування – накладання змін зі збереженням можливості редагування первинного матеріалу.

Отже, GIMP – якісний безкоштовний редактор, що пропонує величезний функціонал для початківців. Розроблена серія лабораторних робіт допоможе освоїти основи роботи в програмі та стане незамінним помічником при підготовці графіки для Web-сторінок і поліграфічної продукції, оформлення програм, створення анімаційних роликів, обробки кадрів для відеофрагментів і побудови текстур для тривимірної анімації.

#### **Список літератури:**

1. <http://www.gimp.org/>

**Сергій Коняга**

## **Оптичні властивості кристалізованого складного полімеру**

Всі полімери поділяються на аморфні та кристалічні. Необхідною умовою кристалізації полімерів є наявність далекого порядку в розташуванні ланок ланцюга, що спостерігається у стереорегулярних полімерів. Далі необхідно дотримуватися основної термодинамічної умови самодовільного процесу  $\Delta G < 0$  [1].

Оскільки при кристалізації має місце розпрямлення ділянок ланцюга, воно супроводжується зменшенням ентропії, тобто  $\Delta S < 0$ . Тому ентальпія кристалізації завжди негативна,  $\Delta H < 0$ .

Кристалічні полімери, як правило, не однорідні і містять, поряд із кристалічною, аморфну фазу. Тому для характеристики таких полімерів використовується поняття ступінь кристалічності, який характеризується відношенням обсягів кристалічної і аморфної фаз. Ступінь кристалічності для більшості полімерів коливається від 20 до 80%; він визначається за величиною будь-якої фізичної властивості полімеру, різного для кристалічної та аморфної фаз.

Принциповим є та обставина, що кристалічну і аморфну фази полімеру ніколи не вдається розділити повністю, цю вказує на двофазну будову кристалів полімерів.

Як об'єкт дослідження використовувалися кристали складного полімеру, 9-(1-R1-3-R2-4-піразоліл)-3,3,6,6-тетраметил-1,2,3,4,5,6,7,8,9,10-декагідроакридиніони-1,8, синтезовані конденсацією 1,3-дизаміщених 4-формілпіразолів із димедоном та ацетатом амонію в середовищі етилового спирту.

Дослідження проводились на базі поляризаційного мікроскопа МП-2. Як джерело світла використовувались напівпровідниковий лазер із довжиною хвилі випромінювання 405нм та природне сонячне світло.

Розглянемо мікрофотографії кристалів полімерів у білому поляризованому світлі (рис. 1).

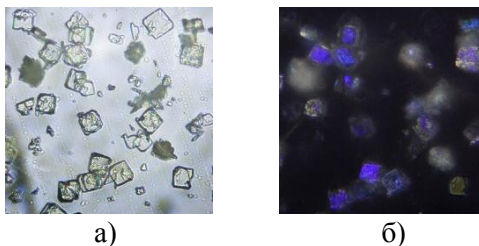


Рис. 1. Мікрофотографії кристалів полімеру у білому світлі при розташуванні поляризатора і аналізатора: (а) - колінарному, (б) - ортогональному

Синтезовані полімерні сполуки характеризуються флуоресцентними властивостями.

На рис. 2 зображено мікрокристали полімеру при освітленні фіолетовим лазерним випромінюванням.

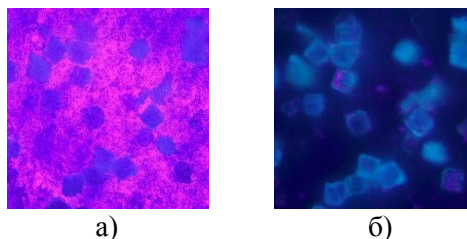


Рис. 2. Мікроскопічні зображення кристалів полімеру при освітленні фіолетовим лазерним випромінюванням з  $\lambda = 405$  нм, при розташуванні поляризатора і аналізатора: (а) - колінарному, (б) - ортогональному.

Нами була виявлена оптична активність мікрокристалів складного полімеру. Були отримані флуоресцентні мікроскопічні зображення мікрокристалів у широкому спектральному інтервалі, від 440 нм до 550 нм, що узгоджується з попередньо отриманими спектрами флуоресценції спиртових розчинів складного полімеру.

#### Список літератури

1. Бартенев Г.М. Физика и механика полимеров. 1983. 392 с.

### **Реалізація алгоритму Apriori як метод пошуку асоціативних правил**

Накопичена інформація містить величезний потенціал для отримання нових знань і може надавати багато нових можливостей для прийняття рішень. В умовах конкуренції компаніям важливо знайти найкращий спосіб не просто виявляти приховані закономірності та взаємозв'язки в них, але й отримувати інформацію в режимі реального часу, у результаті чого швидко приймати управлінські рішення, що базуються на якісних даних [1].

Алгоритми пошуку асоціативних правил стали зараз одним із популярних методів виявлення прихованих закономірностей та побудови знань. Даний підхід широко використовується в інтернет-магазинах: при перегляді одного товару користувачеві звертають увагу на інші товари, з якими найчастіше здійснюється покупка даного продукту. У першу чергу він необхідний маркетологам інтернет-магазинів для прийняття зважених рішень, спрямованих на опрацювання сценаріїв взаємодії з користувачами. Варто також відзначити, що такий аналіз буде корисний в інтернет-магазинах, де в «чеку», як правило, не один товар, а набір різних товарів.

В умовах інтенсивного зростання обсягів даних аналіз ефективності застосування відомих алгоритмів інтелектуального аналізу є актуальним науково-практичним завданням інженерії даних [1]. Для здійснення побудови асоціативного пошуку в роботі використовується алгоритм Apriori.

Apriori – це алгоритм, що застосовується для отримання набору елементів, які часто зустрічаються, для логічних правил асоціації. Алгоритм ідентифікує елементи, що часто повторюються в базі і розширюють їх список до все більших множин з дотриманням правила достатньої частотності. Алгоритм Apriori використовує пошук в ширину та структуру хеш-дерева для підрахунку елементів-кандидатів множини [2].

Алгоритм Apriori складається з таких етапів:

1. Формалізація даних.

2. Пошук одноелементних наборів, що часто трапляються.
3. Пошук  $k+1$  – елементних наборів, що часто зустрічаються.
4. Побудова асоціативних правил. Використання асоціативних правил з допомогою алгоритму Apriori, дозволить користувачам легко і просто здійснювати швидкий пошук у будь-якій базі даних.

Розглянуто алгоритм Apriori для знаходження асоціативних правил з метою аналізу затрачених обчислюваних ресурсів та якості отриманих результатів на великих структурованих даних. Існуючі рішення у сфері Big Data провідних компаній є багатофункціональними та потужними системами, які є платними. Дослідження було виконано для інтернет-магазину шляхом проведення експериментів, які було здійснено на основі розробленої програмної системи. Система опрацьовує великі обсяги даних продажу товарів інтернет-магазину з застосуванням алгоритму Apriori. Для ефективної реалізації поставленої задачі розроблена програма мовою Java. Мета полягала в проведенні аналізу роботи алгоритму Apriori на великих обсягах структурованих даних та побудови асоціативних правил для надання рекомендацій інтернет-магазину з метою поліпшення продажів товарів. Для цього було опрацьовано масиви даних вказаним алгоритмом та оцінено швидкість роботи, побудовані асоціативні правила на заданому наборі даних, що дало змогу надати рекомендації для збільшення продажів товарів в інтернет-магазині.

#### **Список літератури**

1. Montgomery Karen. Big Data Now: 2014 Edition. O'Reilly Media. – January, 2015. – 165 p.
2. Вікіпедія [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Алгоритм Apriori – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм\\_Apriori](https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Apriori) (дата звернення – 01.03.2020).



**Елеонора Кормиш**

Науковий керівник – асист. Кириченко О.Л.

### **Сервіс для конвертування текстових та графічних файлів у PDF-формат**

З розвитком інформаційних технологій кількість форматів збереження інформації стрімко збільшується, тому завжди необхідно мати під рукою зручний та простий у користуванні сервіс для конвертації даних. Це дасть можливість вільно працювати з даними будь-якого розширення, а при необхідності легко конвертувати їх в інший формат.

Важливим інструментом для конвертування файлів є бібліотека PDF.js, написана мовою програмування JavaScript. На першому етапі здійснюються такі дії: зчитування файла заданого формату, перетворюючи його у Base64-стрічку, конвертування стрічки у необхідний формат та локальне збереження. У даному випадку функцію конвертування файла у Base64-стрічку потрібно розробляти самостійно. Далі робота з текстовими файлами і графічними відрізняється.

Серед текстових форматів було обрано txt-формат, який може бути створений, відкритий та відредагований за допомогою вбудованих програм на найпопулярніших платформах (Linux, Microsoft Windows, Mac) та на більшості сучасних смартфонів. Оскільки txt-формат, на відміну від pdf-формату, не передбачає фіксованих полів, виникає проблема «втрати» даних.

Під час конвертування txt-файла в pdf-файл усі символи, які не вміщались у рядок .pdf-файла просто зникали. Для цього розроблено функцію, яка корегує розмір кожного рядка, що формує рівні поля з усіх сторін отриманого файла, не розриваючи слова (початковий txt файл лишається незмінним).

Іншою перешкодою було те, що txt-файл також не передбачає поділу інформації на сторінки. Тобто під час конвертації весь текст, що виходить за межі першої сторінки, автоматично зникав. Для розв'язання цієї проблеми розроблено додатковий функціонал з використанням функцій бібліотеки addPage(), що ділить конвертований текст, зберігаючи відступи та абзаци.

Серед графічних форматів нами було обрано jpg (jpeg) та png – найбільш популярні формати, що найкраще зберігають креслення, текст, фото та логотипи.

Бібліотека, яка використовувалась, не передбачає автоматичного регулювання розмірів обраного зображення, що призводить до втрати якості конвертованого файла [1]. Створено функцію, яка фіксує необхідні розміри зображення та підлаштовує конвертування відповідно до них.

**Таблиця 1.**

Порівняльна характеристика з існуючими сервісами

Характеристики	Наш сервіс	Smallpdf [2]
Вартість	Повністю безкоштовна конвертація файлів	Перші 2 конвертації безкоштовно
Реклама	Жодної реклами	Присутня реклама
Обробка	Локальна (Ваші дані не залишаються на інших серверах, повна конфіденційність)	На сервері
Швидкодія	3 секунди (у середньому)	5 секунд (у середньому)
Додаткові функції	Обробка файлів, конвертація Youtube посилань	Тільки обробка файлів
Кількість можливих форматів для конвертації	4	8

Отже, розроблено сервіс для конвертування файлів мовою програмування JavaScript. У результаті порівняння створеного сервісу з вище означеним (табл. 1) можна перекоонатися у його швидкодії, ефективності та зручності. Таким чином, вдалося створити сервіс для конвертування з необхідними нам перевагами.

#### Список літератури

1. Бібліотека генерації портативного документа (pdf): веб-сайт. URL: <https://www.npmjs.com/package/pdfjs> (дата звернення: 03.03.2020).
2. Універсальні і прості у використанні інструменти для роботи з pdf-файлами: веб-сайт. URL: <https://smallpdf.com> (дата звернення: 03.03.2020).

**Юрій Костанюк**

Науковий керівник – доц. Олійнич-Лисюк А.В.

## **Моделювання температурної залежності електропровідності металів**

У курсі загальної фізики для пояснення електропровідності металів використовується модель електронної провідності, або модель Друде-Лоренца [1].

Теорія Друде-Лоренца не змогла пояснити цілу низку експериментально встановлених закономірностей для металів. Основним недоліком цієї моделі для електричного опору  $R$  є те, що його температурна залежність становить  $R \sim \sqrt{T}$ . У той же час експеримент показує, що  $R \sim T$  [2].

Таким чином, виникає певна проблема методичного характеру, коли цінність моделі із точки зору учнів, знижується її невідповідністю експериментальним даним. Пояснення адекватної теорії електропровідності з позицій квантової механіки на етапі вивчення загальної фізики у 9 класі ЗОШ носить декларативний характер і не розв'язує проблеми. Тому видається важливим розробити більш адекватну механічну модель електропровідності металів для методичного використання при викладанні курсу загальної фізики в школі.

В основу цієї моделі ми покладаємо теорію про те, що провідник зі струмом знаходиться в умовах сталої температури  $T$ . З'ясуємо залежність опору від температури –  $R(T)$ , вважаючи, що при температурі  $T_0$  опір провідника дорівнює  $R_0$ . Підрахуємо енергію, яку за годину виділяє провідник:  $W = P\Delta t$ ;  $P\Delta t = I^2R\Delta t = (U^2/R)\Delta t$ , де  $P$  – потужність,  $I$  – сила струму,  $U$  – напруга.

З іншого боку, ця енергія приймається рівною енергії, яку електрони провідності передають іонам решітки в результаті непружних зіткнень:  $W = N\Delta W$ ,  $\Delta W = (m_e v_m^2)/2$ , де  $\Delta W$  – енергія, яку передає електрон у результаті зіткнення з іоном,  $N$  – кількість зіткнень за одиницю часу,  $m_e$  – маса електрона,  $v_m$  – максимальна швидкість напрямленого руху електрона в кінці вільного пробігу. Прискорення, яке він набуває під впливом електричного поля знаходиться як:  $a = F/m_e = eU/m_e L$ . Знайдемо довжину  $\ell$  та час вільного пробігу:  $\ell = at^2/2$ ;  $\tau = (2\ell m_e L/eU)^{1/2}$ . Максимальна швидкість упорядкованого руху електронів у кінці вільного пробігу буде:  $v_m = at = (2\ell eU/m_e L)^{1/2}$ . Зважаючи на те, що електрон між зіткненнями рухається рівноприскорено, середнє значення швидкості дорівнює половині її

максимального значення:  $v_d = 1/2 \times (eE/m_e) \times \tau = (\ell eU/2m_e L)^{1/2}$  – швидкість дрейфу. Отримаємо вираз для знаходження кількості зіткнень, яких зазнає електрон за одиницю часу:  $N = n_e N_i \pi A^2 v_d \Delta t$ ,  $n_e = zN_i$ , де  $n_e$  – концентрація електронів,  $z$  – валентність. Кількість іонів дорівнює  $N_i = mN_A/M = \rho SLN_A/M$ , де  $\rho$  – густина провідника,  $S$  - площа перерізу,  $M$  - молярна маса,  $N_A$  - стала Авогадро. Знайдемо значення амплітуди коливань іона  $A$ , виходячи з того, що електронний газ перебуває у термодинамічній рівновазі з кристалічною решіткою, та вільний електрон має три ступені свободи:  $\gamma A^2/2 = 3kT/2$ ;  $A = (3kT/\gamma)^{1/2}$ ,  $k$  – стала Больцмана,  $\gamma$  – модельний коефіцієнт пружності для коливань іона. Можемо записати:

$$N = z \times (\rho SLN_A/M)^2 \times \pi \times 3kT/\gamma \times (\ell eU/2m_e L)^{1/2} \times \Delta t.$$

Отримаємо вираз для знаходження енергії, з урахуванням знайдених величин.  $\Delta W = (m_e v_m^2)/2 = m_e/2 \times 2\ell eU/m_e L = \ell eU/L$ .

Виходячи з нього отримаємо вираз для електричного опору

$$R = z/I^2 \times (\rho SLN_A/M)^2 \times \pi \times 3kT/\gamma \times (\ell eU/2m_e L)^{1/2} \times \ell eU/L,$$

$$R = 1/\gamma \times 6\pi k m_e / z S^2 e^2 \times (\ell eU/2m_e L)^{1/2} \times T.$$

Знайдемо температурний коефіцієнт електропровідності з початкових умов

$$R_0 = 1/\gamma \times 6\pi k m_e / z S^2 e^2 \times (\ell eU/2m_e L)^{1/2} \times T_0,$$

$$\Gamma = 1/R_0 \times 6\pi k m_e / z S^2 e^2 \times (\ell eU/2m_e L)^{1/2} \times T_0.$$

В кінцевому результаті отримаємо залежність опору від температури

$$R = R_0 \times T/T_0; R = R_0/T_0 \times T = \alpha T; R = \alpha T; R \sim T.$$

Особливість отриманої залежності полягає в тому, що коефіцієнт пропорційності між  $R$  і  $T$  залежить від напруги. З іншого боку, за рахунок визначеності початкових умов цю особливість можна усунути.

В такій моделі  $R \sim T$  за рахунок залежності перерізу взаємодії електрона та іона з урахуванням теплових коливань іона поблизу вузла кристалічної решітки. Отриманий результат дозволяє розв'язати методичну проблему невідповідності моделі Друде-Лоренца експерименту. Запропонована модель цілком підходить для вивчення явищ електропровідності без використання квантових принципів.

#### Список літератури:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. – Т.2. – М.: Наука, 1977. – 376 с.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М., 1966. – 624 с.

Владислав Котла, Назар Злий

Науковий керівник – доц. Майструк Е.В.

## Вплив освітлення на фотоелектричні властивості гетероструктури ZnO:Al/Si

У даній роботі досліджено електричні властивості гетеро структур, сформованих шляхом нанесення тонкоплівкового ZnO:Al n-типу провідності на монокристалічну підкладку Si р-типу провідності методом ВЧ магнетронного розпилення.

Плівки ZnO:Al напилювали на підкладки Si в універсальній вакуумній установці УВН-70. Мішень ZnO:Al розпилювали в атмосфері Ag за допомогою ВЧ магнетронного розпилення при змінній напрузі. Для осадження плівки підкладка Si розміщалася на пічці, за допомогою якої підтримували температуру 300 °С.

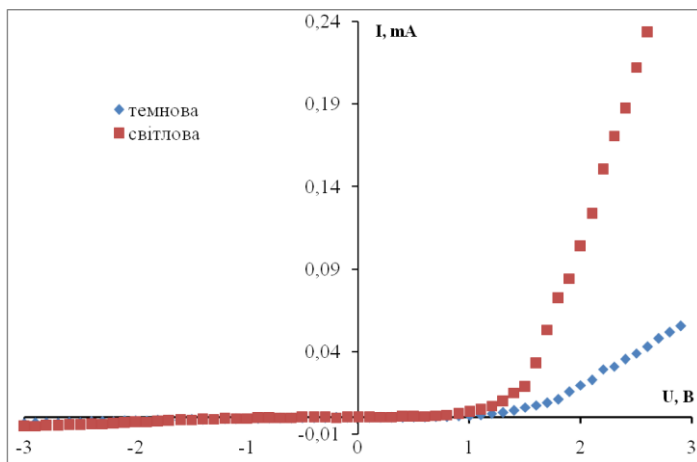


Рис. 1. ВАХ гетеропереходу n- ZnO:Al /p- Si:(до та після освітлення)

Перед початком процесу напилення вакуумну камеру було відкачано до залишкового тиску  $5 \cdot 10^{-5}$  мм.рт.ст. Процес напилення плівки ZnO:Al тривав 30 хв. При потужності магнетрона 200 Вт.

Вольт-амперна характеристика (рис. 1) одержаної структури n-ZnO:Al/p-Si була досліджена при кімнатній температурі 23°C.

Освітлена вольт-амперна характеристика вимірювалася при білому освітленні ( $80 \text{ мВт/см}^2$ ).

Екстраполяцією прямолінійних ділянок прямих гілок до осі напруг було визначено висоту потенціального бар'єра гетеропереходу, яка становить  $1,4 \text{ eV}$  до та після освітлення.

Дана структура може бути використана як фотодіод тому, що при освітленні струм зростає. Із темної вольт-амперної характеристики було визначено коефіцієнт випрямлення, який при  $|U|=2,5 \text{ В}$  та  $T=296 \text{ К}$  має значення  $RR \sim 14,3$  [1].

$$n = \frac{e\Delta V}{\Delta \ln(I)kT} \quad (1)$$

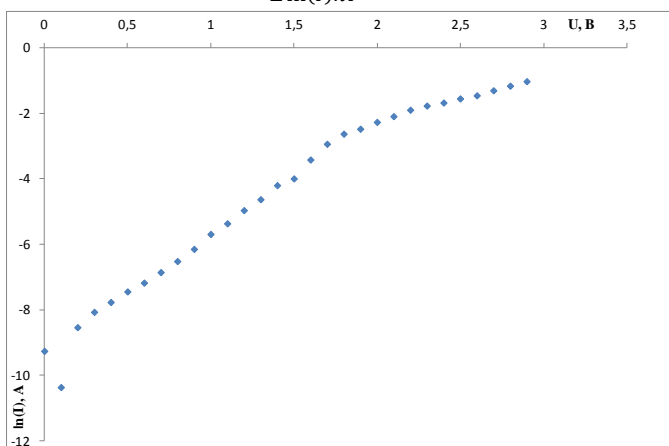


Рис.2. Прямі гілки ВАХ гетеропереходу в напівлогарифмічному масштабі

Із рис.2, використовуючи формулу 1, було визначено коефіцієнт неідеальності  $n=6,7$  ( $0 < V < 1,4$ ). Отже, можна зробити висновок, що домінуючим механізмом струмоперенесення через гетероперехід є тунелювання.

### Список літератури

1. Тонкі плівки оксидів металів та гетеропереходи на їх основі /Мар'янчук П.Д., Брус В.В. Чернівці: РОДОВІД, 2014. 292 с.

**Іван Кравець**

Науковий керівник – асист. Микитюк П.Д.

### **Сейсмодатчик із термоелектричним джерелом живлення**

За історичний період землетруси не раз викликали руйнування і жертви. У зв'язку з цим одним з актуальних завдань є прогнозування місця і сили землетрусу, яке базується на спостереженнях за коливаннями кори Землі.

Підтримка працездатності різних автономних сейсмологічних систем тривалого користування неможлива без наявності відповідних джерел електроживлення. Сучасні електронні пристрої характеризуються рівнями енергоспоживання від десятків міліват до декількох ват. Широкого розповсюдження набули мікросистеми, що здійснюють обробку сигналу з перетворенням фізичних величин. За допомогою подібних систем створюються різні засоби виявлення й розпізнавання об'єктів. В основі засобів виявлення використовується сейсмічний принцип, суть якого – аналіз сейсмічних збурень ґрунту, викликаних рухом земної кори. Виявлення сейсмічної активності здійснюється за допомогою сейсмічних станцій, які потребують постійного джерела струму і часто розміщуються у важкодоступних місцях. Тому актуальними є дослідження можливості застосування термоелектричних генераторів для забезпечення надійної роботи сейсмологічних станцій – ґрунтових термоелектричних генераторів (ГТЕГ), створених в Інституті термоелектрики [1].

Широкі можливості застосування ГТЕГ зумовлені насамперед тим, що сучасні сейсмодатчики мають низький рівень енергоспоживання, сумісний із потужністю, яку виробляє ГТЕГ. Ще однією перевагою ГТЕГ є його максимальна наближеність до споживача, адже він може бути встановлений у ґрунт у будь-якому необхідному місці. Повна автономність, екологічна чистота, ресурс роботи 25-30 років суттєво розширюють сферу можливих застосувань ГТЕГ.

У наш час широкого використовуються мікросхеми, що здійснюють обробку сигналу з перетворенням фізичних величин. Сейсмодатчики з такими мікросхемами відрізняються мініатюрним виконанням, малими рівнями енергоспоживання, роботою в режимі очікування. Наприклад, сейсмодатчики серій СД і СДГ споживають усього 0,4 мА за напруги 5 В. Точковий вібродатчик серії ВД споживає всього 0,11 мА за напруги 5 В.

В Інституті термоелектрики було розроблено сейсмодатчик на основі мікросхеми Arduino UNO та підключеного до неї датчика вібрацій (рис.1).



*Рис.1. Сейсмодатчик на основі мікросхеми Arduino UNO*

Такий сейсмодатчик у режимі очікування споживає 3,5 В та 5 В в активному режимі при струмі величиною всього в 0,15 мА. Для забезпечення такого режиму роботи сейсмодатчика необхідна система акумулювання електроенергії, що генерується ГТЕГ, або застосування ГТЕГ разом із фотоелектричною панеллю, що збільшуватиме генерацію електричної потужності в денний час.

Отже, застосування ГТЕГ для забезпечення живлення сейсмодатчиків є перспективним. Доцільним є дослідження із застосуванням для живлення сейсмодатчиків комбінованого із ГТЕГ і фотоелектричної панелі джерел живлення.

#### **Список літератури**

1. Анатычук. Л.И. Микитюк П.Д. Термогенераторы, использующие тепловые процессы в почвах //Термоэлектричество. - № 3. – 2003. – С. 91-100.



**Іван Крулик**  
**Андрій Мушак**

Науковий керівник – асист. Мотрич А.В.

### **Азимутально-інваріантна стокс-поляриметрія мікроскопічних зображень біологічних шарів**

Вимірювання параметрів вектора Стокса є статистичними за своєю природою і застосовуються на визначенні змін інтенсивності, а також оптико-геометричної структури анізотропної складової біологічних тканин у площині зображення біологічних тканин. Це здійснюється шляхом обертання поляризатора – аналізатора, де за допомогою цифрової камери вимірюють параметри вектора Стокса зображень оптико-геометричної структури архітектонічної сітки сполучної і м'язової біологічних тканин. Недоліком є відсутність кількісної оцінки розподілів величини параметрів вектора Стокса.

Для вимірювання азимутально-інваріантних координатних розподілів параметрів вектора Стокса використовують низькокогерентний напівпровідниковий лазерний діод із довжиною хвилі 0,405 мкм. Формують паралельний право циркулярно-поляризований лазерний пучок, за допомогою мікрооб'єктива, кутова апертура якого узгоджена із індикатрисою розсіяння лазерного пучка. Отримують зображення оптико-анізотропного шару в площині цифрової світлочутливої камери, що налічує  $m \times n = 800 \text{ pix} \times 600 \text{ pix}$ , кожний з яких володіє просторовою роздільною здатністю  $2 \mu\text{m}$ . Вимірюють шість координатних розподілів інтенсивності лазерного зображення оптико-анізотропного шару шляхом використання шести паралельних каналів поляризаційного аналізу (“ $0^\circ$ ”, “ $90^\circ$ ”, “ $45^\circ$ ”, “ $135^\circ$ ” “права циркуляція” і “ліва циркуляція”). Обчислюють значення параметрів вектора Стокса, які вичерпно повно характеризують координатний розподіл параметрів поляризації мікроскопічного зображення оптико-анізотропного біологічного шару.

У результаті право-циркулярно-поляризованого ( $\otimes$ ) зондування і поляризаційного аналізу визначалися параметри вектора Стокса зображення анізотропного шару  $\{V_{i=1;2;3;4}^{\otimes}\}$  за наступним алгоритмом:

$$\begin{cases} V_1^{\otimes} = I(0^{\circ}) + I(90^{\circ}); \\ V_2^{\otimes} = I(0^{\circ}) - I(90^{\circ}); \\ V_3^{\otimes} = I(45^{\circ}) - I(135^{\circ}); \\ V_4^{\otimes} = I(\otimes) - I(\oplus). \end{cases} \quad (1)$$

Індекси  $q = 1; 2; 3; 4$  відповідають станам поляризації освітлюючого пучка: 1 –  $0^{\circ}$ ; 2 –  $90^{\circ}$ ; 3 –  $+45^{\circ}$ ; 4 –  $\otimes$  (права циркуляція).

Результат зображений у вигляді азимутально-інваріантного координатного розподілу параметрів вектора Стокса зображення гістологічного шару м'язової тканини (рис. 1).

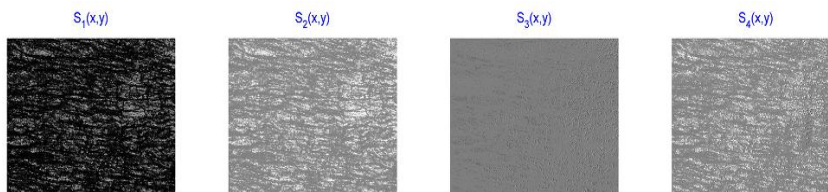


Рис. 1. Зображення координатного розподілу параметрів вектора Стокса гістологічного шару м'язової тканини

Зміна середньої величини розподілів параметрів вектора Стокса не перевищує 3%-5%.

#### Список літератури:

1. Ушенко О. Г. Лазерна поляриметрия фазово-неоднорідних об'єктів і середовищ / Ушенко Олександр Григорович. – Чернівці.: Медакадемія, 2000. – 251с.
2. Angelsky O.V., Pishak V.P., Ushenko A.G. and Ushenko Yu.A., Statistical and fractal structure of biological tissue Mueller matrix images in Optical correlation techniques and applications / ed. by O. Angelsky, SPIE Press: Bellingham, 213-266, 2007.

### Момент імпульсу квазімонохроматичного гауссового пучка

Величина моменту імпульсу пучка або деякої області поля повинна бути пов'язана з когерентними характеристиками. Для прикладу, у граничному випадку для абсолютно деполаризованої хвилі спіновий момент дорівнює нулю [1].

Спінові потоки та спіновий момент імпульсу пов'язані з когерентними характеристиками хвилі. Це зумовлено тим фактом, що різні спектральні компоненти роблять різний внесок у результуючий момент імпульсу поля.

Така ситуація обов'язково виникає, якщо аналізоване поле додатково пропустити через циркулярний поляризатор (поляризатор та чвертьхвильову пластинку). Якщо товщина пластинки підібрана так, що спектральна компонента з частотою  $\bar{\nu}$  стає циркулярно поляризованою після неї, тоді для гауссового пучка в якого частоти спектра розподілені за нормальним законом, декартові компоненти хвилі, нормованої за інтенсивністю до одиниці, можуть бути подані у вигляді:

$$\begin{cases} E_x = \frac{1}{\sqrt{2\pi^{3/2}\sigma^2\sigma_\nu}} \exp\left\{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right\} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left\{-\frac{(\nu-\bar{\nu})^2}{2\sigma_\nu^2}\right\} \times \exp\{j[\Phi_{0\nu} - 2\pi\nu t]\} d\nu \\ E_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi^{3/2}\sigma^2\sigma_\nu}} \exp\left\{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right\} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left\{-\frac{(\nu-\bar{\nu})^2}{2\sigma_\nu^2}\right\} \times \exp\{j[\Phi_{0\nu} - 2\pi\nu t + \Delta_\nu]\} d\nu \end{cases}$$

де  $\sigma$  – «просторова» ширина пучка;  $\sigma_\nu$  – «спектральна» ширина пучка, яка визначається ефективною шириною спектрального інтервалу  $\Delta\nu$ ;  $\Phi_{0\nu}$  – стала фаза, яка асоціюється з кожною спектральною компонентою;  $\Delta_\nu$  – фазовий зсув між ортогональними компонентами, який вноситься чвертьхвильовою пластинкою і може бути визначений як:

$$\Delta_\nu = \frac{\pi}{2} \frac{\nu}{\bar{\nu}}$$

Для такого пучка компоненти вектора Пойнтінга (оскільки фаза кожної спектральної компоненти практично стала) записуються

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{P}_x \approx \frac{1}{16\pi\bar{\omega}} \frac{\partial s_3}{\partial y} \\ \bar{P}_y \approx -\frac{1}{16\pi\bar{\omega}} \frac{\partial s_3}{\partial x} \\ \bar{P}_z \approx \frac{c}{8\pi} s_0 \end{array} \right.$$

Іншими словами, поперечні потоки та момент імпульсу залежать лише від 4-го параметра Стокса. Як показано у [2], результуючі елементи матриці когерентності є простою сумою парціальних елементів, які відповідають різним частотам. Завдяки цьому 4-й параметр Стокса можна подати у вигляді

$$s_3 = j(J_{yx} - J_{xy}) = -\frac{1}{\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{x^2 + y^2}{\sigma^2}\right\} \exp\left(-\frac{\pi^2\sigma_v^2}{16\bar{v}^2}\right).$$

Тоді поперечні компоненти вектора Пойнтінга запишуться співвідношеннями

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{P}_x \approx -\frac{1}{16\pi^2\bar{\omega}\sigma^4} \exp\left(-\frac{\pi^2\sigma_v^2}{16\bar{v}^2}\right) \exp\left\{-\frac{x^2 + y^2}{\sigma^2}\right\} y \\ \bar{P}_y \approx \frac{1}{16\pi^2\bar{\omega}\sigma^4} \exp\left(-\frac{\pi^2\sigma_v^2}{16\bar{v}^2}\right) \exp\left\{-\frac{x^2 + y^2}{\sigma^2}\right\} x \end{array} \right.$$

Звідки видно, що поперечні компоненти вектора Пойнтінга з точністю до фактора

$$\alpha = \exp\left(-\frac{\pi^2\sigma_v^2}{16\bar{v}^2}\right) \leq 1$$

подібні до компонент монохроматичного гауссового пучка [3].

Як наслідок, повздовжня складова густини моменту імпульсу, сам момент імпульсу поля відрізняються від когерентного випадку на цей фактор. Величина цього фактора визначається спектральною шириною та головною частотою пучка. Цей фактор вказує, наскільки зменшується величина моменту імпульсу порівняно з когерентним випадком.

#### Список літератури:

1. Борн М. Основы оптики./ Борн М., Вольф Э. Пер. с англ. – М.: Наука. – 1973. – 719 с.
2. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть II. Случайные поля./ Рытов С.М., Кравцов Ю.А, Татарский В.И. – М.: Наука. – 1978. – 463 с..
3. Mokhun I. Experimental analysis of the Poynting vector characteristics /, Arkhelyuk A., Galushko Yu., Kharytonova K., Viktorovskaya Ju. // Applied Optics, Vol. 51, No. 10, pp. C158-C162, 2012.

**Петро Кудряшов**  
**Владислав Ніколаєв**  
Науковий керівник – проф. Ушенко О.Г.

### **Мюллер-матрична диференціація лінійного та циркулярного двопротенезаломлення біологічних шарів**

Вимірювання координатних розподілів елементів матриці Мюллера фазово–неоднорідних шарів біологічних об’єктів дозволяє проводити диференціацію полікристалічної структури.

Вимірювання матриць Мюллера є статистичними за своєю природою і базуються на визначенні змін інтенсивності у далекій зоні дифракції ортогональних компонент поляризованого випромінювання розсіяного оптично–неоднорідними шарами. Недоліком є відсутність даних про координатний розподіл статистичних параметрів оптико–геометричної структури архітектонічної сітки.

Мюллер-матрична диференціація лінійного та циркулярного двопротенезаломлення біологічних шарів, здійснюється шляхом оцінювання змін інтенсивності ортогональних поляризаційних складових лазерного випромінювання. Для цього обчислюють два азимутально-інваріантні Мюллер–матричних зображення, які вичерпно характеризують координатний розподіл лінійного і циркулярного двопротенезаломлення досліджуваного шару.

Азимутально-незалежними є наступні матричні елементи:

$$\begin{cases} f_{11}(\Theta) = \text{const}; f_{14}(\Theta) = \text{const}; \\ f_{44}(\Theta) = \text{const}; f_{44}(\Theta) = \text{const}; \\ [f_{22} + f_{33}](\Theta) \equiv \Sigma f_{22;33}(\Theta) = \text{const}; \\ [f_{23} - f_{32}](\Theta) \equiv \Delta f_{23;32}(\Theta) = \text{const}. \end{cases} \quad (1)$$

Із (1) можемо одержати розподіли Мюллер-матричних інваріантів:

$$\begin{cases} f_{44}; \Delta f = \frac{\Delta f_{23;32}}{\Sigma f_{22;33}}. \end{cases} \quad (2)$$

Елементи матриці Мюллера для об’єкта дослідження записуються так:

$$f_{22} = 0,5(S_2^0 - S_2^{90}); \quad (3)$$

$$f_{23} = S_2^{45} - f_{21};$$

$$f_{32} = 0,5(S_3^0 - S_3^{90}); \quad (4)$$

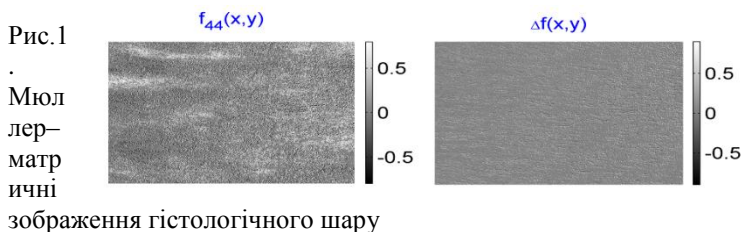
$$f_{33} = S_3^{45} - f_{31};$$

$$f_{44} = S_4^{\otimes} - f_{41}. \quad (5)$$

Параметри вектора Стокса зображення анізотропного шару  $\{S_{i=1;2;3;4}\}$  визначалися за наступними алгоритмами:

$$\begin{cases} S_1^{q=1;2;3;4} = I(0^{\circ}) + I(90^{\circ}); \\ S_2^{q=1;2;3;4} = I(0^{\circ}) - I(90^{\circ}); \\ S_3^{q=1;2;3;4} = I(45^{\circ}) - I(135^{\circ}); \\ S_4^{q=1;2;3;4} = I(\otimes) - I(\oplus). \end{cases} \quad (6)$$

Відповідно до алгоритмів (1) – (6) визначені Мюллер-матричні зображення  $f_{44}$  (ліва частина) і  $\Delta f$  (права частина) для гістологічного шару м'язової тканини(рис.1).



### Список літератури:

1. Ушенко О. Г. Лазерна поляриметрія фазово-неоднорідних об'єктів і середовищ / Ушенко О. Г. – Чернівці.: Медакадемія, 2000. – 251с.
2. Ushenko A. Mueller-matrixes tomography of phase inhomogeneous layers / A. Ushenko, I. Misevich, A. Karachevtsev, Yu. Tomka, V.T. Bachinsky // Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and nanotechnologies, Constsnta, Romania, 26 – 29 August, 2010 : Proceedings SPIE. – Vol. 7821. – P.782111.

### **Задача Юнга та її застосування**

На сьогоднішній день по всьому світу з мобільними мережами працюють мільйони комп'ютерів, телефонів, планшетів та інших побутових приладів. Проблема забезпечення величезної кількості приладів якісним, швидким, стабільним та недорогим зв'язком стоїть практично на першому місці. Важливу роль у розв'язанні цієї проблеми відіграє задача оптимального, у певному розумінні, розміщення приймально-передавальних станцій – вузлів мобільної мережі.

У даній роботі зроблена спроба пристосувати до розв'язання таких задач добре відомий спосіб побудови охоплюючого кола точкової сукупності на площині мінімального діаметра [1;2;3]. Побудовано алгоритм, розроблено програму та здійснено тестування результатів її роботи.

Наступним кроком стало узагальнення класичної задачі Юнга – зроблено спробу здійснити поділ точкової сукупності на підмножини так, щоб діаметри охоплюючих кіл задовольняли певним обмеженням – наприклад, не перевищували заданого числа або ж перекривалися певним чином. Розроблено алгоритм розв'язування цієї задачі, створено програму та перевірено її працездатність.

Опишемо деякі структури даних, які використовує розроблена програма та її функції, які вона виконує:

1. Уведення координат точок сукупності – нанесення на площину в графічному режимі або імпорт координат із файла.
2. Редагування координат точок – можливість динамічно змінювати розташування та параметри вузлів мережі.
3. Вибір параметрів для побудови охоплюючих кола або кіл – задання опорних точок, принципів розміщення кіл, зазначення їх кількості.

4. Візуалізація побудованих охоплюючих кіл (тут використовується теорема Юнга).

5. Виведення результатів обчислень на екран та збереження їх в окремому файлі.

У ході виконання роботи було показано, що алгоритм побудови охоплюючих кіл точкової сукупності на площині може складатися з одного або двох етапів:

– побудови охоплюючого кола за всіма можливими комбінаціями двох точок (відстань між якими є його діаметром);

– побудови охоплюючого кола за всіма можливими комбінаціями трьох точок (як діаметр описаного навколо трикутника кола).

Зауважимо, що у просторі до цих етапів слід додати ще один.

Таким чином, у результаті проведених досліджень розроблено алгоритми та їх програмна реалізація для розв'язання задачі Юнга на площині із різними критеріями оптимальності. У користувача є вся необхідна інформація для проектування нових та налагодження вже існуючих мереж мобільного зв'язку.

Щодо перспективи продовження досліджень значимою необхідністю розв'язання такого роду задач на поверхнях із заданим рельєфом (картах), урахування присутності перешкод природного та штучного характеру. Окремо виділимо розповсюдження досліджень на тривимірний простір – задача полягає в побудові сфери мінімального діаметра, яка охоплює задану точкову сукупність.

#### **Список літератури**

1. Числа и фигуры. Опыты математического мышления. Выпуск 10. [Електронний ресурс] URL:

<https://books.google.com.ua/books?id=edsNAwAAQBAJ>

2. Радемахер Г., Теплиц О. Числа и фигуры. – М: Наука, 1966. – 263 с.

3. Описанная окружность [Електронний ресурс] URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)



### **Інтернет-радіоприймач на ESP8266**

Масова комунікація значною мірою опосередковує функціонування сучасної символічної культури, певним чином її диференціюючи, повідомляючи їй особливі принципи та зразки взаємодії значень та знаків, цінностей та символів, припускаючи існування досить різних за складом текстів, які знаходяться між собою в досить заплутаних відносинах паралельного існування. Але mass-media є невід'ємним чинником сучасного людського існування взагалі та культури зокрема. Масова комунікація не тільки увійшла у людське суспільство, зайнявши досить значне місце в структурі культури, але й призвела до того шляху розвитку суспільства, який відбувається і сьогодні.

У різних суспільних систем різних і набір засобів, каналів і методів духовного впливу на свідомість особи. Будь-яке суспільство створює відповідні організації, служби і центри. З'являються спеціальні канали, по яких ціннісні установки можуть бути донесені до широкого кола реципієнтів. Вибір їх залежить від мети, спрямованості та суті суспільного виховання. Але найбільш оперативним, дохідливим і дійовим каналом формування громадської думки (як фундаменту духовного впливу на свідомість мас) є система засобів масової інформації - преса, телебачення, радіо, нові види аудіовізуальних комунікацій тощо.

Нами розроблена конструкція інтернет-радіоприймача на базі ESP8266 без додаткового цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Формування звуку здійснюється внаслідок широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Функціональна схема радіоприймача (рис. 1) складається з чотирьох модулів: M1 – модуль ESP8266; M2 – модуль живлення; M3 – модуль реле; M4 – модуль підсилювача. Резистори R1 – R4 та конденсатори C1, C2 утворюють фільтри НЧ для перетворення сигналу ШІМ у звуковий сигнал. Модуль M3 призначений для додаткової комутації інших пристроїв згідно з розкладом, записаним у

пам'ять модуля ESP8266. Такими пристроями можуть бути підсилювачі потужності, додаткове освітлення, подача дзвінків для навчальній аудиторій тощо. Оскільки радіоприймач має з'єднання з мережею WiFi, то синхронізація часу відбувається автоматично.

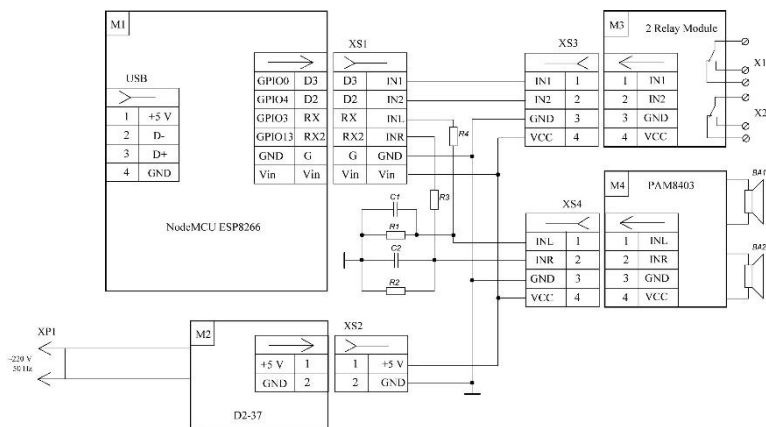


Рис. 1. Функціональна схема інтернет-радіоприймача

При першому ввімкненні після пришивання модуля ESP8266 приймач запускається в режимі точки доступу з іменем «ESPradio», мережа відкрита без пароля.

Після під'єднання до мережі «ESPradio» автоматично відкривається сторінка конфігурації приймача. Якщо сторінка автоматично не відкрилася, необхідно відкрити браузер і в адресному рядку набрати 192.168.4.1, відкриється веб-інтерфейс для налагодження приймача. У конфігурації можна налагодити список радіостанцій, під'єднання до мережі WiFi, розклад додаткових комутацій. Після натискання кнопки «Зберегти» введені дані зберігаються, радіоприймач виходить з точки доступу «ESPradio» і здійснюється мовлення.

#### Список літератури

1. <https://www.pinterest.com/pin/408420259942948683/>.
2. <https://community.alexgyver.ru/threads/wifi-internet-radio-za-3.628/>.

**Іван Куриш**

Науковий керівник – доц. Шпатар П.М.

## **Система локалізації в приміщенні на основі модулів BLUETOOTH**

У середовищі розумного будинку знання позиції людей можуть забезпечити багато нових застосувань. Наприклад, місцезнаходження визначає, яку діяльність у даний час здійснює людина, і таким чином система вирішує, як забезпечити комфортні умови, щоб підтримати цю діяльність. Окрім програми розумного будинку, існують різні підходи для застосування навігації в магазинах [1] або для спрощення керування пристроями [2]. Детектори руху зазвичай використовуються в розумному будинку для перемикання світла в кімнаті. Однак вони не мають повного покриття приміщення і можуть виявляти лише рухи. Система локалізації дозволяє продовжувати розпізнавати людей, які сидять нерухомо, та утримувати світло у відповідній кімнаті. Протягом дня обидва мешканці хочуть слухати різну музику, поки вони одні в кімнаті. Якщо змінити кімнату, музика може перейти у відповідну кімнату. Якщо обоє людей зустрічаються, музику можна зупинити. Позиція може бути використана для висновку про діяльність. Тому можна розрізнити, чи стоїть людина біля плити, готує їжу і, таким чином, потребує яскравого освітлення або вже їсть і віддає перевагу непрямому освітленню. Залежно від ситуації може бути активовано інший освітлювальний прилад. Також можна буде автоматично вимкнути телефонні дзвінки та дверний дзвінок, коли мешканець спить, або лише направляти сповіщення до приміщень, де знаходяться люди в активному стані. BLE - це технологія цієї системи, оскільки багато засобів для носіння вже оснащені Bluetooth. Тому спеціальна апаратура, яку користувач повинен мати із собою, не є необхідною.

Структура системи зображена на рис.1. Система складається з сервера (D) та кількох сканерів BLE (B). Програмне забезпечення для локалізації виконується на сервері та розміщується інтерфейс користувача (E). Сканери отримують всі рекламні пакети BLE від маяків (A) і передають їх на сервер

через маршрутизатор (С). Дані обробляються на сервері і обчислюється позиція.

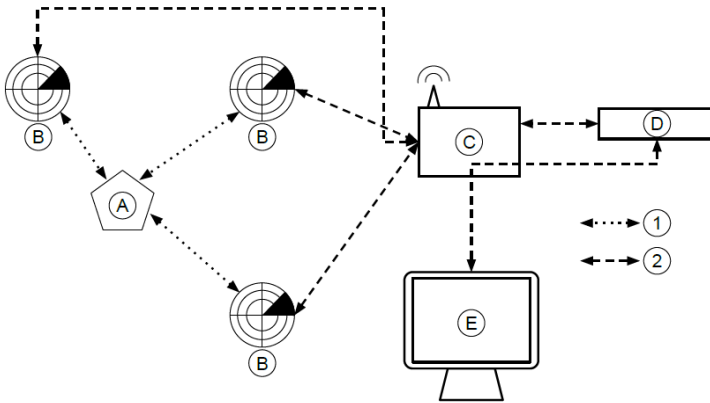


Рис. 1. Структура системи

Сканери під'єднуються до сервера через WLAN або Ethernet (рис. 1, тип 2). Фактичного зв'язку між маяками та сканерами немає, оцінюється лише сила сигналу рекламних пакетів (рис. 1, тип 1). Сканер спілкується з сервером через UDP. Пакети UDP зазвичай втрачаються через перевантаження окремих компонентів у мережі. Оскільки внутрішня система позиціонування працює лише у локальній мережі, а обсяг даних невеликий, великих втрат не очікується. Служби MDNS та DNS використовуються для того, щоб окремі сканери знаходили сервер, на якому працює програмне забезпечення для локалізації. Сервер отримує IP-адресу через протокол конфігурації динамічного хоста (DHCP) і може бути знайдений сканерами без додаткової конфігурації користувачем.

#### Список літератури

1. Philips Indoor Positioning System. <http://www.lighting.philips.com/main/systems/themes/led-based-indoor-positioning.html>. – 2016.
2. Hospital Navigation - Indoor Navigation for healthcare facilities. <https://indoo.rs/industries/healthcare/>. – 2017.

## **Реалізація двошарової нейронної мережі способом непідконтрольного навчання**

**Нейронна мережа** – послідовність нейронів з'єднаних між собою. Нейронні мережі використовують для: розпізнавання об'єктів, класифікації їх за параметрами, передбачення та інших.

**Нейрон** – обчислювальна одиниця, яка отримує інформацію, проводить над нею прості обчислення і передає її далі.

Нейронні мережі складаються із наступних компонентів:

- вхідний шар;
- довільна кількість прихованих шарів;
- набір ваг і зміщень між кожним шаром;
- функції активації для кожного прихованого шару.

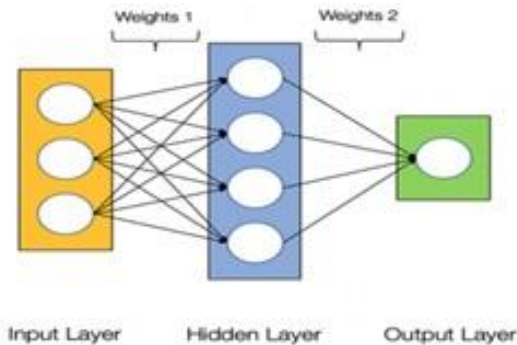


Рис. 1. Архітектура двошарової нейронної мережі

Правильні значення ваг і зміщень визначають точність мережі. Процес налаштування ваг і зміщень називається навчання нейронної мережі.

Навчання складається із двох етапів: обчислення результату, який називається прямим поширенням і оновлення ваг, який називається зворотнім поширенням.

Функція активації - залежність вихідного сигналу штучного нейрона від вхідного. Зазвичай передавальна функція відображає дійсні числа на інтервал  $(-1,1)$  або  $(0,1)$ .

Більшість видів нейронних мереж для функції активації використовують сигмоїди. Метод зворотного поширення помилки вимагає, щоб функція активації була неперервною, нелінійною, монотонно зростаючою і диференційованою.

Основною перевагою нейронних мереж над звичайними алгоритмами є можливість навчання. На сьогодні відомо три парадигми навчання нейронних мереж, в основу яких покладено особливості машинного навчання: - навчання з вчителем (supervised learning); - навчання без вчителя (unsupervised); - навчання з підкріпленням.

Навчання без вчителя (unsupervised), яке ще відоме під назвою невідконтрольного навчання, є одним із способів машинного навчання, при вирішенні яких випробовується система спонтанно навчається виконувати поставлене завдання, без втручання з боку експериментатора. Як правило, це підходить тільки для задач, в яких відомий опис множини об'єктів (навчальна вибірка), і необхідно виявити внутрішні взаємозв'язки, залежності, закономірності, що існують між об'єктами.

### Список літератури

1. Neurohive [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані – Режим доступу: <https://neurohive.io> (дата звернення – 25.02.2020).
2. A. Baraldi and E. Alpaydin, “Constructive feedforward ART clustering networks—Part I and II,” IEEE Trans. Neural Netw., vol. 13, no. 3, pp. 645–677, May 2002.
3. "UCI Machine Learning Repository: Connectionist Bench (Sonar, Mines vs. Rocks) Data Set." UCI Machine Learning Repository: Connectionist Bench (Sonar, Mines vs. Rocks) Data Set. N.p., n.d. Web. 07 Nov. 2015.

### **Програма та пристрій для калібрування напівпровідникових сенсорів температури**

Сучасні сенсори температури володіють досить високою чутливістю  $k_T$  ( $\approx 10$  мВ/°С), проте для значень  $k_T$  є характерним значний розкид параметрів [1], що призводить до систематичних похибок при вимірюванні температури об'єктів. Тому в даній роботі для підвищення точності вимірювання температури запропоновано виконувати калібрування сенсорів температури шляхом порівняння їх показів з даними високоточного цифрового термометра. Зчитування сигналів сенсора температури в комп'ютер виконано за допомогою пристрою Arduino UNO.

Як напівпровідниковий сенсор температури використано стабілітрон із нормованим температурним коефіцієнтом напруги, а саме термосенсор LM335M. Напруга живлення на термосенсор подається через резистор відповідно до схеми ввімкнення стабілітрона (рис. 1).

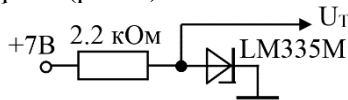


Рис.1. Схема ввімкнення термосенсора LM335M

Чутливість термосенсора  $k_T$  ще називається температурним коефіцієнтом напруги. Допустимі температури сенсора знаходяться в діапазоні від -40°С до 100°С, при цьому нульова вихідна напруга відповідає температурі абсолютного нуля 0°К (-273°С), а температурі 100°С (373°К) відповідає напруга 3,73 В. Тобто напруга на термосенсорі:

$$U_T = k_T \cdot T, \quad (1)$$

де  $T$  – абсолютна температура, К.

Зчитування напруги  $U_T$  з виходу термосенсора виконується через один з аналогових входів А0-А5 пристрою Arduino UNO, тобто можливе одночасне під'єднання 6-ти сенсорів [2]. В Arduino UNO аналогова напруга  $U_T$  подається на 10-розрядний АЦП (з опорною напругою  $U_0 = 5$  В) і перетворюється в

цифровий код  $D_p$ , який зчитується в комп'ютер через USB-порт. Абсолютна температура сенсора  $T$  визначалася згідно з (1) через зчитане значення напруги  $U_T$ , відповідно температура сенсора в градусах Цельсія

$$T_C = T - 273.15. \quad (2)$$

З метою підвищення точності вимірів значення температури зчитувалися з сенсора  $Q$  разів (наприклад,  $Q = 20$ ), а результат вимірів  $T_{CQ}$  визначався як середнє значення серії  $T_C(i)$ , де  $i = 1, \dots, Q$ . Оскільки середнє значення температури  $T_{CQ}$  можна розглядати як середнє арифметичне  $Q$  однаково розподілених взаємно незалежних випадкових величин, тому в результаті усереднення систематична похибка вимірювання температури зменшується у  $\sqrt{Q}$  разів. У результаті порівняння температури  $T_{CQ}$  (отриманої за допомогою термосенсора) з температурою  $T_E$  (отриманою за допомогою еталонного термометра) для термосенсора обчислено уточнене значення його температурного коефіцієнта  $k_T$ .

Програмне забезпечення для калібрування сенсорів температури розроблено в інтегрованому середовищі розробки Arduino на мові програмування Processing, зв'язок комп'ютера з пристроєм Arduino на програмному рівні виконано через віртуальний COM-порт.

У результаті виконання роботи розроблено пристрій та програму для калібрування напівпровідникових сенсорів температури. Апаратні засоби складаються з пристрою Arduino UNO і під'єднаних термосенсорів LM335M. Програма для уточнення температурного коефіцієнта термосенсорів розроблена на мові програмування Processing. Завдяки розробленим засобам можливо уточнювати температурний коефіцієнт сенсорів і зменшувати систематичну похибку вимірювання температури.

#### Список літератури :

1. Поліщук Є.С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин. Підручник для вищих навч. закл. / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, Б.І. Стадник. – Л. : Бескид Біт, 2008. – 615 с.

2. Arduino. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.arduino.cc>.

**Євгеній Лезун**



Науковий керівник – доц. Маник О.М.

## Теоретичні розрахунки моделей хімічного зв'язку $\text{V}_2\text{Te}_3$

Прогнозування фізико-хімічних властивостей матеріалів на основі вісмуту й телуру шляхом теоретичного аналізу їх електронної будови є актуальним завданням термоелектричного матеріалознавства. Необхідність проведення комплексних досліджень викликана тим, що різні феноменологічні підходи ґрунтуються на пристосуванні певної інтерпретаційної моделі до результатів експериментальних досліджень і не дозволяють поєднати численні емпіричні залежності з метою пошуку технологічних режимів одержання матеріалів із прогнозованими властивостями.

Було поставлено завдання: на основі квантово-механічного й квантово-статистичного підходів розробити комплексний метод розрахунку параметрів електронної будови досліджуваних матеріалів із метою подальшого застосування результатів при розв'язанні технологічних завдань.

Використання НГО для вивчення взаємодії в сполуках, що відрізняються за стехіометрією, структурою, типом хімічного зв'язку та фізико-хімічними властивостями, дозволяє розв'язати задачу прогнозування в матеріалознавстві. Стало можливим описати залежність енергії зв'язку НГО від міжатомних відстаней і електронних конфігурацій взаємодіючих атомів одним загальним виразом:

$$D_{A-B}^{(i)} = \frac{C_1(R_{uA}^0 + R_{uB}^0)}{(tg\alpha_A + tg\alpha_B)} \left( \frac{C_2 d_i}{d_i^2 - R_{uA}^{(i)} R_{uB}^{(i)}} - \frac{1}{d_i} \right),$$

де  $R_{uA}^0$ ,  $d_i$ ,  $tg\alpha_{A,B}$  – коефіцієнти;  $C_1$  – коефіцієнт, що відображає взаємозв'язок розмірних та енергетичних характеристик і має розмірність енергії (eV);  $C_2$  – відображає тип кристалічної структури та кількісний взаємозв'язок між коефіцієнтами  $tg\alpha_{Bi}$ ,  $tg\alpha_{Te}$  та величинами  $(R_{uBi}/R_{uTe})$  [2].

Для розв'язання задач поліморфних перетворень, фазових переходів, умов термічної обробки одержуваних матеріалів наведено залежності енергій дисоціації від атомних енергетичних характеристик (відображених у коефіцієнті  $C_1$ ,

рис. 1) і параметрів чисел подібності (відображених у коефіцієнті  $C_2$ , рис. 2).

Аналіз цих залежностей показав, що наведені результати можуть бути використані для розробки технологічних режимів отримання нових матеріалів системи *Bi-Te* з прогнозованим набором властивостей. Отримані результати узгоджуються з наведеними в [1] результатами досліджень діаграм стану стабільної та метастабільної рівноваги, уточнюють можливості фазових переходів та поліморфних перетворень при формуванні фізико-хімічних властивостей отримуваних матеріалів.

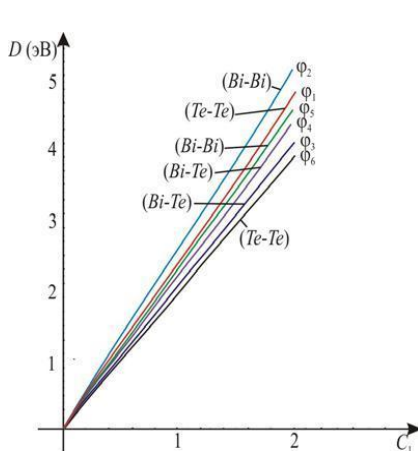


Рис. 1. Залежність енергії дисоціації НГО від атомних енергетичних характеристик  $C_1$

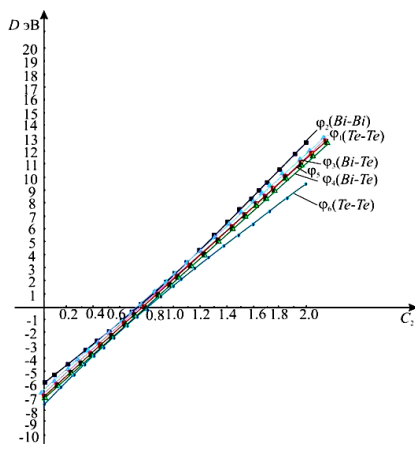


Рис. 2. Залежність енергії дисоціації НГО від параметрів чисел подібності  $C_2$

### Список літератури

1. Гольцман Б. М. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе  $Bi_2Te_3$  / Б. М. Гольцман, В. А. Кудинов, И. А. Смирнов. – М.: Наука, 1972. – 320 с.
2. Маник О. Н. Особенности электронного строения гибридных орбиталей и межатомного взаимодействия в кристаллах антимонида кадмия. / О. Н. Маник, Т. О. Маник, В. Р. Билинский-Слотыло. // Термоэлектричество. – 2016. – №5. – С. 63–71.

**Олександр Лисюк**

Науковий керівник – проф. Раранський М.Д.  
**Про моделювання пластичної деформації в  
ауксетиках**

Добре відомо, що ауксетики – матеріали із значною нелінійністю механічних властивостей, викликають все більший інтерес як науковців, так і практиків через їх унікальні властивості [1,2]. На практиці використовують як природні [1], так і штучно створені матеріали (ауксетичні піни, фононні ауксетики тощо) [2]. При моделюванні процесів у ауксетиках обох типів розглядають в основному область пружних деформацій і не враховують можливості їх експлуатації при значних напруженнях, що наближаються до межі міцності матеріалу [3]. Не зважаючи на значний практичний інтерес, моделей, які б описували поведінку ауксетиків при таких напругах, обмаль [4]. Так, Ціамбелла (Ciambella) та Саккоманді Saccomandi (2014) змоделивали залежність коефіцієнта Пуассона  $\nu$  від ступеню відносної деформації розтягу, що дозволило їм пояснити експериментальні результати, отримані при пластичній деформації ауксетичних піл, інверсією знаку  $\nu$  при наростанні деформації розтягу і трансформацією ауксетичної комірки [4]. Однак ця модель розроблена для ауксетичних піл і не враховує реальні процеси, які протікають у інших матеріалах при пластичних деформаціях, і пов'язані із зародженням, рухом і взаємодією дефектів, що робить її застосування обмеженим.

У даній роботі, яка є продовженням попередніх досліджень, вивчався характер зміни полів деформації поблизу дислокацій в кристалах при зміні  $\nu$ , деформації, які виникають при цьому у кристалах, та енергію взаємодії дислокаційних сегментів (ЕВДС) при переході від ауксетичних до звичайних фаз.

Показано, що

- Зміна знаку коефіцієнтів  $\nu$  з від'ємного на додатний не збігається зі зміною характеру полів напружень навколо дислокацій. Остання розпочинається лише при  $\nu > 0,2$ , а принципово іншою стає при  $\nu \geq 0,5$  (рис.1).

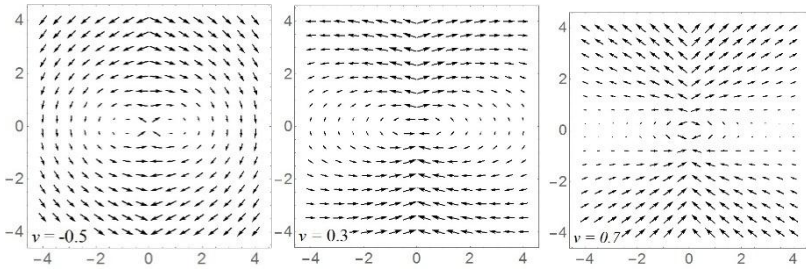


Рис.1. Векторні поля напруг поблизу крайової дислокацій в індії при зміні коефіцієнта Пуассона з від'ємного на додатний

- Наростання зовнішніх напружень розтягу при всіх температурах приводить до інверсії знаку деформації для тих напрямків у кристалі, значення  $\nu$  яких  $\geq 0,5$ .

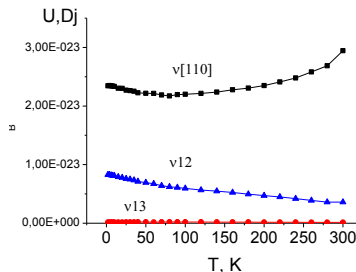


Рис.2. Температурні залежності ЕВДС для різних  $\nu$  в індії

- Енергія пружної взаємодії між дислокаційними перегинами залежить від величини коефіцієнта  $\nu$  і зазнає інверсії також при  $\nu \geq 0,5$  (Рис.2).

#### Список літератури:

1. М. Раранський, В. Балазюк, М. Гунько. Явище ауксетичності в твердих тілах. Чернівці: Друк Арт, 2016. – С.116 – 121.
2. Luca D'Alessandro, Valentina Zega, Raffaele Ardito, Alberto Corigliano. 3D auxetic single material periodic structure with ultra-wide tunable bandgap/ [www.nature.com/scientificreport](http://www.nature.com/scientificreport)
3. X. Cheng, C. Liu, V. V. Silberschmidt, "Numerical Analysis of Thermo-mechanical Behavior of Indium Micro-Joint at Cryogenic Temperatures". *Computational Materials Science*. 2012.– 52 (1): 274 – 81.
4. Teik-Cheng Lim. Auxetic Materials and Structures/ Engineering Materials : Springer 2015.– 587 p.

### **Термоелектричні джерела живлення одноразової дії**

Створення малогабаритних ефективних джерел живлення для спеціальних високонадійних пристроїв, що повинні мати великий ресурс роботи, здатність витримувати досить жорсткі експлуатаційні умови, є актуальним завданням.

У даний час функціонування згаданих пристроїв в основному забезпечується хімічними джерелами живлення, які джерела мають ряд характерних недоліків: малий ресурс роботи, великий саморозряд, необхідність регулярної заміни або перезаряджання, необхідність утилізації, тощо.

Альтернативним варіантом розв'язання завдання зі створення автономних екологічно чистих джерел струму є використання перспективних термоелектричних джерел живлення (ТЕДЖ), здатних витримувати гранично високі експлуатаційні навантаження. Такі ТЕДЖ характеризуються високою надійністю, ресурсом роботи, що у 2-3 рази перевищує ресурс роботи хімічних джерел живлення і можуть ефективно працювати з різними джерелами тепла. ТЕДЖ не потребують для свого функціонування додаткових джерел живлення, легко інтегруються в електронну схему споживача, практично не чутливі до електромагнітного випромінювання, володіють високою надійністю, стійкістю до механічних і кліматичних впливів, високою радіаційною стійкістю. Можуть експлуатуватися в широкому температурному діапазоні (від – 60 °С до +300 °С), можуть тривалий час зберігатися без суттєвої зміни параметрів, під час зберігання не потребують обслуговування та регламентних перевірок. Такі ТЕДЖ характеризуються компактністю, невеликою вагою та відносною дешевизною.

Значний досвід у створенні ТЕДЖ з піротехнічними джерелами тепла має Інститут термоелектрики НАН та МОН України, де проводяться комп'ютерні дослідження ТЕБ для ТЕДЖ.

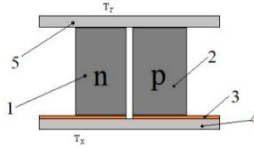


Рис 1. Фізична модель структурного елемента ТЕБ. 1, 2 – вітки термоелемента n- і p-типів провідності; 3 -мідні комутаційні пластини; 4 - нижня керамічна пластина; 5 - верхня керамічна пластина

Таблиця 1. Параметри термоелемента

$\Delta T, ^\circ C$	$U, B$	$P, Bt$	$\eta, \%$
200	0,035	0,1	5,8
250	0,045	0,16	6,7
300	0,05	0,18	6,9

З таких структурних термоелементів були виготовленні ТЕБ для ТЕДЖ (рис.2).

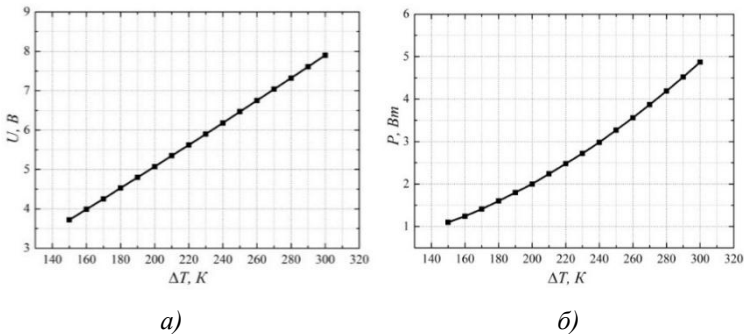


Рис 2. Залежність електричної напруги  $U(a)$  і потужності  $P(b)$  макетного зразка ТЕДЖ від робочого градієнта температури  $\Delta T$

Отже, ТЕДЖ із піротехнічним джерелом тепла найкраще відповідають вимогам, що висуваються до джерел живлення одноразової дії.

### Список літератури

- 1.Анатычук Л.И., Микитюк П.Д. Проектирование кольцевой термобатареи для источника тока одноразового действия // Термоелектричество, 2019. - № 3.
2. Кільцева термоелектрична батарея. Реєстраційний номер заявки u2019 08682. Дата подачі заявки 18.07.2019.

### **Бездротове управління ПІД-регулятором при технологічних процесах мікроелектроніки**

Технологічні процеси отримання монокристалів напівпровідників, напівпровідникових структур, мікроелектронних приладів і систем завжди вимагають дотримання певних статичних та динамічних температурних режимів. Для цього використовують електронні пристрої управління, зокрема і на основі мікропроцесорних систем. Для забезпечення динамічно змінних температурних режимів у реальному часовому масштабі в таких системах використовують ПІД-регулятори [1]. ПІД - регулятором називається пристрій, що застосовується у ланках управління, оснащених зворотним зв'язком. Дані регулятори використовують для формування сигналів управління систем контролю температурних режимів, в яких необхідно виконати вимоги до точності перехідних процесів. Керуючий сигнал ПІД-регулятора виходить у результаті додавання трьох складових: перша - пропорційна величині сигналу неузгодженості, друга - інтегралу сигналу неузгодженості, третя - його похідної. Пропорційна складова виробляє вихідний сигнал, який протидіє відхиленню регульованої величини від заданого значення, що спостерігається в даний момент часу. Він тим більше, чим більше це відхилення. Якщо вхідний сигнал дорівнює заданому значенню, то вихідний дорівнює нулю. Інтегральна складова пропорційна інтегралу від відхилення регульованої величини. Її використовують для усунення статичної помилки. Вона дозволяє регулятору згодом врахувати статичну помилку. Диференціальна складова пропорційна темпу зміни відхилення нерегульованої величини і призначена для протидії відхилень від цільового значення, які прогножуються в майбутньому. Відхилення можуть бути викликані зовнішніми збуреннями або запізненням впливу регулятора на систему.

Ми представляємо розроблений та виготовлений пристрій для бездротового керування ПІД-регулятором, який

використовується для контролю температури при вирощуванні напівпровідникових монокристалів методом зонної плавки. Даний пристрій був виготовлений з використанням промислового ПІД-регулятора ТРМ 251. У ньому за допомогою ноутбука через систему на кристалі ESP8266 із модулем Wi-Fi можливо задавати алгоритми зміни температурних режимів у зонах технологічних процесів установок отримання кристалів, структур, приладів і пристроїв мікросистемної техніки. Причому для кожних етапів окремо можна задавати часові інтервали з різною швидкістю зміни температури. Це є суттєвою перевагою такого алгоритму, оскільки він дозволяє поліпшити структуру отриманих шарів.



Рис. 1. Блок-схема пристрою з ПІД-регулятором

Блок-схема керування технологічним процесом із використанням мережі Wi-Fi [2] зображено на рисунку 1. На ноутбуці формується відповідний масив даних для ПІД-регулятора, який містить усю необхідну інформацію, яка потрібна для створення відповідної конфігурації на установці, що керує технологічним процесом. Також на ноутбуці відображається вся необхідна інформація про перетікання процесу в технологічній установці, що створює механізм ефективного контролю та підвищує якість вихідної продукції. Бездротовий зв'язок дозволяє керувати пристроями задіяних у технологічних процесах у небезпечних і важкодоступних приміщеннях, підвищуючи безпеку обслуговуючого персоналу.

#### Список літератури

1. Денисенко В. ПІД-регулятори: принципи построения и модификации/В. Денисенко //Современные технологи автоматизации. –2006.–№1
2. Пролетарский А. В. Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi -2017



**Степан Ломпас, Владислав Маєр**  
Науковий керівник – проф. О.А.Парфенюк

**Рівноважні властивості CdTe:Sn,Ge,  
отриманого різними способами**

Телурид кадмію володіє унікальним набором параметрів і характеристик, що дозволяє створювати на його основі високоефективні прилади та пристрої. З усіх сполук  $A^2B^6$  лише CdTe можна відносно просто отримати n- чи p-типу провідності зміною умов вирощування чи легуванням та отримувати кристали з питомим опором у широкому діапазоні значень.

Метою роботи є вивчення компенсуючої і стабілізуючої дії елементів IV групи (Sn, Ge) у монокристалічному телуриді кадмію, отриманому методом Бріджмена (група А) та з розчину – розплаву у телурі (група В). Експериментальні дослідження полягали у вимірюванні температурних (Т) залежностей електропровідності ( $\sigma$ ) і коефіцієнта Холла ( $R_H$ ) в інтервалі  $295K \leq T \leq 430K$  як вихідних кристалів, так і відпалених при різних Т (900K – 1170K) і тисках пари Cd. Концентрації легуючих домішок у рідкій фазі ( $C_{Sn,Ge}^0$ ) були такими:  $C_{Sn}^0 \approx (1 - 4) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ;  $C_{Ge}^0 \approx (2 - 8) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ .

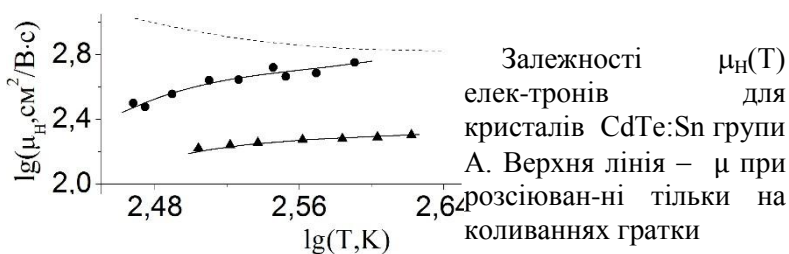
*Група А.* Деякі експериментально визначені параметри кристалів CdTe:Ge і CdTe:Sn при Т=300K наведені у таблиці.

$N_{дом}^0$ , $\text{см}^{-3}$	До- мішка	Тип пров.	Питомий опір $\rho$ , Ом·см	Енергія активації рівня, eV	Рухливість $\mu_H$ , $\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$
$2,2 \cdot 10^{18}$	Ge	p	$1,31 \cdot 10^9$	0.60	51
$5,4 \cdot 10^{18}$	Ge	p	$4,01 \cdot 10^9$	0.64	64
$7,6 \cdot 10^{18}$	Ge	n	$4,06 \cdot 10^9$	0.76	744
$3,2 \cdot 10^{18}$	Sn	n	$1,07 \cdot 10^8$	0.62; 0.87	318
$1,5 \cdot 10^{18}$	Sn	n	$1,1 \cdot 10^{10}$	0,7; 0,82	186
$3,5 \cdot 10^{18}$	Sn	n	$1,5 \cdot 10^{10}$	0,84	407

Порівнюючи параметри кристалів CdTe:Ge і CdTe:Sn, бачимо, що обидва типи легуючих домішок приводять до

сильної компенсації кристалів CdTe і утворення напівізолюючого матеріалу. Всі кристали легованого Sn телуриду кадмію були електронного типу провідності, а зразки CdTe:Ge могли бути як р-типу (чисто домішкова провідність через робочий рівень  $E_v + (0,60-0,64)eV$ , так і n-типу при власній провідності. Для більшості зразків CdTe:Sn і CdTe:Ge  $\mu_n$  електронів і дірок помітно менша від максимально можливої і не залежить від T в інтервалі досліджень або трохи зростає при нагріванні (див рис.). Це вказує на існування у зразках крупномасштабного потенціального рельєфу [1].

Група В. З вимірювань встановлено, що і при низькотемпературному методі вирощування CdTe:Sn,Ge утворюється напівізолюючий матеріал, параметри якого близькі до



параметрів кристалів групи А, тобто отриманих при вищих T.

Результати, отримані на відпалених кристалах CdTe:Sn,Ge груп А і В, вказують на високу термостійкість таких напівпровідників. Деякі зміни можливі лише у приповерхневих шарах відпалених зразків.

Можна вважати, що при отриманні з рідкої фази CdTe, легованого домішками Ge і Sn, незалежно від концентрації та типу фонових домішок, завжди утворюються дефекти, які забезпечують високоомність і високу термостабільність напівпровідника.

#### Список літератури:

1. Шейнкман М.К., Шик А.Я. Долговременная релаксация и остаточная проводимость в полупроводниках // ФТП. – 1976. – Т10, №2. – С.209–233.

## **Фішинг, та методи протидії**

Фішинг (англ. Phishing від fishing «рибна ловля, видобування») - вид інтернет-шахрайства, метою якого є отримання доступу до конфіденційних даних користувачів - логінів і паролів. Це досягається шляхом проведення масових розсилок електронних листів від імені популярних брендів, а також особистих повідомлень всередині різних сервісів, наприклад, від імені банків або всередині соціальних мереж. У листі часто міститься пряме посилання на сайт, який зовні відрізнити від справжнього проблематично, або на сайт з перенаправленням. Після того як користувач потрапляє на сторінку-пастку, шахраї намагаються різними психологічними прийомами спонукати користувача ввести на сторінку-пастку свої логін і пароль. Скориставшись нами шахраї отримують для доступу до того чи іншого сайту. В кінцевому результаті це дозволяє шахраям отримати доступ до акаунтів і банківських рахунків.

Особливістю фішингу як методу хакінгу, є те, що в його основі лежать не пошук вразливостей у кодї програми, а соціальна інженерія, яка використовує незнання користувачів основ мережевої безпеки [1].

Більшість методів фішингу зводиться до того, щоб замаскувати підроблені посилання на фішингові сайти під посилання справжніх організацій. Адреси з помилками або субдомени часто використовуються шахраями.

Деякі фішери використовують JavaScript для зміни адресного рядка. Це досягається або шляхом розміщення малюнку з підробленим URL (Uniform Resource Locator) поверх адресного рядка або закриттям справжньою адресного рядка і відкриттям нової з підробленим URL.[4]

Існують різні методи для боротьби з фішингом, включаючи законодавчі заходи і спеціальні технології, створені для захисту від фішингу.

Один з методів боротьби з фішингом полягає в тому, щоб навчити людей розрізняти фішинг і боротися з ним. Люди можуть знизити загрозу фішингу, трохи змінивши свою поведінку.[2] Так, у відповідь на лист з проханням «підтвердження» облікового запису (або будь-який інший звичайної проханням фішерів) фахівці радять зв'язатися з компанією, від імені якої відправлено повідомлення, для перевірки його справжності.

Іншим напрямком боротьби з фішингом є створення списку фішингових сайтів і подальша зв'язка з ним. Подібна система існує в браузерях Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari і Opera. Firefox використовує антифішинговий систему Google. Opera використовує чорні списки PhishTank і GeoTrust і списки винятків GeoTrust.[3]

Спеціалізовані спам-фільтри можуть зменшити число фішингових електронних повідомлень, одержуваних користувачами. Ця методика ґрунтується на машинному навчанні та обробці природної мови при аналізі фішингових листів. Це будуть і чорні списки IP (RBL), і детектування масових розсилок (DCC), і лінгвістичний аналіз, і методи звірення зі зразками. [5]

### Список літератури

1. Джордж Акрлоф. Фішинг. Хто і як маніпулює вашим вибором., 2017. 17 – 49 с.
2. Роберт Дж. Шиллер. Полювання на простака. Економіка маніпуляцій та обману. 2013. 25-37 с.
3. <https://securelist.ru/bor-ba-s-fishingom-i-moshennicheskimi-ra/801/>
4. <https://habr.com/ru/post/446962/>
5. <https://habr.com/ru/company/cisco/blog/465085/>

## **Створення веб-сайту та його просування**

*Описується платформа для створення веб-сайтів і веб-додатків та один з видів просування сайтів у мережі Інтернет*

Фреймворк .NET Core – це універсальна платформа розробки з відкритим кодом, яку підтримує корпорація Майкрософт. Дана платформа підтримується співтовариством на сайті GitHub.

Одним із найважливіших етапів після завантаження сайту в пошукову систему є його пошукова оптимізація.

**Просування сайту.** Просування сайту — комплекс дій для забезпечення високих позицій ресурсу в пошукових системах з метою підвищення відвідуваності сайту цільовою аудиторією.

Для збільшення відвідуваності сайту використовуються різні методи. Один з таких методів – лінкбїлдинг – (від англ. Link-посилання, building - будівництво) – спосіб посилального просування, при якому набирається безліч зовнішніх посилань для оптимізації ресурсу.

На даний момент існує два алгоритми просування ресурсу з допомогою посилань: білий та чорний лінкбїлдинг.

Білий лінкбїлдинг(White hat linkbuilding) – це використання стратегій, які додають цінності кінцевим користувачам, дотримуються умов надання послуг компанії Google (алгоритм Pinguine) і дають хороші результати, які можна підтримувати протягом тривалого часу.

Для отримання якісних посилань найбільше використовуються такі стратегії білого лінкбїлдингу:

1. Гостьові пости – стратегія базується на написанні якісного контенту з додаванням посилання на потрібний сайт та домовленістю з іншими сайтами (переважно з високим рівнем Domain Authority(DA)).

2. Стратегія синдикації контенту – це процес розміщення частини контенту на інших сторонніх сайтах, які його заново публікують через певний період часу для своєї аудиторії.

3. Метод лінкбїлдинга за допомогою пошуку бїтих посилань – це тактика Миколи Стоянова, яка базується на пошуку посилань, якї не працюють.

Чорний лінкбїлдинг(Black hat linkbuilding) – це використання лазївок на веб-сайтах, що дозволяють йому займати вищу позицію, нїж слїд, за допомогою «органїчних» засобів пошуку.

їснує безлїч чорних технологїй накопичення посилальної маси. До найбїльш примїтивних вїдноситься платне розмїщення на релевантних сайтах або в паблїк. До бїльш складних ї витратних методїв можна вїднести створення мережї блогїв:

1. Вїкупувуются домени тематичних онлайн журналїв їз простроченням по оплатї хостингу.

2. Починається наповнення унїкальним контентом.

3. У текстах проставляються посилання на сайти.

4. Ресурс отримує природну кїлькїсть посилань.

Лїнкбїлдинг допомагає збїльшувати кїлькїсть високоякїсних посилань, у свою чергу збїльшуючи їмовїрнїсть високого рейтингу веб-сайту в результатах пошукових систем.

Список лїтератури:

1. .NET Core guide [Електронний ресурс] Microsoft Documentation – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/uk-ua/dotnet/core/>. 25.01.2020

2. Black hat SEO linkbuilding techniques [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://seo-gold.com/black-hat-seo-link-building-techniques/> 25.01.2020.

3. The best white hat linkbuilding techniques and tools [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу <https://www.crazyegg.com/blog/guides/white-hat-link-building/> 25.01.2020.

4. WHITE HAT SEO:The Definitive Guide [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://backlinko.com/white-hat-seo>. 25.01.2020.

**Анастасія Мазур**

Науковий керівник – проф. Гудима Ю.В.

**Розвиток творчих здібностей учнів на уроках  
трудового навчання (технологій) під час навчання  
техніки вишивки**

Складно знайти вчителя, який не прагнув би сформувати в учнів не лише певні знання, уміння й навички, але й здатність самостійно вчитися, здобувати знання і на їх основі розв'язувати творчі завдання, які ставить життя.

Питання розвитку творчих компетентностей стало нині настільки актуальним, що його можна віднести до проблеми століття. Сьогодні продуктивно, повноцінно та щасливо може вибудувати власне життя лише творчо розвинена особистість.

Шкільна освіта постійно рухається вперед, і тепер її головним завданням є виявлення творчих здібностей дітей і створення умов для їх розвитку. Тому перед учителем стоїть завдання пошуку засобів і способів розвитку творчості у школярів, зацікавлення їх у навчанні. Збільшення кількості нетрадиційних форм уроків (урок-презентація, захист творчих проєктів, урок-конкурс, урок-квест тощо) підвищує в учнів активність, цікавість до запропонованого матеріалу, стимулює їх розумову та творчу діяльність [1].

Головною умовою розвитку творчого потенціалу учнів на уроках трудового навчання є насичення основного матеріалу спеціальними знаннями, що розширюють світогляд, формують світосприйняття та пробуджують уяву. Один із способів зацікавити школярів у творчості – навчити створенню красивих речей, надавши дитині можливість відчутти себе автором.

Метою роботи є розробка серії творчих уроків для ознайомлення із асортиментом українських вишитих виробів та навчання учнів основних технік вишивання.

Ознайомлення учнів з декоративно-ужитковим мистецтвом виховуватиме в учнів повагу до української стародавньої культури, сприятиме розвитку естетичних смаків, формуванню навичок культури праці, розвиватиме шанобливе ставлення до традицій. Такі заняття сформулюють уявлення про традиційні українські орнаменти, характерні різним регіонам України, навчать основ створення кожного з них, що дозволить розвинути дитячу фантазію та уяву, поліпшить дрібну моторику

рук та окомір школярів; розширить їх світогляд. Під час уроків школярі ознайомляться з особливостями композиції художньої вишивки, які складаються з елементів геометричного, рослинного, тваринного походження, навчатися таких технік вишивання, як гладь, хрестик, мережки, виколування, рушниковий шов тощо.

Учні навчатися естетично оформлювати свою працю, враховуючи кольорові поєднання вишивки – контрастні чи тональні, але обов'язково гармонійні між собою та загальним колоритом предмета, на якому зроблено вишивку.

Під час виконання техніки вишивання кожному виробу необхідно надати практичне значення: він має стати виставковим експонатом, аксесуаром, подарунком до свята чи декоративним елементом, тоді навчання основ вишивки виховуватиме в школярів любов до праці, терпіння і акуратність.

У творчій атмосфері завжди народжуються нові ідеї, задуми, виникає дух співпраці, який у свою чергу спонукає до творчості. Кожен розроблений урок – дослідження, під час якого діти вчать аналізувати, міркувати, відстоювати свою точку зору. Учні зможуть створити оригінальні роботи, розробити власні схеми вишивок, використовуючи свої ідеї та підбираючи кольорові композиції за власним смаком. Такі заняття виявляють творчий потенціал учнів, навчають образного мислення, формують інтерес до рукоділля, мистецтва вишивання, створюють умови для розвитку цікавої, креативної особистості.

Отже, розроблені вправи та завдання творчих уроків навчать школярів створювати традиційні та власні орнаменти, ознайомлять з різними техніками вишивання, навчать культури праці, творчого підходу до розв'язання поставлених завдань, підготують учнів до майбутньої трудової діяльності.

Отримані знання та набуті навички учні зможуть застосовувати у вільний час, розвиваючи свою творчість та втілюючи неповторні ідеї у мистецтві вишиванок.

### **Список літератури**

1. Розвиток творчої компетентності школярів - актуальне соціальне замовлення [Електронний ресурс] – режим доступу: [http://ru.osvita.ua/school/lessons\\_summary/edu\\_technology/15954/](http://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/15954/)

**Віталій Макаровський**



Науковий керівник – проф. О.Л. Маслянчук  
**Електричні характеристики контактів  
графіт/CdMnTe**

CdTe є основним матеріалом для детекторів X- і  $\gamma$ -променів, що працюють без криогенного охолодження і широко застосовуються в науці, техніці та інших галузях. Розроблена технологія вирощування кристалів CdTe з високим питомим опором  $\rho > 10^9$  Ом·см при 300 К для детекторів з омичними контактами. Проте темновий струм у цих детекторах при кімнатній температурі є занадто великим, що виключає високу роздільну здатність у спектрах X- і  $\gamma$ -променів. На початку 1990-х років для застосування в детекторах був запропонований твердий розчин  $Cd_{1-x}Zn_xTe$  з ширшою забороненою зоною і  $\rho > 10^{10}-10^{11}$  Ом·см ( $x = 0,1-0,2$ ). На жаль, надії на  $Cd_{1-x}Zn_xTe$  не були повністю виправдані. Пошук матеріалів для напівпровідникових детекторів для X- і  $\gamma$ -променів триває. Серед таких матеріалів інший твердий розчин  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  розглядається як перспективний матеріал для детекторів. При вирощуванні кристалів  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  явище сегрегації (серйозна проблема в технології  $Cd_{1-x}Zn_xTe$ ) проявляється набагато слабше. Крім того, необхідне розширення забороненої зони досягається при меншому вмісті Mn. У зв'язку з цим технологія вирощування однорідних кристалів  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  спрощується і стає дешевою.

Перші дослідження  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  як матеріалу для детекторів X- і  $\gamma$ -променів з омичними контактами були проведені наприкінці 1990-х років [1]. Встановлено і згодом підтверджено подальшими дослідженнями, що добуток рухливості  $\mu$  на час життя електронів  $\tau$  в кристалах  $Cd_{0,87}Mn_{0,13}Te$  близький до величини в кращих детекторах на основі CdTe ( $\sim 10^{-3}$  см<sup>2</sup>/В). Однак питомий опір кристалів  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  зазвичай не вищий за  $10^{10}$  Ом·см при кімнатних температурах, тобто зовсім мало перевищує питомий опір CdTe, а енергетична роздільна здатність у спектрах ізотопів є доволі низькою (наприклад 12,5% для ізотопу <sup>241</sup>Am).

Публікацій, присвяченим діодам на основі  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ , дуже мало. Упродовж останніх 15 років були досліджені діоди Шотткі на *плівках n-типу CdMnTe* і *тонкоплівкові*

*p-n*-гетероструктури із залученням CdMnTe, отримані методом молекулярно-променевої епітаксії [2-3]. Такі структури мало привабливі для застосування в детекторах через малу товщину плівок CdMnTe, адже для реєстрації високоенергетичних  $\gamma$ -квантів потрібні кристали Cd(Mn)Te товщиною 1-5 мм. Дослідження діодів Шоттки на основі кристалів *p*-CdMnTe представлені в роботі, опублікованій у 2008 році [4]. Електричні характеристики діодів у цій статті описані коротко і авторами зауважено, що для практичного застосування діодів Al/*p*-CdMnTe потрібні подальші дослідження.

Упродовж останніх років опубліковано ряд праць, в яких описані діоди Шоттки на основі різного типу напівпровідників, отриманих осадженням колоїдного графіту [5]. У даній роботі наведено результати дослідження діодів Шоттки такого типу, тобто з контактом графіт/*n*-CdMnTe. Діоди мають яскраво виражені випрямляючі властивості і малі зворотні струми. Показано, що вольт-амперні характеристики та їх температурні залежності аналітично описуються в рамках теорії генерації-рекомбінації в області просторового заряду, розробленої для кремнієвих *p-n*-переходів на основі статистики Шоклі-Ріда-Холла. Аналіз електричних характеристик досліджуваних діодів дозволяє зробити висновки, важливі з наукової та практичної точок зору.

#### Список літератури

1. Burger A, Chattopadhyay K, Chen H, Nday J O, Ma X, Trivedi S, Crystal growth, fabrication and evaluation of cadmium manganese telluride gamma ray detectors. J. Crystal Growth 198/199, 872-876 (1999).
2. Dreifus D L, Kolbas R M, Harper R L, Tassitino J R, Hwang S and Schetzina J F Diluted magnetic semiconductor ( $Cd_{1-x}Mn_xTe$ ) Schottky diodes and field-effect transistors. Appl. Phys. Lett. 53, 1279-81 (1988).
3. Yahia I S, Yakuphanoglu F, Chusnutdinow S, Wojtowicz T and Karczewski G Photovoltaic characterization of *n*-CdTe/*p*-CdMnTe/GaAs diluted magnetic diode. Current Applied Physics 13 537-543 (2013).
4. Zhang J, Jie W, Hao Y, Wang X Investigation on gold and aluminum contacts for  $Cd_{0.8}Mn_{0.2}Te$  crystals. Semicond. Sci. Techn. 23 075010 (2008).
5. Yatskiv R and Grym J Thermal stability study of semimetal graphite *n*-InP and *n*-GaN Schottky diodes Semicond. Sci. Technol. 28 055009 (2013).

**Денис Макотяк**

Науковий керівник – асист. Ткач О.О

## Вплив води на органічно-неорганічні гібридні перовскітні сонячні батареї

Органічно-неорганічні галогенідні перовскити (organic-inorganic halide perovskites - ОІНР) в останні роки привернули значну увагу як з боку наукових, так і промислових спільнот. Їх унікальні оптоелектронні властивості зробили їх винятковим класом матеріалів для різних застосувань, таких як світлодіоди (LED), фотодетектори, польові транзистори та сонячні батареї. Це нове сімейство матеріалів виявилось легке у виготовленні, має низьку вартість і переваги над промисловими матеріалами, в основі яких є GaAs та Si [1].

Завдяки оптимізації процесу виготовлення, зміні основних матеріалів, покращенню структури фотоелектричних пристроїв лише за останні 10 років ефективність роботи перовскітних сонячних батарей (PSCs) зросла з 3,9% до 25,2%. Це зробило PSCs однією з найбільш перспективних фотоелектричних технологій.

Продуктивність та стабільність органічно-неорганічних гібридних перовскітних сонячних батарей залежить від води та вологи у навколишньому середовищі. Як правило, вода негативно впливає на довгострокову стабільність та термін служби PSCs.

Але останніми роками з'явилося багато досліджень по виявленню сприятливого впливу води на перовскіти та PSCs, а саме поліпшення кристалічної структури та оптоелектронних властивостей цих матеріалів.

Встановлено, що додавання помірної кількості води (вміст контролювали на рівні 2% в об'ємному співвідношенні) в перовскітну основу може полегшити зародження і кристалізацію перовскітної плівки матеріалу, що призведе до кращої якості плівки перовскиту та підвищення продуктивності PSCs, за рахунок посилення процесу реконструкції поверхні. Однак після збільшення кількості води вони руйнуються.

Певна ступінь вологи сповільнює кінетичний процес росту кристалів за рахунок її впливу на розчинність компонентів і перенасичення перовскіту, що призводить до збільшення розмірів зерен, які в свою чергу блокують проникнення водяної пари у вологому середовищі та зменшує кількість дефектів.

Для отримання таких гідратних перовскітних плівок використовували двоступеневий метод термічного відпалу. Перший відпал (1-A) здійснювали при температурі від 40 до 100<sup>0</sup>С. Виявили, що відпал при температурі 60<sup>0</sup>С сприяє утворенню гідратного перовскіту, що призводить до реконструкції кристалів; друга стадія відпалу (2-A) призводить до посиленої кристалізації перовскіту, що підвищує ефективність роботи пристрою вище 20%.

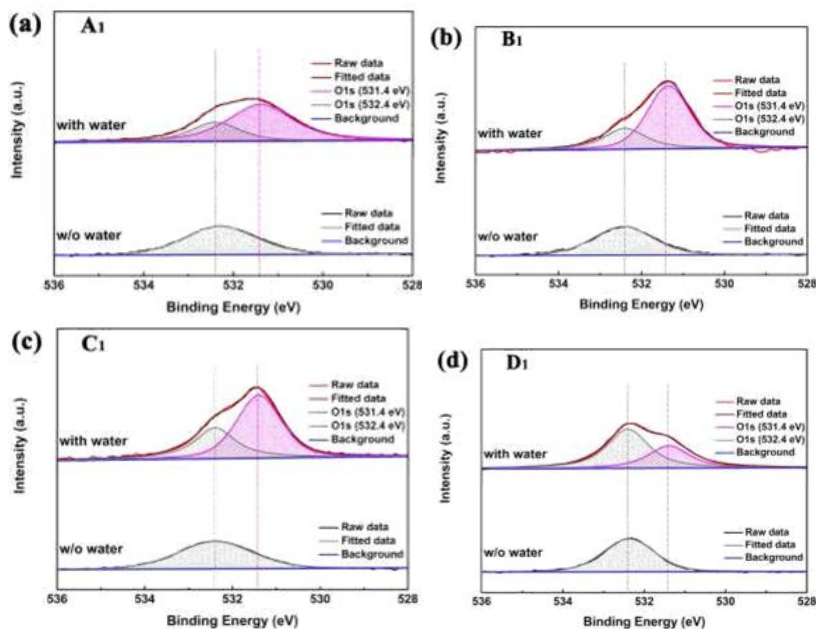


Рис1. XPS-спектри даних O 1s для зразків (a) A1, (b) B1, (c) C1 і (d) з водою та без води. (A1(40<sup>0</sup>С), B1(60<sup>0</sup>С), C1 (80<sup>0</sup>С), D1 (100<sup>0</sup>С)).

### Список літератури:

1. W. Zhang, J.Xiong, J.Li, Walid A. Daoud Impact of temperature dependent hydration water on ,perovskite solar cells.-
2. J. Huang, Sh. Tan, Peter D. Lund and H. Zhou Impact of H<sub>2</sub>O on organic-inorganic hybrid perovskite solar cells // Energy environ.Sci, 2017, 10.- 2284.

**Юрій Малиш, Василь Вишинський**  
Науковий керівник –в.о.проф. Політанський Р.Л.

## **Шифрування мовного сигналу методом додавання псевдо шумового сигналу**

В роботі приведені дослідження частот десяткових символів, які утворюють псевдовипадкові послідовності, що генеровані за найбільш поширеним дискретними хаотичним відображенням: логістичним (1). Розподіл частот визначався порозрядно.

Широко поширеними на сьогоднішній день методами досліджень псевдовипадкових послідовностей є стандартизовані тести, розроблені Американським Національним Інститутом стандартизації, які мають назву NIST STS (2) а також ряд споріднених із ними тестів. Проблема полягає у тому, що ці широко відомі тести призначені для тестування псевдовипадкових послідовностей, утворених двійковими цифрами. Разом із тим бурхливий розвиток криптографії, що пов'язаний із такими розділами математики як алгебра та теорія чисел, вимагає проведення досліджень пов'язаних із псевдовипадковими послідовностями, що генеровані десятковими числами.

Однією із найбільш відомих стандартних процедур, що входять до складу тестів NIST STS, є так званий частотний тест, що визначає кількісне співвідношення між двійковими цифрами із різними значеннями, які входять до складу псевдовипадкових послідовностей. Цьому тесту можливо співставити аналогічний тест на визначення частот входжень десяткових символів до складу псевдовипадкових послідовностей.

Дослідження частот входження різних десяткових символів у псевдовипадкову послідовність здійснювалося нами у середовищі розробки C++ із застосування максимально можливої точності, що може бути у ньому досягнута. Попередні дослідження, що було проведено нами, показали, що значення точності обчислень становить 324 десяткових знаки.

Питання визначення точності обчислень є вкрай важливим, адже застосування заокруглень може призвести до швидкого зацикловання усієї послідовності. Так на рисунках 1 а), 1 б) та 1 в) приведені результати досліджень властивостей псевдовипадкових послідовностей, генерованих за логістичним відображенням для трьох різних початкових значень та частина коду програми 1 г) , де

здійснюється заокруглення., що після деякого числа ітерацій призводять до однакового значення (рис.1).

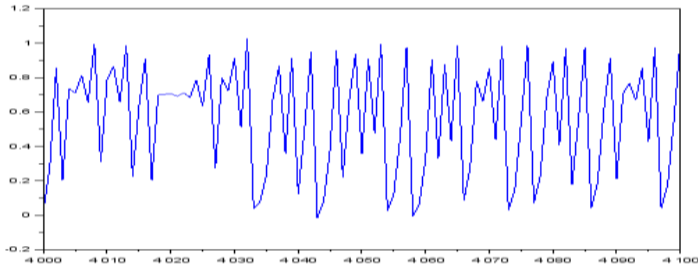


Рис.1. Часова залежність звукового сигналу замаскованого дискретними відліками псевдо-шумового сигналу

Нами було досліджено властивості ПВП для початкових значень із відрізка (0,1) та кроком зміни вказаного значення 0.05 для трьох початкових значень: 0.10; 0.51 та 0.90; частотний розподіл було проведено для усіх розрядів із 324 можливих. Співпадання отриманого розподілу із рівномірним було досліджено використанням статистичної функції  $\chi^2$ .

За результатами досліджень частотного розподілу для псевдовипадкових послідовностей, генерованих за логістичним відображенням, встановлено що розподіл є рівномірним для розрядів починаючи із 3-го, тоді як для перших двох розрядів значення функції  $\chi^2$  є близьким до нуля. Так для початкового числа 0,01 значення  $\chi^2$  становило  $0,48 \cdot 10^{-56}$  і 0,001 для першого та другого розрядів відповідно.

#### Список літератури

1. R. Politanskyi. Statistical estimation of pseudorandom number sequences / R. Politanskyi, L. Politanskyi, O. Hres, V. Lesinskyi // Modern problems of radio engineering, telecommunications, and computer science. Proceedings of the International Conference TCSET'2018. Lviv, Ukraine. – February, 2018. – p. 423.

2. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). Г. Корн, Т. Корн.

**Богдан Мартинюк, Микола Сочован**

Науковий керівник – доц. А.П. Саміла

### **Коефіцієнт шуму симетричного спінового детектора**

Більшість сучасних радіоспектрометрів застосовують імпульсну методику реєстрації резонансних сигналів, проте, незважаючи на це, метод автодинного детектування є досить актуальним для спостереження сигналів резонансного поглинання в техніці стаціонарної спектроскопії [1]. Це зумовлено простотою конструкції автодинних датчиків, високою чутливістю при скануванні в широкому діапазоні частот. Крім того, сучасні методи цифрової обробки сигналів дозволяють суттєво розширити можливості автодинних радіоспектрометрів.

Асиметричні схеми автодинних детекторів при відносній простоті конструкції мають ряд недоліків, одним з яких є їх чутливість до сторонніх електромагнітних перешкод та віброакустичних шумів. Особливо це відчутно при проведенні низькотемпературних досліджень. Тому для дослідження спектрів ЯКР доцільно використовувати схеми симетрично побудованих генераторів.

З метою оцінювання очікуваного значення коефіцієнта шуму симетричного автодину проведено аналіз внутрішніх джерел шумових напруг та струмів.

Якщо функцію спектральної густини безпосередніх шумів котушки позначити  $S_k(f_0)$ , то коефіцієнт шуму дорівнює  $K_u = S_i(f_m) / S_k(f_0)$ , де  $S_i(f_m)$  – повна спектральна густина вхідних шумів [2]. Коливальний контур симетричного автодину шунтується двотактним каскадом на польових транзисторах, включених у режимі «смісної триточки». Для розрахунку внеску джерел шумових напруг та струмів в  $S_i(f_m)$  польові транзистори розглянуто з погляду їх малосигнальних еквівалентних схем. Шумовий струм зумовлений кінцевим опором каналу транзистора  $|i_{uk}|^2$  та струм теплового шуму каналу, викликаний флуктуаціями заряду в збідненій області затвор-канал  $|i_{uz}|^2$ , частково корельовані [3]. Для визначення спектральних густин джерел шумових напруг враховано напругу дробового шуму з урахуванням ефекту стокового

детектування. Для симетричної схеми має місце кореляція шумових струмів та напруг окремих транзисторів [3].

У процесі проведеного аналізу отримано залежність коефіцієнта шуму симетричного автодинного датчика від амплітуди високочастотних коливань  $E$  і добротності контуру  $Q$  (рис. 1), та залежність сприйнятливості  $\chi''$  від частоти модуляції (рис. 2). Слід зазначити, що симетричні автодини дають певний вигравш у співвідношенні сигнал/шум порівняно з асиметричними одноканальними схемами. Це підтверджують результати проведених розрахунків. Так, наприклад, для транзисторів BF245C при несучій  $f_0=28$  МГц, модуляції  $f_M=100$  Гц,  $Q=200$  та  $E\approx 800$  мВ коефіцієнт шуму для симетричної схеми зменшився на 8,5%.

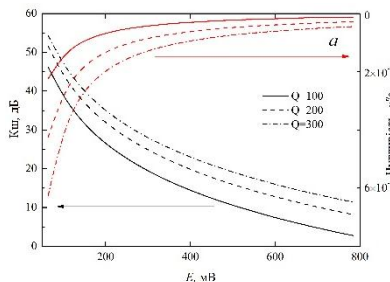


Рис. 1. Залежність коефіцієнта шуму і сприйнятливості від напруги ВЧ на контурі

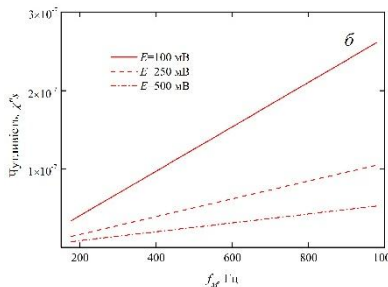


Рис. 2. Залежність сприйнятливості  $\chi''$  від частоти модуляції

### Список літератури

1. Makarov B., Ryzhov V. Advance of marginal oscillator // *Proceedings of XXII Russian Particle Accelerator Conference RuPAC-2010*. – Protvino, Russia. – 2010. – P.122-124.
2. Политанский Л. Ф., Хандожко В. А., Саміла А. П. Анализ шумовых и сигнальных характеристик автодинного спин-детектора. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут": збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ "ХПІ". 2012. № 68. С. 104–110.
3. Саміла А. П., Хандожко В. О. Коефіцієнт шуму симетричного спінового детектора. *Современные информационные и электронные технологии: Труды 12-й научно-практической конференции*, г. Одесса, 23-27 мая 2011 г. Одесса, 2011. С. 215.



### **Метод проєктів для розвитку творчих здібностей учнів на уроках трудового навчання**

Інтелектуальний та творчий розвиток учнів здійснюється шляхом оволодіння новими знаннями, уміннями, навичками під час індивідуальної та колективної роботи при вивченні різних дисциплін, а його ефективність залежить від методів і способів організації процесу навчання й виховання вчителем. Науково-технічний прогрес, який ми спостерігаємо зараз, є результатом технічної творчості фахівців різноманітних галузей виробництва, тому заохочення школярів до творчої діяльності на уроках трудового навчання є важливим педагогічним завданням.

Проектно-технологічний підхід на уроках трудового навчання інтегрує всі види сучасної людської діяльності – від створення творчого задуму до виготовлення нового готового продукту, а також за умов індивідуалізації трудового навчання забезпечує реалізацію особистісно-орієнтованого підходу до школярів [1].

Метою роботи є впровадження проектно-технологічного підходу на уроках трудового навчання для розвитку творчих здібностей учнів.

Проектно-технологічний підхід в освіті – обґрунтована спланована діяльність, спрямована на формування цілісної системи творчо-інтелектуальних і предметно-перетворюючих знань та вмінь розроблення конструкцій, виготовлення і реалізацію запланованих об'єктів.

Для проектно-технологічної діяльності характерна чітка структура: мета, мотиви, зміст, методи, засоби, предмет, етапи виконання та результат. Метою проектно-технологічної діяльності у школі є створення учнями ідеї та втілення її у навчальному творчому проєкті, що характеризується суб'єктивною чи об'єктивною новизною і має особистісне чи соціальне значення.

Проектна методика важлива для інтелектуального розвитку дітей, але першочерговим завданням учителя трудового навчання під час організації проектно-технологічної діяльності

на уроках є розвиток учнівської творчості та любові до праці шляхом поступового формування елементів технологічної культури, бажання генерувати власні ідеї, уміння самостійно формулювати думки, приймати рішення, аналізувати результати роботи, розв'язувати спільні завдання, користуючись своїми знаннями.

Під час роботи над проектами «Дизайн предметів інтер'єру», «Дизайн сучасного одягу», «Техніка декоративно-ужиткового мистецтва», «Кулінарія» на уроках трудового навчання комплекс завдань поступово ускладнюється, збільшується темп роботи, що створює в учнів відчуття успіху, заохочує до навчання, збільшує творчий потенціал.

Використання методу проектів дозволяє створити на уроках творчу атмосферу, де кожен залучений в активний пізнавальний процес співпраці, що допомагає сформувати у школярів високий рівень мотивації щодо розв'язання поставлених задач, спонукає їх до творчої діяльності, що проявляється допитливістю, умінням креативно розв'язувати нові завдання, розвитком загальних і спеціальних здібностей, прагненням здобувати й збагачувати свої знання.

Особливо важливими є організація вчителем координаційної роботи у вигляді поетапних обговорень проектів та презентація учнями результатів своєї роботи, тоді у процесі проектно-технологічної діяльності у школярів формуватимуться такі риси як працьовитість, самостійність, відповідальне ставлення до навчання і праці, прагнення до самоосвіти. В учнів розвиватиметься кмітливість, фантазія, з'являться естетичні ідеали і смаки, покращаться комунікативні здібності, а також самооцінка своїх можливостей.

Отже, застосування методу проектів дозволяє об'єднувати та реалізовувати у навчальному процесі творчі, дослідницькі, економічні та технологічні функції та завдання.

Проектно-технологічна діяльність на уроках трудового навчання вчить розмірковувати, аргументувати, сприяє формуванню та закріпленню в учнів навичок самостійної праці, дозволяє сформувати у школярів високий рівень мотивації до творчої діяльності.

#### **Список літератури**

1. Kolodziejcki M., Przybysz-Zaremba Project method in educational practice. University Review, Vol. 11, 2017, No. 4, p. 26-32

**Богдан Миндюк, Андрій Логойда, Сергій Боднарюк**

### **Варіометр на основі мікроконтролера Atmega 328**

Для сучасних дельтапланеристів, пілотів-любителів легкомоторної авіації варіометр став таким же важливим і невід'ємним пристроєм, як і для класичної авіації. Враховуючи особливості цих літальних апаратів (невеликі розміри, єдиний пілот-пасажир), цінуються пристрої, що здатні здійснювати звукове сповіщення, а також змінювати ідентифікуючий звук. Також у сучасних варіометрах прийнято реалізовувати можливість запису зміни основних параметрів польоту та циклічного оновлення останнього запису польоту.

Елементна база сучасної електроніки дозволяє виготовляти цифрові варіометри портативними, а ємність літєвих акумуляторів дозволяє експлуатувати такий вимірювальний пристрій протягом одного-двох десятків годин, чого більш ніж достатньо для польоту на сучасному дельтапланері.

Структурна схема розробленого пристрою зображена на рис. 1. Головним елементом у схемі є мікроконтролер Atmega 328, який здійснює керування роботою вузлів варіометра. Живлення пристрою здійснюється за допомогою вбудованого літій-іонного акумулятора, вихідна напруга якого перетворюється у два види напруг (3.3 та 5 В, за допомогою LD1117A5 та LD1117A33), необхідних для живлення різних вузлів пристрою. Передбачена також схема контролю заряду цього акумулятора. Цифровим бародатчиком у схемі є BMP085, що живиться напругою 5 В та під'єднується до мікроконтролера Atmega 328 за допомогою інтерфейсу I<sup>2</sup>C.

Звуковий динамік також живиться напругою 5 В і працює в парі з модулем microSD-карти, під'єднаними до Atmega 328 також по шині I<sup>2</sup>C.

Також у пристрої є три кнопки керування:

- SB1- для відтворення тестової звукової доріжки,

- SB2-3 - для переключення між даними трек-доріжками.

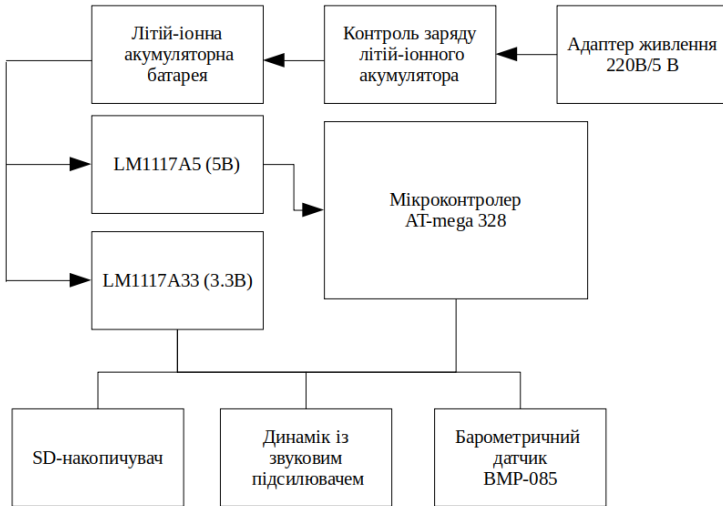


Рис. 1. Структурна схема варіометра

Програма для мікроконтролера розроблена на алгоритмічній мові C [1]. Крім того, розроблено протокол приймання та передачі інформації по Bluetooth на керуючий пристроєм гаджет (смартфон, планшет, нетбук чи лєптоп), що забезпечує можливість реалізації програмного забезпечення для зовнішнього керування розробленим електронним пристроєм.

### Список літератури

1. Шпак Ю.А. Программирование на языке C для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю. А. Шпак – [2-е изд.]. – К. : МК-Пресс, 2011. – 546 с.

## **Системи безпеки із перетворювачем коду RFID в ТМ**

RFID застосовується в ряді практичних застосувань у різних галузях промисловості, таких як поліпшення управління ланцюгами поставок, відстеження домашніх тварин, доступ до офісних будівель та прискорення збору плати за проїзд на дорогах. RFID використовується для автоматичної ідентифікації людей, предметів та тварин, використовуючи радіотехнічну технологію короткої дальності для передачі цифрової інформації між нерухомим місцем розташування (зчитувачем) та рухомим об'єктом (тегом) [1].

Розробка системи контролю доступу складається з ПО і ряду технічних засобів: контролерів, замків, зчитувачів, кнопок виходу, доводчиків, іноді - турнікетів і шлагбаумів, фіксаторів двері, гнучких проводів. Для ідентифікації відвідувачів використовуються індивідуальні картки, браслети або брелоки [2].

Розроблено прилад для перетворення протоколу RFID в ТМ, а також захисту від «чужих» ключів.

Актуальність відповідної розробки полягає в тому, що на сьогоднішній день системи безпеки розвиваються стрімко, при цьому, як правило, реалізується функція віддаленого управління доступом, таким чином виключаються негативні наслідки людського фактора, відпадає необхідність у наймі спеціального персоналу.

Схема пристрою перетворення протоколу RFID в ТМ складається з генератора високочастотних коливань 130 кГц (A1), амплітудного детектора (A2), мікроконтролера (D1) та котушки індуктивності (L1) (рис. 1).

Генератор генерує сигнал частотою 130 кГц, на такій частоті працює RFID-ключ. Коли підносимо ключ до котушки L1 високочастотні коливання наводяться в котушку ключа, де виробляється необхідна напруга живлення, і мікросхема ключа починає керувати активним опором своєї котушки

індуктивності, це призводить до того, що в котушці L1, згідно з кодом записаним у ключі, змінюється амплітуда генерованих коливань, модуляція здійснюється з допомогою манчестерського коду. Відповідно амплітудно-модульовані коливання детектуються амплітудним детектором A2.

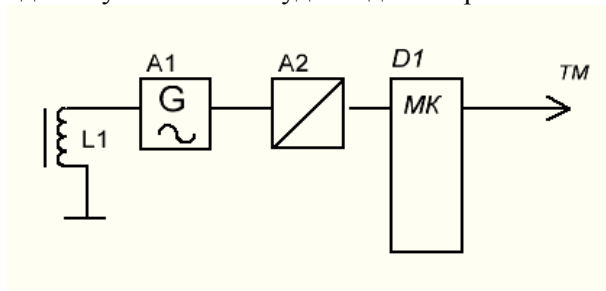


Рис.1. Схема електрична функціональна

Коли ключ надходить в електромагнітне поле, RFID-зчитувач він отримує сигнал з поля і починає передавати свої дані [3].

Мікроконтролер призначений для декодування коду ключа і передавання цього за протоколом ТМ.

Захист від «чужих ключів» здійснюється методом записування в перші 2 байти ключа власного ідентифікатора, оскільки в більшості системи запам'ятовують останні 3 байти. Для записування використовується програматор ключів, який у перші 2 байти записує характерний ідентифікатор нашої системи, а в інші 3 байти – основний ключ ключа.

### Список літератури

1. Коротовский О. RFID частоты, Внедрение RFID, Применение RFID [Електронний ресурс] / Олег Коротовский // Parsec. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.parsec.ru>.
2. Система контроля и управления доступом [Електронний ресурс] // Компания «СТРАЖ». – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://strazh-spb.ru/>.
3. MANCHESTER CODING BASICS [Електронний ресурс] // Atmel Corporation. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: [http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/Atmel-9164-Manchester-Coding-Basics\\_Application-Note.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/Atmel-9164-Manchester-Coding-Basics_Application-Note.pdf).

**Надія Мицканюк**

Науковий керівник – доц. Горський П.В.

**Температурні залежності термоелектричних характеристик перехідного шару термоелектричний матеріал – метал з урахуванням явища перколяції та без нього**

Ефективність термоелектричних модулів за їх достатньо великих розмірів в основному визначається добротністю термоелектричних матеріалів гілок термоелементів. Однак зі зменшенням розміру термоелектричних гілок у напрямку градієнта температури ця ефективність починає дедалі істотніше залежати від електричних та теплових контактних опорів ТЕМ–метал. Ці опори повинні бути істотно меншими за опори власне термоелектричних гілок [1,2]. Ця обставина обмежує мініатюризацію термоелектричних перетворювачів енергії.

На електричний опір перехідного шару впливають його склад і структура, які залежать від технології виготовлення контакту ТЕМ – метал. Структуру перехідного шару зумовлюють два основні фізичні процеси. Це взаємна дифузія атомів (молекул) контактуючих матеріалів та їх хімічна взаємодія [3]. Традиційно нанесення антидифузійних шарів нікелю на поверхню термоелектричного матеріалу здійснюється шляхом гальванічного покриття. Як зазначено в [3-5], за умов такої технології структура перехідного шару характеризується відсутністю будь-яких хімічних сполук атомів металу з атомами (молекулами) напівпровідника. У цьому випадку основним фактором, яким визначаються електричні властивості перехідного шару, вважається ефект легування металом напівпровідника внаслідок взаємної дифузії [3], яка відбувається в умовах робочих режимів термоелементів. При цьому слід зазначити, що перехідний шар відрізняється від об'ємного термоелектричного матеріалу неоднорідним просторовим розподілом домішкових атомів металу, що призводить до зміни електропровідності перехідного шару.

Розрахунковим шляхом як без, так і з урахуванням теорії протікання отримано температурні залежності електричного та теплового контактних опорів, термоерс, фактору потужності та термоелектричної добротності перехідних контактних шарів телурид вісмуту – нікель у припущенні, що розсіювання носіїв заряду у напівпровіднику і металі відбувається на деформаційному потенціалі акустичних фононів, теплопровідність металу визначається електронним газом, а ґраткова теплопровідність напівпровідника – розсіюванням фононів одного на одному з перекиданням. При цьому вважалось, що нікель не утворює нових фаз із телуридом вісмуту.

Показано, що як за нерівномірного так і за рівномірного розподілу атомів металу в перехідному шарі електричний та тепловий контактні опори, термоерс та безрозмірна термоелектрична ефективність перехідного шару є зростаючими функціями температури та інтенсивності надходження атомів металу в перехідний шар під час створення контакту.

#### Список літератури

1. Анатичук Л.И. Термоэлектричество. Т. 2. Термоэлектрические преобразователи энергии. Киев; Черновцы: Институт термоэлектричества, 2003.
2. Aswal D.K., Basu R., Singh A. Key issues in development of thermoelectric power generators: high figure-of-merit materials and their highly conducting interfaces with metallic interconnects, *Energy Convers. Manag.* 114 (2016) 50-67.
3. Anatychuk L.I. Contact resistance between metal and thermoelectric material / L.I. Anatychuk, V.K. Dugaev, V.I. Litvinov, V.L. Volkov // *Journal of Thermoelectricity.* – 1994. – № 1. – P.70-77.
4. Астахов М.В., Бублик В.Т., Каратаев В.В. и др. Влияние процесса никелирования на структуру и адгезионные свойства поверхностных слоёв термоэлектрического материала (ТЭМ) на основе халькогенидов Bi и Sb // *Термоэлектрики и их применение.* Санкт-Петербург, 2004. – С. 243 – 248.
5. Бублик В.Т., Воронин А.И., Пономарев В.Ф., Табачкова Н.Ю. Изменение структуры приконтактной области термоэлектрических материалов на основе теллурида висмута при повышенных температурах // *Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники.* – 2012. – №2. – С.17-20.



**Максим Мороз**  
Науковий керівник – асист. І.Д. Лісовенко

**Організація MPI-кластера на базі комп'ютерного класу**

Сучасне життя диктує свої вимоги до обчислювальних систем (ОбчС)[1]: вони повинні бути масштабованими, потужними і здатними до розв'язку великих та надвеликих задач. Але, такі ОбчС надвисокої продуктивності вартують дорого. Для більшості освітніх і науково-дослідних організацій, в реаліях сучасної України, така ціна недоступна. Однак існує припустима альтернатива – кластер[1].

Одним з кращих, на мою думку, визначень поняття "кластер" є висловлювання Грегорі Пфістера в [2]: "Кластер – це різновид паралельної розподіленої системи, яка, по-перше, складається з декількох пов'язаних між собою ПК, а, по-друге, використовується як єдиний комп'ютерний ресурс".

Передбачається, що кластер буде використовувати концепцію MPI[3] (Message Passing Interface) – популярний стандарт для побудови паралельних програм за моделлю обміну повідомленнями. В рамках MPI прийнятий більш простий підхід до розподілу обчислень – для вирішення поставленого завдання розробляється одна програма і ця єдина програма запускається одночасно на виконання на всіх наявних процесорах. MPI працює по моделі "одна програма безліч процесів" (SPMP) [3].

Структура обчислювального кластера на базі ОС Linux представлена на рис.1:

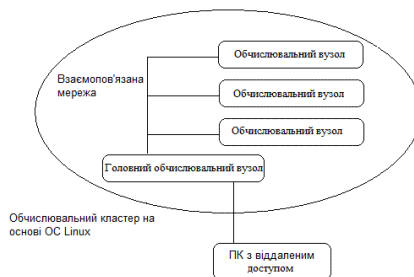


Рис. 1. Обчислювальний кластер на базі ОС Linux  
Наступні системні специфікації використовуються в якості

основи для створення кластера:

- ОС Linux для обчислювальних вузлів кластера.
- ОС Windows 10 для ПК з віддаленим доступом.
- MPI пакет – MPICH.

Для запуску MPI-програм на гомогенному кластері (тобто на такому кластері, який складається з однакових вузлів, які, в свою чергу, працюють під однаковою ОС) необхідно виконати такі кроки[1,4]:

- Інсталювати MPICH на головному вузлі кластера.
- Оскільки MPICH використовує rsh (remote shell) для запуску процесів на вузлах кластера, то необхідно запустити на кожному вузлі rshd (remote shell server) і узгодити права доступу.
- Після компіляції MPI-програми, розіслати отриманий виконуваний файл на всі вузли кластера.
- Під час запуску MPI-програми на кластері потрібно вказати додатковий параметр команди *mpirun* – «*machinefile machines*», де *machines* – файл, що містить список вузлів кластера.

Після виконання команди запуску паралельної програми, MPICH, використовуючи rsh, запускає n-раз програму на машинах, вказаних в файлі *machines*. При запуску кожному процесу присвоюється унікальний номер – ранг процесу, саме за яким можна різним процесам призначити різні задачі на виконання в рамках однієї програми. Після компіляції результат роботи кластера виводиться на головному обчислювальному вузлі.

Теоретичний огляд побудови кластеру проводиться із метою його організації на базі лабораторії кафедри КСМ.

#### Список літератури:

1. MPI. [Electronic resource]. – Access mode: <http://mechanoid.kiev.ua/parallel-cluster-mpi.html>
2. Cluster. [Electronic resource]. – Access mode: <http://samag.ru/archive/article/2035>
3. Н.Оленев. Основы параллельного программирования в системе MPI. ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, 2005.

**Діана Мотреску**

Науковий керівник – асист. Ніцович О.В.

## **Вплив відпалу на термоелектричні властивості термоелектричних матеріалів на основі $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ - $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ - $\text{Sb}_2\text{Se}_3$**

Тверді розчини на основі телуриду вісмуту - це унікальні комерційно доступні термоелектричні матеріали (ТЕМ) для твердотілого охолодження та генерації електричної енергії. На сьогодні цим матеріалам немає альтернативи як за термоелектричною ефективністю у діапазоні температур 150-350 К, так і за масштабністю їх практичного використання для виробництва термоелектричних перетворювачів енергії.

Створення високоякісних термоелектричних приладів можливе лише при наявності відповідних матеріалів, що володіють необхідними фізичними властивостями, які залежать від їх хімічного складу, чистоти, структурної досконалості, а також від технології їх вирощування та обробки. Тому важливою є багатопараметрична оптимізація таких матеріалів.

Оптимізовані термоелектричні матеріали мають високий коефіцієнт Зеебека  $\alpha$ , низький електричний опір  $\rho$  і теплопровідність  $\kappa$ , що призводить до високих значень добротності  $Z$ . Цього важко досягнути, оскільки всі три значення залежать від концентрації носіїв. Тим не менше, завдяки обережному регулюванню концентрації носіїв можна значно поліпшити термоелектричні характеристики матеріалу.

Також однією з проблем матеріалознавства термоелектричних матеріалів (ТЕМ) є довгострокова стабільність параметрів приладів на їх основі. При використанні ТЕМ на основі халькогенідів вісмуту і сурми для термоелектроохолоджувачів проблема деградації матеріалу не є настільки впливовою, як для термоелектрогенераторів, при експлуатації яких ТЕМ знаходиться при температурах вище кімнатної. У таких випадках процес дифузії інтенсифікується, що напряму впливає на деградацію ТЕМ.

Як зазначається в працях [1-2], одним із методів поліпшення добротності ТЕМ та стабільності роботи приладів на їх основі є відпал. Тому було проведено дослідження впливу відпалу на властивості ТЕМ на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ - $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ - $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ , які вважаються найкращими матеріалами  $p$ -типу.

Для експерименту методом вертикальної зонної плавки вирощувалися зразки складу  $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{70}(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{25}(\text{Sb}_2\text{Se}_3)_5$ . Відпал проводився у вакуумі при температурі 613 К протягом 2-128 год.

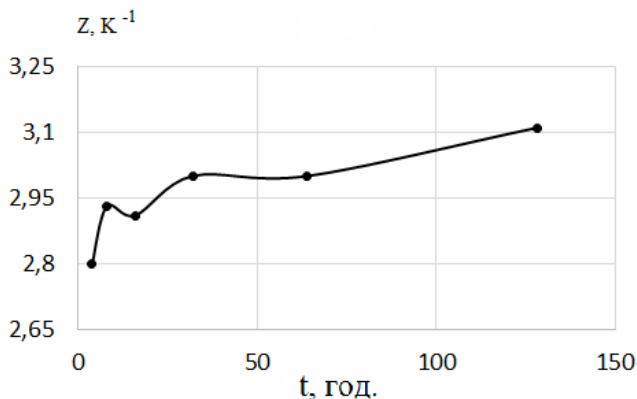


Рис. 1. Залежність добротності TEM.  $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{70}(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{25}(\text{Sb}_2\text{Se}_3)_5$  від часу відпалу

Отже, у результаті довготривалого відпалу добротність досліджуваного матеріалу збільшується. Відбувається це за рахунок зниження теплопровідності та електропровідності, а також збільшення термоерс.

#### Список літератури

1. Павлович І.І., Томашик В.М., Томашик З.Ф., Стратійчук І.Б., Копил О.І. Вплив обробки на термоелектричні властивості твердих розчинів на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ // Фізика і хімія твердого тіла. – Т. 12, № 1. – 2011. – С.134-137.
2. Гольцман Б.М., Кудинов Б.А., Смирнов И.А. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ . – М.: Наука, 1972. – 320 с.

**Михайло Моцак, Ярослав Бицкало**  
Науковий керівник – асист. Солован М.М.

## **Оптичні і електричні властивості тонких плівок графітизованого піролітичного вуглецю**

Використання унікальних фізико-хімічних властивостей тонких графітових плівок (висока електропровідність і теплопровідність, прозорість у видимому діапазоні довжин хвиль випромінювання, інертність до хімічної дії) є перспективним напрямом створення нових наноматеріалів. Особливістю вуглецю є його здатність створювати зв'язки з різноманітними електронними конфігураціями:  $sp$ ,  $sp^2$  і  $sp^3$ . На його основі реалізується ряд кристалічних і некристалічних твердих тіл з різними властивостями – від алмазу до полімерного вуглецю і графіту. У сучасному матеріалознавстві інтерес дослідників викликають тонкі плівки графіту внаслідок головної їх особливості – при зміні співвідношення концентрації структурних одиниць  $sp^2$  і  $sp^3$  можна отримувати плівки з новими електронними властивостями.

Дешеві способи одержання тонких плівок, що не вимагають використання вакууму (спін – коутинг, золь-гель, спрей-піроліз, малювання та ін.) Останнім часом привертає увагу вчених вивчення оптичних та електричних властивостей тонких плівок, що важливо для подальшого розвитку високопродуктивних електронних пристроїв.

В останні роки методи отримання тонких шарів вуглецю викликають значний науковий та практичний інтерес завдяки їх унікальним властивостям, хорошій електропровідності, прозорості, високим механічним властивостям, високій рухливості носіїв заряду при кімнатній температурі [1;2].

Тому виготовлення та дослідження оптичних і електричних властивостей тонких плівок графіту представляє значний науковий і практичний інтерес.

Тонкі плівки графітизованого піролітичного вуглецю на кварцовому склі отримували шляхом термічного розкладання на киснево-газовому пальнику ОСЧ ацетону ( $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ).

Виготовлені тонкі плівки графітизованого піролітичного вуглецю також були відпалені. Відпал отриманих тонких плівок графітизованого піролітичного вуглецю проводили протягом 5 годин при температурі 920 К у вакуумі в електропечі СНОЛ 15/1300 з мікропроцесорним регулятором температури типу RT26-S765.

Спектри пропускання отриманих тонких плівок виміряно за допомогою спектрофотометра СФ-2000. Експериментальні точки знімалися в області довжин хвиль 200 – 1100 нм з кроком 1 нм.

Для вимірювання температурних залежностей опору  $R = f(T)$  отриманих зразків електричні контакти створювали лише на двох протилежних сторонах плівки, які виготовляли за допомогою срібної струмопровідної пасти. Виміряно залежність електричного опору досліджуваних зразків від температури  $R = f(T)$  в інтервалі температур  $295 < T < 400$  К.

Встановлено, що тонкі плівки графітизованого піролітичного вуглецю володіють низьким поверхневим опором  $\sim 400$  Ом/□ і великим коефіцієнтом пропускання у видимій області спектра, а їх середня товщина становить  $\sim 30$  нм.

З досліджень оптичних і електричних властивостей отриманих тонких плівок графітизованого піролітичного вуглецю зроблено висновки про можливість їх використання для виготовлення приладів електроніки і оптоелектроніки.

### Список літератури

1. Wang Y. To draw an air electrode of a Li-air battery by pencil/ Y. Wang, H. Zhou // Energy Environ. Sci. – 2011. – Vol. 4. – p. 17046–17049.
2. Zhao L. Surface State Mediated Interlayer Excitons in a 2D Nonlayered–Layered Semiconductor Heterojunction / L. Zhao, X. Wang, Z. Zhang // Advanced Electronic Materials – 2017. – Vol. 3. – 1700373.

**Йосип Наливайко**

Науковий керівник – асист. Микитюк П.Д.

### **Термоперетворювач для державного еталона змінної напруги**

Широке запровадження енергозберігаючих технологій в усіх галузях народного господарства вимагає все якіснішого контролю енергетичних величин змінного струму різної частоти і форми сигналу. Незважаючи на бурхливий розвиток засобів вимірювань, заснованих на інших принципах, прилади на основі термоперетворювачів посідають чільне місце, і провідні метрологічні центри різних країн [1], [2], [3] проводять роботи, спрямовані на розробку та вдосконалення термоперетворювачів для державних еталонів та зразкових засобів вимірювання сили струму, напруги, потужності та коефіцієнта потужності.

Відсутність в Україні первинного державного еталона електричної напруги в діапазоні частот від 1 МГц до 30 МГц зумовлює необхідність користуватись еталонами інших країн (Росії) для метрологічного забезпечення одиниці електричної напруги в цьому діапазоні частот. Значна частина військової техніки Збройних сил України працює в зазначеному діапазоні частот і відсутність первинного еталона негативно впливає на якість роботи такої техніки. Такий еталон планується створити в НТУУ"КПІ". Важливим компонентом еталона є термоелектричний перетворювач (ТП) змінного струму метрологічного призначення, від якості якого суттєво залежить якість еталона в цілому.

Актуальність проблеми створення напівпровідникового ТП змінного струму підвищеної точності для первинного державного еталона змінної напруги в радіотехнічному діапазоні частот є виключно високою, оскільки її розв'язок забезпечить незалежність України в метрологічному забезпеченні одиниці електричної напруги в цьому діапазоні частот, у першу чергу для військової радіотехніки.

Диференційний термоелектричний напівпровідниковий перетворювач типу ДТНП-6 з параметрами і характеристиками,

необхідними для створення вторинного державного еталона змінної напруги, розроблено в Інституті термоелектрики, який є світовим лідером з розробки ТП метрологічного призначення.

В Інституті термоелектрики ще в 1991-1992 рр. виготовлено 128 шт. ДТНП-6, параметри і характеристики яких було систематизовано під час виконання даної роботи. Крім того, перевірялись основні параметри ДТНП-6 (опори нагрівників  $R_1$ ,  $R_2$  і термопари  $R_T$ ).

Таблиця 1. Типові параметри і характеристики ДТНП-6

№ п/п	Номер ДТНП- 6	Параметри і характеристики ДТНП-6						
		$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_T$ , Ом	$I$ н, м А	Термо- ерс, E, мВ	$I$ пер., мА	$C_n$ ер., н Ф
1	03	90 ,5	93 ,7	1 03,6	8	26,4	1 2	1, 8
2	04	92 ,2	95 ,5	8 6,9	8	24,1	1 2	1, 57
3	05	96 ,2	96 ,4	1 04,7	8	22,8	1 2	1, 55

де  $I_n$  – номінальний струм;  $E$  – термоерс термопари;  $I_{пер.}$  – струм допустимого перевантаження;  $C$  – перехідна ємність між електричними виводами ДТНП-6 і його корпусом.

Проведена систематизація параметрів і характеристик ДТНП-6 є підготовчим етапом дослідження термоперетворювачів на часову стабільність їх параметрів.

#### Список літератури

1. H. Sasaki, N. Kasai, H. Fujiki, K. Shimisume, S. Hidaka Development of Thermal Voltage Converter With Calculable High-Frequency Characteristics // IEEJ Trans 2011; 6: 293-298.
2. Lee Y.H. Know S.W. Kim K.J.Park S.I. Ihm Y.E. Perfomence improving of KRIS Micromachined Multijunction Thermal Confrence on Precision Electromagnetic Measurements Digest, 2004.
3. Kions M. Laiz H. Kesster E. Development of Thin-Film Multijunction Thermal Converters at PTB/IPHT // IEEE Transactions on Instrumentatson and Measurement, vol 50, no. 6, December 2001.



### **Методика активізації пізнавальної діяльності учнів засобами сучасних педагогічних технологій**

Головним рушієм розвитку освітньої галузі виступають невідповідності між старими і новими методами навчально-виховного процесу. Поява цих невідповідностей зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій, які сформував новий вектор суспільного устрою.

У таких умовах для педагогіки як науки визначним критерієм функціонування є інноваційність як відповідність запитам сучасного суспільства.

Технології навчання в сучасній українській школі можна поділити на традиційні та нові. Традиційні технології здебільшого базуються на авторитарній педагогіці вимог, де навчання мало пов'язане з численними потребами учня, не спонукають до розкриття його індивідуальних здібностей та вмінню мислити критично. Нові педагогічні технології протилежні традиційним, вони спрямовані на розвиток індивідуальної особистості учня, його всебічний розвиток, здатність до науково-технічної діяльності [1].

Відомо, що учні до освітнього процесу ставляться емоційно. Їх емоції – це реакція на сприйняття навчального матеріалу, який, зазвичай, сухий та переповнений фактами, які викликають тільки першочергове зацікавлення. Що стосується точних дисциплін, то їх учні не схильні вивчати ще на початковому етапі. У зв'язку з цим виникає ряд проблем, розв'язати які покликані сучасні педагогічні технології, такі як:

- технологія розвивального навчання;
- парацентрична технологія навчання;
- особистісно-зорієнтована технологія;
- технологія проєктивного навчання;
- блочно-модульна технологія [2].

Беручи до уваги предмет «трудове навчання», основною його складовою є метод творчих проєктів, що забезпечує практичне спрямування особистісно-зорієнтованого навчання в процесі

конкретної навчально-трудової діяльності учня, на основі його вільного вибору та з урахуванням його особистих інтересів. У свідомості учня суть проектної технології відображається так:

«Я знаю, для чого мені потрібно те, що я пізнаю, і де я можу ці знання застосувати».

Краще зрозуміти суть проектної діяльності на уроках трудового навчання допоможуть квести, де учень послідовно виконуватиме завдання самостійно або у складі групи за тематичним сюжетом. Саме квести допомагають ефективно проаналізувати інформацію, систематизувати її та розв'язати поставлені завдання.

Використання квестів на уроці активізує навчальний процес, сприяє підвищенню індивідуалізації навчання і його якості. Це формат уроку, зорієнтований на розвиток пізнавальної, пошукової діяльності учнів, на якому значна частина інформації здобувається через тісну співпрацю групи [3].

Квест – це дидактична структура, у рамках якої вдосконалюється пошукова діяльність учнів, задає їм параметри цієї діяльності й визначає її час. Вчитель перестає бути єдиним джерелом знань, а створює необхідні умови для пошуку і обробки інформації. Така діяльність перетворює учнів на активних суб'єктів навчальної діяльності, підвищуючи не лише мотивацію до процесу здобуття знань, але і відповідальність за результати цієї діяльності та успішну їх презентацію.

### **Список літератури**

1. Багай Б. М. Інноваційні педагогічні технології у сучасній школі Броди, 2016. С. 2-4.
2. Смирнова И.Э. Модели обучения в системе высшего образования // Инновации в образовании. - 2010. – №1. – С.5-15.
3. Мішагін О.Д. Використання квестів як засобу активізації навчальної діяльності учнів [Електронний ресурс]. Режим доступу:

[http://ru.osvita.ua/school/lessons\\_summary/edu\\_technology/34730/](http://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/34730/)

**Максим Околіта**  
Науковий керівник - доц. Борча М.Д.

## **Багатохвильова дифракція Х-хвиль у плівках телуриду вісмуту на підкладці $\text{BaF}_2$**

Дослідження телуриду вісмуту зумовлені застосуванням його у спінтроніці та квантовій обробці інформації. Система, що складається з шарів телуриду вісмуту на підкладці  $\text{BaF}_2$ , формується за допомогою Ван-дер-Ваальсівської епітаксії, де взаємодія між плівкою і підкладкою формується ван-дер-ваальсівськими (вдв) зв'язками, а не сильними іонними чи ковалентними. Через порівняну слабкість таких вдв-зв'язків якість епітаксійних плівок досить важко контролювати, оскільки в них легко з'являються структурні дефекти. Навіть у випадку систем з ідеальним співпаданням параметрів ґраток, якою є телурид вісмуту на підкладці  $\text{BaF}_2$ , структурні дефекти виявляють значний вплив на електронну фазову діаграму плівок.

У роботі [1] скомбіновано декілька Х-хвильових дифракційних пристроїв для дослідження дефектів в плівках телуриду вісмуту, вирощених на підкладці  $\text{BaF}_2$  (111) шляхом молекулярно-променевої епітаксії. Фаза  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  формується складанням 5-кратних шарів, спарених один з одним в напрямку росту слабкою вдв-взаємодією, рис. 1а.

У моїй роботі проаналізовано можливі структурні порушення у системі «телурид вісмуту на підкладці  $\text{BaF}_2$ »: композиційні флуктуації, двійникові домени та вільні носії в об'ємі, тощо. Десорбція телуру - основна причина композиційних флуктуацій. Однак при переході від фази з вакансіями телуру до фази, «збагаченої» вісмутом, лежить ціла гама можливих процесів. Втілення атомів слідує за появою вакансій в розривах вдв-зв'язків, що приводить до утворення плівок зі значними порушеннями ґратки. В певний момент, енергія ґратки мінімізується шляхом перетворення точкових дефектів в 2-кратні шари вісмуту (BLs). Це критичний аспект з точки зору вільних носіїв, оскільки плівки тільки з точковими дефектами, або тільки з BLs, або із співіснуючими BLs та точковими

дефектами будуть поводитись кардинально по-різному. Двійникові домени можуть

бути наслідком низької впорядкованості в ґратці при вдв-епітаксії. Більше того, параметр невідповідності ґраток відрізняється для різних плівок, збагачених вісмутом.

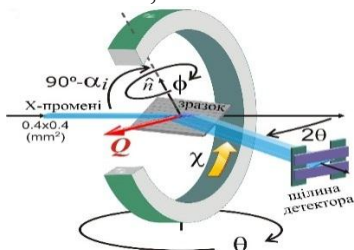


Рис. 1. Схема одночасного сканування зразка по кутам  $\phi$  та  $2\theta$ .  $\theta$  - кут Брегга.

Існує лише один експериментальний спосіб, яким можна визначити незначну невідповідність ґраток, типову для таких систем, - це багатохвильова X-променева дифракція [2]. Такі експерименти проведені в [1], а в моїй роботі змодельовано та проаналізовано багатохвильові

X-променеві дифрактограми плівок телуриду вісмуту на підкладці  $\text{BaF}_2$ . Встановлені особливості поведінки структурно чутливих максимумів при наявності двійникових доменів та певних конфігурацій структурних дефектів при різних температурах. Визначено найбільш ймовірний комплекс структурних порушень, при якому отримано задовільне узгодження змодельованих та експериментальних багатохвильових X-променевих дифрактограм.

### Список літератури:

1. Morelhão S. L., Kycia S. W., Netzke S., Fornari C. I., Rappl P. H. O., Abramof E. Dynamics of Defects in van der Waals Epitaxy of Bismuth Telluride Topological Insulators // *J. Phys. Chem. C* 2019, 123, 40, 24818-24825
2. Authier, A. Dynamical Theory of X-Ray Diffraction; Oxford University Press, Oxford, 2003

## **Система взаємодії з ринком трудових ресурсів на базі Django Framework**

Ідея перенесення багатьох аспектів життя в інтернет залишається актуальною в наш час. В сьогоднішніх реаліях важко представити своє життя без онлайн ресурсів. Багато професій почали працювати в режимі онлайн. Це стало корисним не тільки для працівників, але і для роботодавців.

У зв'язку чого виникла проблема комунікації клієнта з виконавцем. Для зручного зв'язку були створені так звані фріланс біржі, які забезпечили не тільки зручний зв'язок під час виконання роботи, але і пошук потрібних спеціалістів в найкоротший проміжок часу.

На сьогодні існують наступні найбільш поширені біржі-фрілансу:

- Upwork.com основним мінусом являється те що система орієнтована на англomовну аудиторію, а також складно пройти перевірку фрілансера.
- Freelance.ua незручна система оповіщень та відсутність перевірки фрілансера.

Запропонована система MyFl враховує недоліки аналогів та видає релевантні результати пошуку для фрілансерів. А також забезпечує інформацію про наявність актуальних робіт в онлайн режимі.

Дана система реалізована на Django у зв'язку зі зручною інтегрованою панеллю адміністратора. А також потужною частиною для написання API.

За допомогою розробленого продукту фрілансери завжди повинні отримувати потрібну релевантну інформацію по своїй спеціалізації, яка сформована на основі зібраних даних про користувача та зручне сповіщення про надходження нових робіт.

Основна ідея цього проекту – створити та надати інструмент для зручної співпраці клієнтів та виконавців. Він повинен бути простий у використанні, а також у вільному доступі для усіх охочих. Це дозволить іншим розробникам використовувати API для удосконалення функціоналу.

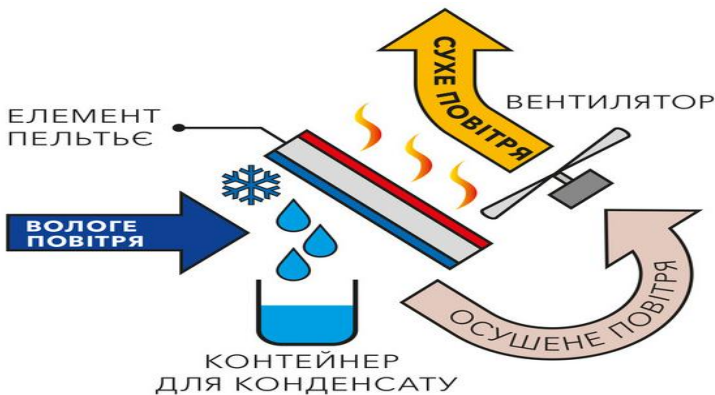
Розвиток таких систем які розширюватимуть функціонал даної системи забезпечить зберігання всієї потрібної інформації на одному ресурсі. А користувачі будуть взаємодіяти з тими системами які їм зручні.

### **Список літератури**

1. Django-rest-framework [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – django rest framework – Режим доступу: <https://www.django-rest-framework.org/> (дата звернення – 27.02.2020).
2. Лутц, М. Программирование на Python, II том / М. Лутц. - СПб.: Символ-плюс, 2015. - 992 с.

### **Аналіз деяких способів підвищення ефективності термоелектричних осушувачів повітря**

Термоелектричний осушувач повітря [1] є пристроєм, що зменшує вологість повітря за рахунок елемента Пельтьє. Принцип його дії полягає в тому, що вбудований вентилятор всмоктує повітря з приміщення та спрямовує на холодну сторону елемента, де воно охолоджується нижче точки роси, конденсується на поверхні та стікає у контейнер для конденсату. Потім сухе повітря спрямовується на гарячу сторону елемента, поглинає її тепло та знову повертається у приміщення у вигляді теплого сухого повітря.



*Рис. 1. Спрощена схема термоелектричного осушувача повітря*

З огляду на принцип функціонування в термоелектричних осушувачах не потрібно вбудовувати системи автоматичного відтаювання. Термоелектричні осушувачі порівняно з компресійними споживають менше електроенергії, також вони надзвичайно компактні та малошумні через відсутність компресора. Однак термоелектричні осушувачі повітря мають відносно невелику продуктивність та відносно низьку енергоефективність, яка на даний момент становить максимум одну третину від енергоефективності компресійних осушувачів.

Тому підвищення ефективності термоелектричних осушувачів та оптимізація їх параметрів є відкритою темою. В одному із варіантів підвищення ефективності термоелектричного осушувача повітря, який наведений в [2], завдяки покращеній конструкції спостерігається значне поліпшення продуктивності осушувача порівняно з попередніми термоелектричними осушувачами, які описані в [3].

В осушувачі повітря, який описаний в [3], відбувалась значна втрата тепла через ізоляцію, яка відокремлює гарячу сторону від холодної сторони, у результаті чого перепад температур між гарячою і холодною сторонами був недостатній для досягнення оптимальної продуктивності. Натомість в агрегатах, які описані в [2], гаряча сторона постійно підтримується при відповідній робочій температурі. Крім того, прямий потік охолодження термоелектричних елементів поліпшує їх індивідуальні показники. За рахунок того, що повітропровід проходить прямо через пристрій із холодної сторони на гарячу сторону, отримуються максимальні характеристики, оскільки може бути використана менша швидкість повітря. Внаслідок цього осушувач, який описаний у винаході [2], потребує меншої потужності двигуна вентилятора і тому працює більш тихо, ніж попередній осушувач [3].

Використання термоелектричних осушувачів повітря залишається актуальним, а також перспективною є розробка ефективніших конструкцій термоелектричних осушувачів та оптимізація їх параметрів.

#### **Список літератури**

1. Патент US3050948 Gary D. Jones, Louisvie, Ky., assignor to General Electric Company, a corporatiosa of New York Fied Aug. 24, 1968, Ser. No. 33,629 3 Cairns. (C. 62-3)
2. Патент US6378311B1 Craig H. McCordic, Medfield, MA., Rightheon Company, Lexington, MA Fied May 18, 2000, Field of Search 62/3.4, 93.
3. Патент US005375421A Chi-Sheng Hsieh, c/o Hung HsingPatent Service Center P.O. Box 55-1670, Taipei (104), Taiwan, Prov. of China. Fied Dec. 6, 1993, Int. Cl F24F1/0.



**Юлія Павловська**  
Науковий керівник – асист. В. В. Томаш

### **Розвиток творчих здібностей учнів у процесі вивчення декоративно-прикладного мистецтва на уроках трудового навчання**

Реформування вітчизняної освіти прослідковується у змісті всіх, без винятку, навчальних предметів. Це так само стосується процесу трудового навчання. На попередньому етапі превалювання академічного вектора в освіті даний предмет сприймався як «другорядний», проте на сучасному етапі, побудованому на розвитку в учнів низки основних компетентностей, саме трудове навчання надає реальні можливості для дійсно всебічного розвитку учнів, для набуття ними вміль та навичок, а також для розвитку їх індивідуальних здібностей у трудовій діяльності, яка має практичний та творчий характер.

Різні аспекти проблеми розвитку здібностей учнів та інтенсифікації навчального процесу з трудового навчання вивчали вітчизняні та зарубіжні вчені. А. С. Макаренко, В. К. Сидоренко, В. О. Сухомлинський, Д. О. Тхоржевський, К. Д. Ушинський та інші видатні педагоги неодноразово наголошували на значенні розвитку особистих здібностей учнів та на провідній ролі в цьому процесі трудового навчання і виховання.

Величезні можливості для розкриття індивідуального потенціалу учнів у процесі творчої трудової діяльності дає вивчення декоративно-прикладного мистецтва, яке органічно поєднує глибинні історичні народні традиції, має широке практичне застосування у сучасному світі, який оточує учня та виступає як підґрунтя для втілення найсміливіших творчих задумів і розвитку широкого спектра індивідуальних здібностей.

«Творчі здібності учня – це синтез якостей особистості, що характеризують ступінь їх відповідності вимогам певної

навчально-творчої діяльності і зумовлюють рівень її результативності» [1, с. 4].

Відомо, що творчість учнів найбільш ефективно розвивається у ході продуктивної творчої діяльності.

Велике значення у розвитку творчих здібностей має зацікавлення самого педагога в її організації. Відповідно до програми з трудового навчання, провідним завданням учителя є реалізація очікуваних результатів навчально-пізнавальної діяльності учнів. Шлях досягнення результатів визначає учитель відповідно до матеріально-технічних можливостей шкільної майстерні, інтересів і здібностей учнів, фахової підготовки самого учителя [2].

Використання на уроках трудового навчання засобів декоративно-прикладного мистецтва забезпечує створення сприятливих умов для осмислення учнями творчого генію народу. Пізнаючи і продовжуючи традиції свого народу, учні засвоюють матеріалізоване в них народне творче мислення.

«Оволодіваючи мистецтвом чи ремеслом, діти опановують творчий досвід батьків і дідів. Здобуті в такий спосіб уміння переносяться і на інші сфери життя (навчання, професію, улюблені заняття тощо). Перебуваючи в „полоні" творчості, учні стають допитливими, ініціативними, винахідливими» [3].

Використання елементів декоративно-прикладного мистецтва в проектно-технологічній діяльності учнів на уроках трудового навчання сприяє формуванню національно зорієнтованої, творчо збагаченої та художньо активної особистості.

### Список літератури

1. Волошук І. С. Концептуальні засади розвитку творчих здібностей школярів // Трудова підготовка в закл. освіти. – 2003. - №3. – С.4-9.
2. Міністерство освіти і науки України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
3. Формування особистості учня засобами декоративно-прикладного мистецтва. – Режим доступу: <https://multiurok.ru/files/formuvannia-osobistosti-uchnia-zasobami-diekorativ.html>.

## **Системи автоматизованого керування навчальним процесом**

Сьогодні багато уваги від викладачів та адміністраторів приділяється безпосередньому викладанню матеріалу, який повторюється від курсу до курсу, та ручному заповненню звітів і на це витрачається досить багато часу. Тоді як цей час міг би бути витрачений на нові дослідження та вдосконалення навчального матеріалу. Зі сторони студентів це також створює незручності, так як, для засвоєння нового матеріалу студенту потрібно бути присутнім на лекціях, а студент який пропустив лекцію ризикує не засвоїти навчальний матеріал.

Ці та інші проблеми можуть бути вирішені за допомоги автоматизованих систем керування(АСК). АСК надають такі можливості як:

- електронну реєстрацію, обробку даних та документообіг в єдиній інформаційній системі для кожного структурного підрозділу окремо і установи в цілому;
- планування, контроль та аналіз навчальної діяльності;
- оперативний та централізований доступ до інформації, що супроводжує навчальний процес;
- єдину систему звітів, як внутрішніх так і за вимогами МОН України;
- системи безпеки даних з урахуванням вимог законодавства.

Основними акторами такої системи є Адміністратор, Викладач та Студент. Роль студента в цій системі, отримати зручний доступ до навчального матеріалу та пройти контроль знань. Роль викладача, це створення актуального навчального матеріалу, та відповідь на запитання які можуть виникнути в студента. Адміністратор займається плануванням, веденням звітності та контролем навчального процесу загалом. Система в

свою чергу дозволяє зробити все централізовано, зменшити необхідність безпосередньої взаємодії між акторами системи, та збільшити продуктивність навчального процесу. Основні можливості акторів зображені на діаграмі взаємодії (Рис. 1).

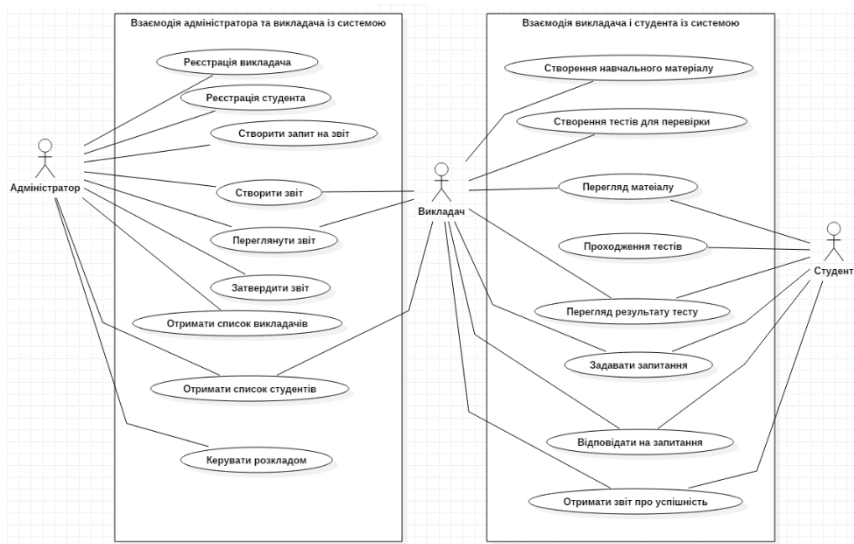


Рис. 1. Діаграма взаємодії між користувачами та системою

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Resarchgate [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/329642752>.
2. Науково-дослідницький інститут прикладних інформаційних технологій [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ndipit.com.ua/ua/rozrobky/asu-vnz>.

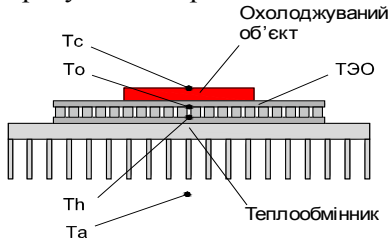
**Станіслав Панімарчук**

Науковий керівник – асист. Кузь Р. В.

### **Термоелектричне охолодження центрального процесора**

Мікропроцесори є найбільш поширеними елементами мікроелектроніки, які встановлюються практично в усі сучасні електронні пристрої. Тенденція до підвищення продуктивності процесорів персональних комп'ютерів (ППК) веде до постійного збільшення щільності транзисторів в їхньому ядрі, що супроводжується пропорційним зростанням температури ядра. Використання термоелектричного охолодження відкриває нові можливості для подальшого розширення діапазону потужності ППК. У зв'язку з цим створення термоелектричних охолоджувачів (ТЕО), сумісних з ППК за розмірами і щільністю потоків тепла є важливим і актуальним завданням.

У роботі розглянуто підвищення продуктивності процесора Intel Core i7-2600 за рахунок використання ТЕО.



*Рис. 1. Принципова схема термоелектричного охолодження ППК*

При пропусканні електричного струму через ТЕО на його холодній та гарячій сторонах виникають потоки тепла  $Q_0$  і  $Q_h$  і встановлюються температури  $T_0$  і  $T_h$  відповідно. Взаємозв'язок цих величин описується системою рівнянь

$$Q_0 = F \left( (\alpha i T_0 - \frac{1}{2} i^2 \rho l - \frac{\kappa}{l} (T_h - T_0)) \right),$$

$$Q_h = F \left( (\alpha i T_h + \frac{1}{2} i^2 \rho l - \frac{\kappa}{l} (T_h - T_0)) \right),$$

$$T_0 = T_c - Q_0 R_0, \quad T_h = T_a - Q_h R_h,$$

де  $F$  – сумарна площа холодних / гарячих спайв ТЕО;  $l$  – висота термоелементів;  $i$  – густина електричного струму;  $\alpha$ ,  $\rho$ ,  $\kappa$  –

усереднені для матеріалів Р- і N-типів провідності коефіцієнт Зеєбека, питомий електричний опір і коефіцієнт теплопровідності відповідно;  $R_h$  і  $R_0$  – термічні опори на гарячій та холодній сторонах ТЕО відповідно;  $T_0$  і  $T_h$  – температури холодного та гарячого спаїв;  $T_c$  і  $T_a$  – температури охолоджуваного об'єкта та навколишнього середовища відповідно.

Завдяки зниженню температури процесора стає можливим підвищення його потужності, і відповідно, продуктивності. Приклад зростання потужності процесора у залежності від електричної потужності ТЕО (Altec-СМ-1-S-SQ-127) наведено на рисунку 2.

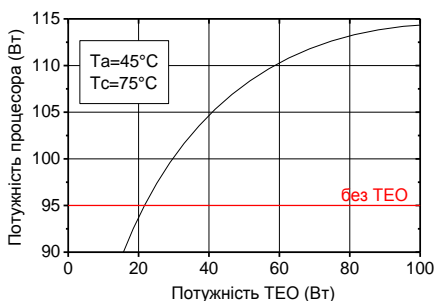


Рис. 2. Залежність потужності процесора від потужності ТЕО

Отже, застосування термоелектричного охолодження є ефективним засобом підвищення продуктивності процесора на ~15%.

### Список літератури

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник / Л. И. Анатычук. – Киев: Наук. думка, 1979. – 766 с.
2. Булат Л.П. Термоэлектрическое охлаждение: текст лекций /под общей ред. Л.П. Булата.С.-П.: СПбГУНиПТ, 2002.
3. Дехтярук Р. І. Термоелектричне охолодження теплонапружених елементів електроніки та оптоелектроніки: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.05.14 "Холодильна, вакуумна та компресорна техніка, системи кондиціювання" / Дехтярук Роман Іванович; наук. кер. В. О. Семенюк; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Одеса: ОНАХТ, 2012. – 20 с.

Євгеній Пелипенко, Микола Ширяєв  
Науковий керівник – доц. Орлецький І.Г.

### Електричні властивості гетероструктур FTO/ZnSe, виготовлених методом спреї-піролізу

Фотоприймачі ультрафіолетового діапазону [1], які створюються на основі бар'єру Шоттки з використанням широкозонних напівпровідникових сполук  $A^3B^5$  і  $A^2B^6$ , за фотоелектричними характеристиками помітно поступаються існуючим вакуумним приладам. Основною причиною гірших властивостей є відсутність внутрішнього підсилення струму. Напівпровідникові твердотільні інжекційні фотодіоди [2] позбавлені цього недоліку. У них внутрішнє посилення струму реалізується шляхом збільшення інжекції носіїв заряду крізь енергетичний бар'єр фотодетектора при освітленні.

Фоточутливі в ультрафіолетовій області спектра випромінювання гетероструктури FTO/ZnSe виготовлялися методом спреї-піролізу 1,43 М спиртового розчину станату олова  $SnCl_4 \cdot 5H_2O$  з домішкою фториду амонію  $NH_4F$  на нагрітих до  $T_s = 430$  °C кристалічних підкладках  $n$ -ZnSe. Ізотипні гетероструктури  $SnO_2:F/n$ -ZnSe володіли коефіцієнтом випрямлення струму при  $|V| = 3V$  більшим  $10^7$  при 300 K та напругою відсічки  $V_0 \approx 2,25 V$  (рис.1).

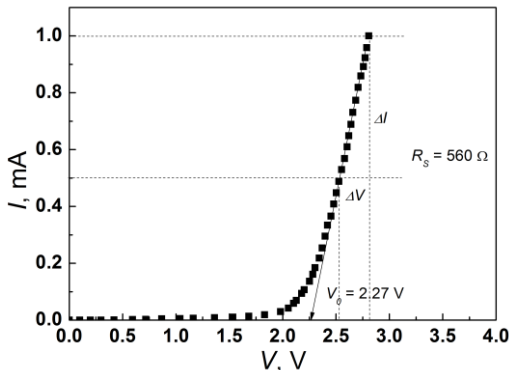


Рис.1. Прямая гілка вольт- амперної характеристики гетероструктури  $SnO_2:F/n$ -ZnSe

Еквівалент послідовного опору  $R_S$  гетероструктури  $\text{SnO}_2:\text{F}/n\text{-ZnSe}$  дорівнює  $\sim 560$  Ом. Зворотна напруга пробою гетероструктури  $V_{np} > 42$  В. При прямих напругах від 0 до 0,5 В коефіцієнт неідеальності ВАХ  $A = 2,4$  (рис.2) вказує на рекомбінаційний механізм формування струму. При  $V > 0,5$  В зростання прямого струму уповільнюється ( $A$  досягає значення 29) через виникнення високоомного шару на межі гетеропереходу. При від'ємних напругах до  $-3$  В зворотний струм утворюється внаслідок генерації носіїв заряду в ОПЗ гетеропереходу, при більших зміщеннях до  $-10$  В присутній тунельний механізм струмоутворення.

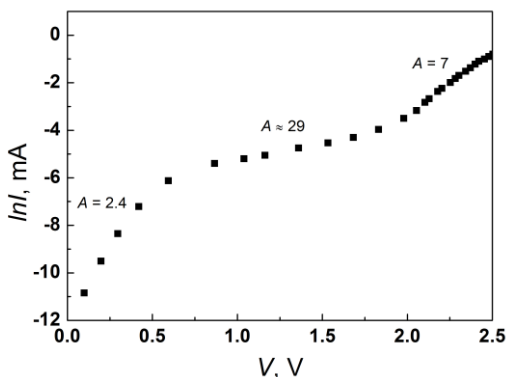


Рис.2. ВАХ прямої гілки гетеропереходу  $\text{SnO}_2:\text{F}/\text{ZnSe}$  у напівлогарифмічних координатах

При опроміненні ультрафіолетовим джерелом світла гетероструктура  $\text{SnO}_2:\text{F}/n\text{-ZnSe}$  має фотодіодні властивості і генерує фотострум  $I_{SC} = 3$  мкА. Значення фотоерс  $V_{OC} = 1$  В. При прямих зміщеннях  $V > 1$  В у структурі реалізується режим інжекційного фотодіода (збільшення струму інжекції при опроміненні).

#### Список літератури:

1. Blank T.V., Gol'dberg Yu.A. Semiconductor photoelectric converters for the ultraviolet region of the spectrum, Semiconductors. 37 (2003) 999–1030.
2. Vikulin I.M., Kurmashev Sh.D., Stafeev V.I. Injection-based photodetectors, Semiconductors. 42 (2008) 112–127.



**В'ячеслав Перко, Вадим Перко**  
Науковий керівник – доц. В.М. Стребезев

## **Структурні особливості лазерно-епітаксійних шарів, сформованих на кристалах CdTe та Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Te**

Актуальним напрямом електроніки є створення напівпровідникових приладних структур за допомогою лазерних технологій [1]. При використанні лазерного випромінювання з заданою критичною густиною енергії може бути реалізованою лазерна рідинно-фазна епітаксія шарів на базовому кристалі. Цей технологічний процес мало досліджений щодо кристалів CdTe та Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Te, які є основними матеріалами для сенсорів високоенергетичних електромагнітних випромінювань. Отримання епітаксійних моношарів, а також складних гетероструктур з кількома р-п-переходами на базових кристалах CdTe та Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Te перспективно для реалізації лазерно-інтегрованих функціональних сенсорів.

У даній роботі лазерно-епітаксійні шари створювалися на кристалах CdTe та Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Te за допомогою мілісекундних квантових генераторів на рубіні та на ітрій-алюмінієвому гранаті, з довжиною хвилі відповідно  $\lambda = 0,694\text{мкм}$  та  $\lambda = 1,06\text{мкм}$ .

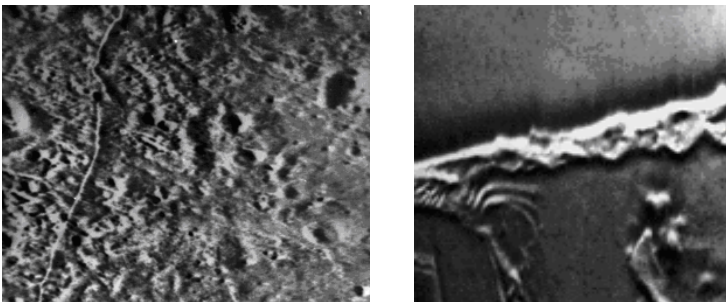


Рис.1. Кристали Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Te після опромінення мілісекундним лазером з енергією 12,5 Дж/см<sup>2</sup>: а) x=0,2; морфологія поверхні; б) x=0,3; поперечний скол (растрова електронна мікроскопія)

Комбінованою дією імпульсних лазерів на кристали CdTe та  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ , як у спектральній області їх прозорості, так і в області поглинання лазерного випромінювання, отримано епітаксійні шари, а також гетероструктури [2]. Досліджено структурну досконалість лазерно-епітаксійних шарів, перехідних областей та розподіл включень компонентів Te та Cd в областях лазерного впливу (рис.1).

Вивчення отриманих епітаксійних шарів методом растрової електронної мікроскопії показало їх структурну досконалість, яка підтверджується впорядкованими картинами каналування електронів. Подібні картини на полікристалічних та мозаїчних структурах не утворюються. Дослідженням поперечних сколів зразків визначено товщини лазерно-епітаксійних шарів, досконалість перехідних областей та проаналізовано розподіл включень компонентів Te та Cd. Морфологію поверхні та латеральний розподіл дефектів досліджено також методом атомно-силової мікроскопії. Електрофізичні властивості як простих гетероструктур, так і епітаксійно-інтегрованих гетероструктур з кількома р-р-переходами було досліджено методами U-V та C-V характеристик. При цьому визначено зменшення впливу поверхневих станів на гетеромежах у результаті лазерної обробки в оптимальному режимі, а також зменшення темнових обернених струмів та струмів втрати. Це дозволило оптимізувати спектральні характеристики чутливості детекторів високоенергетичних електромагнітних випромінювань на основі напівпровідників CdTe та  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ .

#### Список літератури

1. Будзуляк І.М. Структурні перетворення в бінарних напівпровідниках в полі дії лазерного випромінювання / І.М. Будзуляк // Фізика і хімія твердого тіла. – 2008. – т.9, №1. –С.51-57.
2. A.I. Savchuk, P.M. Fochuk, V.V. Strebezhev, G.I. Kleto, I.M. Yuriychuk, Y.B. Khalavka, Yu.K. Obedzynskyi, V.M. Strebezhev / The effect of laser treatment on the morphology and structure of  $CdSb-Cd_{1-x}Mn_xTe$  and  $CdSb-In_4(Se_3)_{1-x}Te_{3x}$  thin film heterojunctions // Applied Surface Science. – 2017. – V.418. – P. 536-541.

### **Система оплати комунальних послуг «EasyPay»**

Сучасний підхід оплати – оплата з використанням засобів інтернет, де можна здійснювати оплату, як комунальних послуг так і покупок в магазині та інших онлайн-послуг.

На сьогодні в Україні існує 2 відомі інтернет-ресурси, на яких можна оплатити комунальні та інші послуги.

– portmone.com.ua - за використання сервісу клієнтам нараховується щомісячна абонентська плата в розмірі 9,90 грн. Абонентська плата оплачується клієнтом, який пройшов реєстрацію, ознайомився з тарифним планом, прийняв його умови і виконав хоча б одну платіжну операцію. Для початку користування системою потрібно пройти реєстрацію та прив'язати до облікового запису кредитну, або дебетну картку.

– ipay.ua – цей сервіс дозволяє оплатити комунальні послуги без реєстрації. Для оплати потрібно вибрати послугу для оплати, ввести данні картки та оплатити. Для більшості послуг знімається комісія в розмірі декількох відсотків від рахунку. Зареєстровані користувачі отримують знижку в 10% на комісію.

Існуючі платіжні системи мають недоліки такі, як ліміти щодо максимальної суми на рахунку, кількості транзакцій і суми виведення, а також комісій за оплати.

EasyPay – запропонована електронна система прийому платежів. Зареєстровані користувачі мають можливість оплачувати комунальні послуги, що є наявні в додатку. Присутня можливість перегляду історії платіжок, а також завантаження квитанцій. Користувач може викликати інспектора – спеціаліста з конкретної послуги, за певною адресою для перевірки лічильника, або ж встановлювати значення лічильника самостійно. Додано можливість встановлення цін на комунальні послуги для компаній, які

поставляють ці послуги кінцевому користувачу. Доступна адмін панель для додавання комунальних послуг та користувачів, а також занесення користувачів в чорний список.

Дана система реалізована на фреймворку Java Spring Framework, оскільки даний фреймворк володіє потужними можливостями у вигляді структурних елементів комплексних рішень, які дозволяють розробляти складні продукти, такі як платіжні системи. У ході розробки були використані технології доступу до даних, яка працює з реляційними БД на Java-платформі, використовуючи JDBC, технології керування транзакцій у вигляді координації API – інструментарій налаштованого керування транзакціями для об'єктів Java, MVC-фреймворк для кастомізації можливостей. Узагальнюючи вищеописані технології, які були використані можна додати наступні: Hibernate, Google Maps API, Stripe API, Liquibase, Maven.

Система EasyPay враховує недоліки аналогів, та надає такі переваги, як простота у користуванні, можливість виклику інспектора на дім, а також їх оцінювання.

### Список літератури

1. Spring Framework [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.baeldung.com>.
2. Козмина Юлиана, Кларенс Хо, Роб Харроп, Кріс Шефер. Spring для професіоналов. – Вільямс. Expert's Voice, 2016. 1120 с.

**Крістіан-Василь Плеван**

Науковий керівник – доц. Архелюк О.Д.

## **Спектр і спектрограма сигналу від базових станцій GSM-900 в м. Чернівці за допомогою пристрою RTL-SDR**

Ефективною платформою для застосування в навчальному процесі, для виконання лабораторних робіт є радіосистема (Software-Defined Radio, SDR), яка забезпечена відповідними програмами.

У роботі за допомогою радіосистеми SDR отримані спектри в діапазоні R-GSM-900 (рис.1-4).

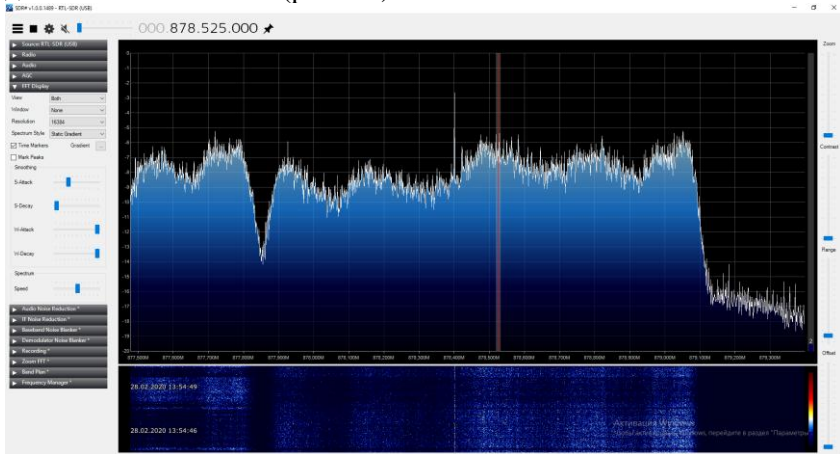


Рис. 1. Спектр і спектрограма сигналу на вихідній лінії (мобільна станція – базова станція), в діапазоні R-GSM-900, (876,0 - 915,0 МГц)

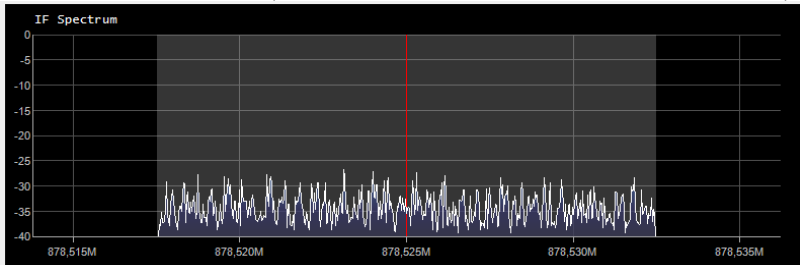


Рис. 2. Розширена частина сигналу на вихідній лінії (мобільна станція – базова станція) у діапазоні R-GSM-900, (876,0 - 915,0

МГц)GSM

Сигнал від базової станції GSM демонструє принцип поділу каналів часової частоти (рис. 1). Крім того, ці відносно вузькосмугові сигнали можуть бути використані для показу часової динаміки згасання (рис. 4). Цей графік чітко показує межі між згасанням сигналу та пакетами GSM.

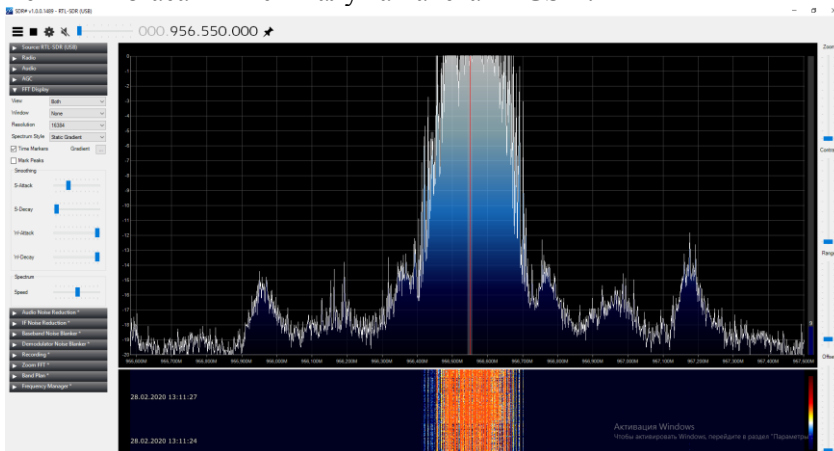


Рис. 3. Спектр і спектрограма сигналу на низхідній лінії (базова станція – мобільна станція) у діапазоні R-GSM-900 (921,0 - 960,0 МГц)

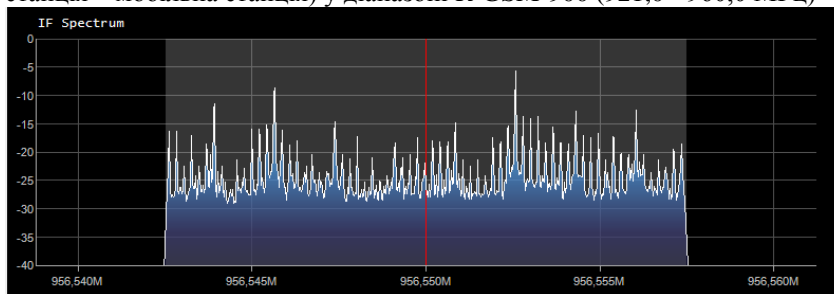


Рис. 4. Розширена частина сигналу на низхідній лінії (базова станція – мобільна станція) у діапазоні R-GSM-900 (921,0 - 960,0 МГц)

### Список літератури

1. Press release - Commission Decisions on Mobile Communication Services on Aircraft - Frequently Asked Questions. Europa.eu. Retrieved on 2013-09-18.

## **Віртуальний навчальний стенд «Деревообробні верстати»**

Традиційні методи вироблення у студентів навичок роботи з деревообробними верстатами передбачають використання лабораторних стендів на підставі малопотужних промислових зразків або фізичних моделей пристроїв, вартість розробки, виготовлення і експлуатації яких у сучасних умовах виявляються значно вище фінансових можливостей навчального закладу. Використання персональних комп'ютерів та програм моделювання дозволяє створювати віртуальні лабораторні стенди, якісно відрізняються від традиційних можливістю обліку всіх параметрів і особливостей усіх процесів у досліджуваному пристрої, а також можливістю змінювати в широких межах будь-які параметри і режими роботи [1].

Віртуальний навчальний стенд — це програмно-технічний комплекс, що дозволяє студентам отримати доступ до найсучаснішого і високотехнологічного обладнання і програмного забезпечення. Використання віртуальних лабораторій для виконання практичних завдань є найбільш вигідним і доступним варіантом.

Як основний програмний засіб для розробки стенду був обраний графічний пакет Macromedia Flash, оскільки він пропонує більш широкі можливості щодо створення навчальних матеріалів. Flash дозволяє легко інтегрувати в одному документі різні види інформації: графічні, текстові і звукові дані; пропонує широкі можливості по створенню анімації. До переваг Flash-технології також слід віднести малий підсумковий обсяг файлів і незалежність від дозволу монітора комп'ютера користувача. Ці особливості найбільш важливі у зв'язку з розвитком дистанційного навчання та використанням мережі Internet як робоче середовище поширення навчальних матеріалів.

Віртуальні лабораторні роботи дозволяють усунути недолік традиційного способу навчання - це окреме провадження

лекційних і лабораторних робіт як за часом, так і за темою. Адже в більшості випадків лабораторні призначаються не з позиції збереження послідовності викладу тем лекційних занять, а з точки зору доступності (працездатності або незайнятості) лабораторного стенду;

- Відпадає необхідність придбання і встановлення дорогого устаткування і програмного забезпечення;
- Система заздалегідь налаштована і підготовлена для виконання практичних завдань;
- Для доступу у віртуальні лабораторії не потрібно ніякого додаткового обладнання.
- Універсальність і багатофункціональність;
- Простіше і дешевше обслуговування;
- Перспективи впровадження сучасних технологій навчання;
- Автоматизація перевірки результатів;

Істотною перевагою віртуальних лабораторних робіт є їх вартість порівнянно з вартістю реальних лабораторних установок. Однак в будь-якому випадку віртуальний експеримент повинен доповнювати натурний, але ні в якому разі не замінювати його.

Отже, розробка навчання за допомогою віртуального лабораторного стенда, комп'ютерної тестової перевірки й оцінки знань студентів є новітнім, прогресивним методом, що створює оптимальні умови для навчання та перевірки знань студентів і заслугове на її широке впровадження в навчальний процес.

### **Список літератури**

1. Амандіков М.А. Створення віртуальних стендів інформаційних систем з використанням програмних засобів // Науковий огляд. Технічні науки. - 2016. - № 1. - С. 5-8;
2. Жуков, І. Експлуатація комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник [Текст] / І. А. Жуков, В.І. Дрововозов, Б.Г. Махновський. - К.: НАУ, 2007. - 361 с.



## **Специфіка застосування сегментних матеріалів для проникних генераторних термоелементів**

Термоелектричні генератори (ТЕГ) є пристроями безпосереднього перетворення теплової енергії в електричну. Принципові переваги ТЕГ полягають у тривалому терміні служби, не вимагають спеціального обслуговування і мають необмежений термін зберігання при повній готовності до роботи в будь-який час, стійкість та повну безшумність у роботі [1].

До термоелектричних матеріалів (ТЕМ) відносяться металеві та напівпровідникові сплави і хімічні сполуки, що володіють високими значеннями термоелектричних параметрів і застосовуються в сучасних термоелектричних пристроях [2].

До матеріалів для ТЕГ відносяться телуриди бісмуту, плюмбуму, стибію і їх тверді розчини; селеніди бісмуту і стибію; телурид германію, моносольфід самарію, селенід гадолінію, станнід і силіцид магнію. У ТЕГ зазвичай використовують телурид вісмуту [3].

Останнім часом істотно підвищився інтерес до вивчення термоелементів, підведення і відведення тепла в яких здійснюється не тільки через поверхні спаїв, але і за рахунок використання розвиненої поверхні теплообміну в обсязі матеріалу гілок термоелемента. У таких випадках термоелементи стають проникними для потоків газів або рідин, що дозволяє підвищити ефективність термоелектричного перетворення енергії на 30% вже для існуючих низькотемпературних генераторних матеріалів на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  [1].

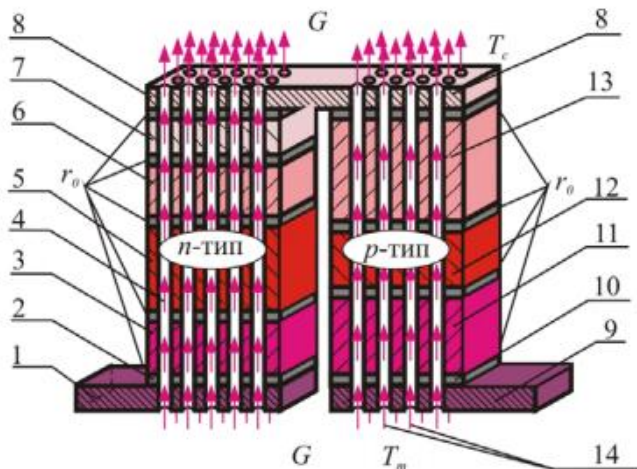


Рис. 1. Фізична модель сегментного термоелемента  
 1, 8, 9 – комутаційні пластини; 2, 10 – комутаційні шари; 3, 5, 6, 7 – сегменти (секції) гілки *n*-типу провідності; 4 – потік теплоносія; 11, 12, 13 – сегменти (секції) гілки *p*-типу провідності; 14 – високотеплопровідний діелектрик

Протягом останнього десятиріччя все більшу увагу дослідників привертають перспективні термоелектричні матеріали на основі Co-Sb, Pb-Te, Si-Ge. Вони екологічно безпечні та характеризуються досить високими значеннями коефіцієнтів термоерс й електропровідності з максимальними значеннями безрозмірного параметра термоелектричної добротності  $ZT$  на рівні 1–1,1 у діапазоні температур 700–750 К.

#### Список літератури

1. Анатичук Л. І. Проникний сегментний термоелемент у режимі генерації електричної енергії / Л. І. Анатичук, Р. Г. Черкез // Термоелектрика. – 2010. – №3. – С. 5–12.
2. Черкез Р.Г. Проектування термоелектричних проникних структур на основі силіцидів Mg і Mn / Черкез Р.Г. // Термоелектрика. – 2013. – №6. – С. 62-70.
3. Черкез Р. Г. Проникний сегментний генераторний термоелемент / Р. Г. Черкез // Науковий вісник Чернівецького університету. Фізика, електроніка. - 2011. - Т. 1, Вип. 2. - С. 81-84.

**Каріна Потерейко**  
Науковий керівник – асист. В. В. Томаш

### **Методика розвитку дивергентного мислення учнів у процесі трудового навчання**

Дивергентне мислення – це творче мислення. Цей метод розв’язання проблем можна назвати «різностороннім». При аналізі причин і наслідків відсутній непохитний зв’язок. Це призводить до появи нових комбінацій, нових зв’язків між елементами. Отже, з’являється більше шляхів розв’язання проблеми. Дивергентне мислення працює на пошук неординарних ідей, на використання нестандартних форм діяльності, на формування дослідницького інтересу [1].

Розвиток дивергентного мислення можна з легкістю реалізовувати на уроках трудового навчання. Під час роботи над навчальним проектом на етапі добору матеріалів можна запропонувати учням обрати для власного виробу якийсь нестандартний матеріал. Для прикладу візьмемо виготовлення панно з макаронних виробів. На перший погляд, даний матеріал не призначений для таких цілей, проте він доступний, різноманітний, міцний та не псується з часом. У процесі створення виробу учень навчиться неординарно поєднувати різноманітні матеріали. А головне, що він почне дивитися на речі, які його оточують, з іншої сторони. Для учнів такий підхід до виготовлення виробу дасть змогу генерувати нові ідеї та знаходити шляхи для їх втілення.

Творчість сьогодні не менш важлива в освіті, тому зняття так званого «бар’єра» для створення чогось нового та оригінального, дасть змогу проявити свою особистість та унікальність.

Про можливість успішного формування в учнів якостей творчої особистості свідчить досвід багатьох вітчизняних та закордонних педагогів. «Природа щедро наділила кожную здорову дитину можливостями розвиватися, і потрібно лише знайти, як реалізувати ці можливості, і тоді кожен учень зможе піднятися на найбільші висоти творчої діяльності» [2]. Для

забезпечення цього варто надавати учням максимум можливостей для реалізації себе у творчій діяльності, причому розпочинати доцільно з найпростіших завдань. Програмний навчальний матеріал із трудового навчання дозволяє вчителю широко використовувати різноманітні способи та прийоми залучення учнів до творчості. Працюючи над творчими, проблемними завданнями, учні засвоюють досвід творчої діяльності, окремі характерні для неї процедури, набувають навичок видозмінювати стандартні способи мислення, яким вони вже навчилися, вчатья конструювати нові способи осмислення раніше засвоєного або нового змістового матеріалу.

На жаль, традиційна шкільна система сприяє розвитку в учнів конвергентного мислення та пригнічує задатки дивергентного. Для повноцінного розвитку творчих здібностей дітей необхідне раціональне поєднання репродуктивних, частково-пошукових та творчих завдань. Для дорослих початок розв'язування проблеми – процес важкий. Дитина ж не відчуває таких труднощів. Вона легко й передусім практично починає діяти, інколи не зовсім осмислено і ця діяльність, поступово набуває більшої спрямованості, захоплює її пошуком та навіть дає позитивний результат [3].

Отже, дивергентне мислення є важливим компонентом розвитку творчих здібностей дітей. Від рівня розвитку цього мислення залежить майбутній творчий потенціал учнів. Розпочавши формувати його ще з дошкільного віку і продовживши в школі, ми сприяємо формуванню особистостей, які спроможні унікально мислити.

### Список літератури

1. Практична психологія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/psihologia-3/103.htm>
2. Кен Робінсон про те, як школа вбиває творчість. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ar25.org/article/ken-robinson-pro-te-yak-shkola-vbyvaye-tvorchist.html>
3. Діагностика творчих здібностей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://4ua.co.ua/psychology/za3bd78b5d53a88521206d27\\_0.html](http://4ua.co.ua/psychology/za3bd78b5d53a88521206d27_0.html)

**Іванна Прус**  
Науковий керівник – асист. Томаш В.В.

## **Нетрадиційні підходи до проведення уроків трудового навчання в старших класах**

Трудове навчання як навчальний предмет має великі можливості для створення сприятливих умов культурного і особистісного становлення учнів. Сучасне суспільство висуває до трудового навчання наступні вимоги: розвиток особистості учнів, посилення гуманістичного змісту навчання, повнішої реалізації виховного, освітнього і розвиваючого потенціалу навчального предмета стосовно індивідуальності кожного учня.

Реалізувати поставлені завдання, використовуючи лиш традиційні підходи до організації проведення уроків з трудового навчання, досить важко.

Нетрадиційний урок – це імпровізоване початкове заняття, що має нетрадиційну структуру [1].

Цей урок характерний тим, що в його підготовці та проведенні беруть участь не тільки учителі, а й учні, які мають змогу проявляти себе самостійною, ініціативною особистістю.

Для ефективної організації навчально-пізнавальної діяльності учнів необхідно враховувати способи взаємодії суб'єктів навчального процесу, що виділяє такі моделі нетрадиційних форм навчання:

*Модель А.* Нетрадиційні форми, що забезпечують одnobічну дію на учня (учитель-учень, учень-учень). Організація спілкування за даними схемами робить дитину суб'єктом дії, а вчителів належить провідна роль. Дана модель застосовується тоді, коли необхідно подати інформацію, якої немає в навчальних посібниках, для її наступної поглибленої переробки. (Інтегрований урок, урок-лекція, урок-мандрівка, урок-семінар, та ін.).

*Модель В.* Нетрадиційні форми навчання, які забезпечують взаємодію в процесі спілкування суб'єктів навчання в умовах парної роботи, роботи малих груп, міжгрупової роботи. У даній моделі організації спілкування учень є одним із рівноправних

суб'єктів. Між учителем і учнем (учнем і учнем) виникає співтворчість. Організуючи взаємодію, учитель керує пізнавальною діяльністю, творчим пошуком дітей. ( Урок-лото, урок-композиція, урок-аукціон, урок-диспут, урок «Що? Де? Коли?», урок-форум та ін.).

*Модель С.* Нетрадиційні форми навчання, які передбачають, як однобічну дію, так і взаємодію суб'єктів навчання. (Залежно від змісту, форм і методів, тобто може бути або модель А, або модель В, або обидві моделі разом) [2].

У процесі трудового навчання доцільно використовувати такі моделі нетрадиційних уроків, як:

- уроки-подорожі чи уроки-дослідження, які сприяють підвищенню зацікавленості учнів, чий інтереси мають романтичну, фантастичну спрямованість та пов'язані з виконанням ролей, відповідним оформленням, умовами проведення;

- уроки змістовної спрямованості, їх основним компонентом є взаємини між учнями, що базуються на змісті програмного матеріалу – уроки-семінари, уроки-конференції, уроки-лекції;

- уроки суспільного огляду знань (уроки-творчі звіти, уроки-заліки, уроки-експромт-екзамени, уроки-консультації, уроки-взаємонавчання, уроки-консиліуми), особливість цих уроків полягає в опрацюванні найскладніших розділів навчальної програми, відсутності суб'єктивізму при оцінюванні (експертами виступають учні, дорослі, батьки). Вони спонукають до активної самостійної пізнавальної діяльності, вивчення додаткової літератури. Проводять їх наприкінці чверті, семестру, року.

#### **Список літератури**

1. Нетрадиційний урок як розвиток структури традиційного уроку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.info-library.com.ua/books-text-4319.html>
2. Підласий І.П. Продуктивний педагог. Настільна книга вчителя. – Харків: Основа, 2010. – 360 с.

**Іван Романюк**

Науковий керівник – асист. Прибила А.В.

## **Термоелектричний холодильник у квазістаціонарному режимі**

Ефективність термоелектричних пристроїв залежить від властивостей матеріалів, конструкції і режимів їх роботи при визначених умовах експлуатації. Величинами, що визначають ефективність термоелектричного пристрою (ТЕП), є його холодильний коефіцієнт, холодопродуктивність та максимальний перепад температур. У випадку використання термоелектричних холодильників такі характеристики, як холодопродуктивність та перепад температур, є заданими. Враховуючи вищесказане, основною характеристикою, що визначає енергоспоживання ТЕП, є його *холодильний коефіцієнт*, який визначається добротністю.

Проте в останні роки параметр добротності термоелектричних матеріалів суттєво не зростає, а наближається до свого максимального значення[1]. Тому актуальним є пошук інших варіантів збільшення ефективності ТЕП. Одним із таких варіантів є нестационарний режим роботи термоелектричних пристроїв або нестационарне термоелектричне охолодження (НТЕО).

Вперше явища більш глибокого охолодження під час роботи термоелемента в нестационарному режимі, порівняно із стаціонарним, було теоретично доведено у праці Стільбанса і Федоровича [2]. Подальші теоретичні та експериментальні дослідженнями, лише підтвердили цей факт.

Загалом, НТЕО вивчено недостатньо, а аналітичний вигляд розв'язку такої задачі отриманий тільки для елементарних моделей півпростору та безмежно довгої вітки, внаслідок досить громіздких рівнянь НТЕО та граничних умов на кінцях термоелемента. Переважна більшість теоретичних досліджень НТЕО проводились для спрощених фізичних моделей термоелемента, використовуючи наближені математичні моделі.

Однією із таких моделей є модель квазістаціонарного наближення. Суть цього наближення полягає в тому, що теплоємність термоелектричних модулів значно менша за

теплоємність охолоджуючого об'єкта, а процес охолодження настільки повільний, що час охолодження об'єкта значно більший за час охолодження термоелектричного модуля (квазістаціонарне наближення).

Зупинимось детальніше на квазістаціонарному наближенню максимального холодильного коефіцієнта або мінімуму енергоспоживання. Метою моделі квазістаціонарного охолодження є підвищення енергоефективності термоелектричного холодильника, що досягається знаходженням оптимального струму живлення від часу охолодження. Основна ідея розрахунку параметрів холодильника в цьому режимі полягає в тому, що весь діапазон зміни  $\Delta T$  температури ми ділимо на  $M$  проміжків. Крок зміни температури визначається кількістю проміжків  $M$ . Крок пов'язаний із  $M$  наступним співвідношенням:

$$\Delta T = \frac{T_0 - T_c}{M}, \quad (1)$$

де  $T_0$  – початкова температура в камері холодильника;  $T_c$  – кінцева температура в камері холодильника. Важливо зауважити, що, вибираючи крок  $\Delta T$ , результати будуть тим точнішими, чим менший крок. Проте є деяке мінімальне значення  $\Delta T_{\min}$ , нижче якого результати будуть некоректними. Це пояснюється тим фактом, що умова квазістаціонарності не виконується. Зрозуміло, що для кожного із цих проміжків можна підібрати свій оптимальний струм  $I(t)$ , при якому енергоспоживання холодильника буде мінімальним.

Тобто, користуючись математичною моделлю термоелектричного холодильника у квазістаціонарному режимі, ми можемо досягнути мінімуму його енергоспоживання.

### Список літератури

1. Йоффе А.Ф. Энергетические основы термоэлектрических батарей из полупроводников. – М.-Л.; Изд-во АН СССР, 1950. – 51с.
2. Сильбанс Л. С., Федорович Н. А. О работе охлаждающих термоэлементов в нестационарном режиме // Журнал технической физики, 1958. – Т. 28, № 3. – С. 12–15.



**Властивості спектральних характеристик електрона у двобар’єрній наносистемі в моделях просторово-залежних ефективної маси та потенціальної енергії**

У моделях неперервних просторово-залежних ефективної маси (рис. 1, а) та потенціальної енергії (рис. 1, б), які лінійно залежать від координати у приграничних шарах відкритої двобар’єрної резонансно-тунельної наносистеми, розвинена теорія та досліджено коефіцієнт прозорості й спектральні характеристики квазістаціонарних станів електрона.

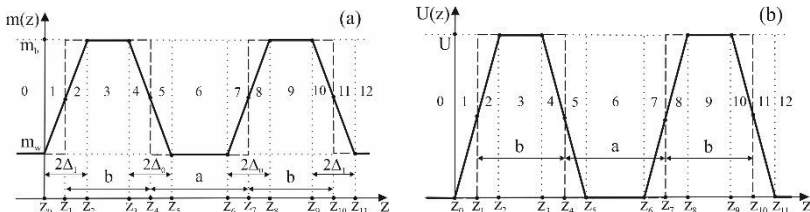


Рис. 1. Залежності від координати  $z$  ефективної маси (а) та потенціальної енергії (б) електрона у двобар’єрній наносистемі

Теорія розвинена на основі розв’язків рівняння Шредінгера, записаного у типовій формі Бен Деніел-Дьюка

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2} \frac{d}{dz} \left( \frac{1}{m(z)} \frac{d}{dz} \right) + U(z) \right] \Psi(z) = E \Psi(z), \quad (1)$$

з урахуванням умов неперервності хвильових функцій та потоків густин ймовірностей на всіх межах наносистеми:

$$\Psi(z_{j,s} - \varepsilon) = \Psi(z_{j,s} + \varepsilon), \quad \left. \frac{d\Psi(z)}{dz} \right|_{z=z_{j,s}-\varepsilon} = \left. \frac{d\Psi(z)}{dz} \right|_{z=z_{j,s}+\varepsilon}, \quad \varepsilon \rightarrow 0. \quad (2)$$

В областях наносистеми, де ефективна маса та потенціальна енергія електрона постійні, точні розв’язки рівнянь (1) відомі:

$$\Psi_j(\eta) = A_j e^{iK_j \eta} + B_j e^{-iK_j \eta} \quad (j = 0, 3, 6, 9, 12), \quad (3)$$

а в областях, де ефективна маса та потенціальна енергія є лінійними функціями координати, рівняння (1) не має точного розв'язку. Тому для його розв'язання неперервна координато-залежна функція  $U(z)$  задається у вигляді суми  $N$  кусково-неперервних функцій:

$$U(z_j \leq z \leq z_{j+2}) = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^N U_{j,s} [\theta(z - z_{j,s}) - \theta(z - z_{j,s-1})], \quad (4)$$

де  $U_{j,s} = U(z_{j,s} - \frac{d_j}{N})$ ,  $z_{j,s} = z_j + s \frac{2d_j}{N}$ ,  $z_{j,0} = z_j$ ,  $z_{j,N} = z_{j+2}$ ,  $j = 0, 3, 6, 9$ . Тут  $d_j = \Delta_0$  при  $j = 3, 6$  та  $d_j = \Delta_1$  при  $j = 0, 9$ .

Тепер за умови виконання рівнянь неперервності типу (2), рівняння (1) уже розв'язується. Його розв'язки мають вигляд

$$\Psi_{j,s}(\xi_{j,s}) = A_{j,s} \text{Ai}'(\xi_{p,j}) + B_{j,s} \text{Bi}'(\xi_{p,j}), \quad (5)$$

де

$$\xi_{j,s}(z) = 2m(z) \left( \frac{m_w d_j^2 (U_{j,s} - E)}{\delta m^2 \hbar^2} \right)^{1/3}. \quad (6)$$

Через знайдені хвильові функції, згідно з квантовою механікою, розраховується коефіцієнт прозорості наносистеми, який, як відомо [1], дозволяє визначити резонансні енергії  $E_n$  та резонансні ширини  $\Gamma_n$  квазістаціонарних станів електрона.

На прикладі двобар'єрної наносистеми з  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$  – ямами та  $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$  – бар'єрами досліджено вплив зовнішніх та внутрішніх приграничних шарів різних розмірів на прозорість наносистеми, резонансні енергії та ширини електронних станів. Здійснено порівняльний аналіз результатів розвиненої реалістичної моделі з результатами двох спрощених моделей: (а) неперервної просторово-залежної ефективної маси та стрибкоподібного потенціалу, (б) стрибкоподібних і ефективної маси і потенціалу.

### Список літератури

1. Ткач Н.В., Сети Ю.А. Эволюция и коллапс квазистационарных состояний электрона в плоских симметричных трехбарьерных резонансно-туннельных структурах. Физика низких температур. 35. 710 (2009).

## **Цифрові методи поліпшення офтальмологічних зображень**

Робота присвячена розробці методу цифрової обробки офтальмологічних зображень шляхом використання нечіткої кластеризації С-середніх та порівняння результатів з іншими відомими методами.

Розглянуто метод сегментації судин як один з основних підходів до створення інструментів автоматизованого аналізу сітківки. Удосконалено аналіз зображення сітківки, що може бути використане сегментоване судинне дерево для обчислення діаметра судини та звивистості, розрізнення вен та артерій разом із вимірюванням артеріовенозного співвідношення.

Запропоновано алгоритм сегментації судин сітківки на основі нечітких кластеризацій с-засобів та методу встановлення рівня. Використано морфологічні процеси, CLANE та відповідні методи фільтрування зображення для поліпшення картини перед нечіткою кластеризацією судинних пікселів. Запропоновано метод сегментації на загальнодоступних наборах даних, які використовують загальні показники валідації в сегментації судин сітківки.

Оптичний диск являє собою яскраву ділянку в центральній частині зображення очного дна і є зображенням оптичного нерва. Сегментація оптичного диска важлива для діагностики очних хвороб. Зокрема, глаукома характеризується розширенням оптичного диска [1].

Наведемо опис процедури Region growing. Процедура Region growing аналогічна алгоритму BPS обходу графа в ширину, але має певні модифікації. Від кожної точки, зазначеної білим кольором в карті Iseeds, процедура буде зв'язний компонент приблизно тієї ж інтенсивності, що і початкова точка. Заводиться спеціальна черга, спочатку порожня. Після того, як була обрана точка, зазначена білим кольором в Iseeds,

розглядаються сусідні до неї точки. У кінець черги додаються ті сусідні точки, для яких виконується одна з 3 умов:

1. У сусідній точці немає різкої зміни кольору (можна перевірити, наприклад, що значення оператора Лапласа в даній точці менше порога  $T_1$ );
2. Інтенсивність сусідньої точки відрізняється від середньої інтенсивності побудованого компоненту не більше, ніж на  $T_2$ ;
3. Інтенсивність сусідньої точки відрізняється від інтенсивності точки, від якої почалася побудова компонента, не більше, ніж на  $T_3$ .

Далі витягується точка з початку черги, для її незайнятих сусідніх точок проводяться ті ж дії. Цикл триває, поки черга не стане порожньою. Побудова компонента повторюється, поки є нерозглянуті білі точки.

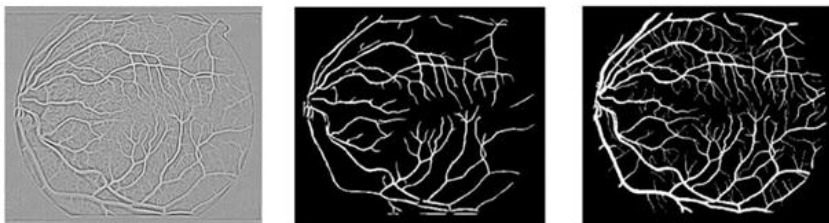


Рис. 1.

Сегментовані судини сітківки (рис.1) можуть бути використані для класифікації захворювань сітківки та систематичної ідентифікації хвороб, таких як діабет, інсульт або гіпертонія [1]. Запропоновано алгоритм сегментації судин сітківки на основі нечітких кластеризацій с-засобів та методу встановлення рівня.

### Список літератури

1. Krinidis, S., & Chatzis, V. (2010). A robust fuzzy local information C-means clustering algorithm. *IEEE Transactions on Image Processing*, 19(5), 1328–1337.

## **Можливості використання мистецтва писанкарства для розвитку творчих здібностей учнів**

Тарас Шевченко писав: “Село на нашій Україні, неначе писанка село”. Величність і красу хутору поет порівнював з писанкою – традиційним символом України. Писанка – це символ весни, сонця, повернення природи до життя. У багатьох стародавніх народів збереглися перекази, в яких яйце виступає джерелом життя, світла, тепла, навіть зародком усього всесвіту. Назва “писанка” походить від слова “писати”, тобто прикрашати орнаментом [1;2].

Писанка – одна зі стародавніх форм українського народного розпису, в якому наші предки втілювали свої прагнення та віру. Писанки пишуть й інші народи, зокрема словаки, болгари, поляки, словени, угорці, чехи, а також румуни, греки, німці, литовці, англійці. Зустрічався такий вид розпису ще за давніх, дохристиянських часів у китайців, римлян, греків, євреїв і загалом у всіх народів [3;4].

На території України писанкарство набуло найбільшого поширення за часів Київської Русі, в X-XIII століттях. За часів радянської влади виготовлення писанок зазнало певного занепаду. Писання писанок на Великдень суворо заборонялося і переслідувалося, проте зберігалося як унікальне мистецтво в Карпатському регіоні та в діаспорі.

Сьогодні питання відродження писанкарства стоїть особливо гостро. Воно знову набуває популярності: відроджуються забуті техніки, з’являються нові майстри. Це запорука невмирущості народу, сили його духу і таланту.

Метою роботи є навчання умінь та засвоєння навичок виготовлення писанок учнями та ознайомлення школярів із історичними аспектами розвитку мистецтва розпису на писанках.

Навчання писанкарства у школах сприятиме залученню учнів до духовної культури через ознайомлення з історичними

аспектами і розвитком мистецтва розпису на писанках, засвоєння навичок виготовлення писанок, а також естетичне виховання школярів. Для того, щоб оволодіти цим мистецтвом, діти вивчають історію виникнення писанки, традиції та технології виготовлення писанок.

Традиція писанкарства сягає своїм корінням у сиву давнину, що підтверджують археологічні артефакти. Писанка у своїй символіці не лише зберігає пам'ять народу, а й служить джерелом творчих ідей. Оздоблюються писанки геометричним, рослинним, зооморфним (риби, птахи, звірі, людина), пейзажним орнаментами, християнськими символами.

Навчання техніці воскового письма при виготовленні писанок дає змогу розвивати моторику рук школярів, стимулювати їх фантазію та формувати творчі здібності, створюючи складні за малюнком, багаті за кольором, неповторні орнаментальні композиції.

Писанкарство є одним із найцікавіших різновидів українського декоративного розпису, що зберігає давні традиції та стародавні форми українського народного орнаменту. Під час занять учні ознайомляться з історією писанкарства, видами та символікою писанок, технологіями їх виготовлення; освоють елементи розпису воском, навчатися створювати унікальні орнаменти писанки та застосують свої знання в написанні власних, сформувавши шанобливе ставлення до художньої спадщини нашого народу та його історії. Набуті навички учні зможуть застосовувати в образотворчому мистецтві та рукоділлі.

### Список літератури

1. Оксана Білоус Мистецтво писанкарства 2018. 1(15). С. 195-199.
2. Гуцуляк О. Про таємничу символіку писанки / О. Гуцуляк // Писанка. – 1994. – № 3. – С. 12
3. Vira Manko. The ukrainian folk pysanka. — Svichado; First Edition edition (2005). — 80 p.
4. Селівачов М. Лексикон української орнаментики (іконографія, номінація, стилістика, типологія). — К. : “Ант”, 2005. — 399 с.

## **Неграфічні обчислення на графічних процесорах за допомогою технології CUDA**

Актуальність паралельних обчислень зумовлюється рядом причин[1]:

- Явища у реальному світі відбуваються паралельно: тому паралельні обчислення є значно більш придатними для моделювання складних взаємопов'язаних об'єктів, явищ, систем та процесів порівняно із послідовними обчисленнями.
- Економія часу та грошей: використання значних обчислювальних ресурсів може пришвидшити процес знаходження розв'язків складних задач, причому вираш від оперативності часто перевищує вартість використання додаткових ресурсів
- Потреба у знаходженні розв'язків складних практичних та теоретичних задач.

А паралельні програми потребують паралельних обчислювальних систем. Для їх створення в хід ідуть всі доступні можливості – і організація складних обчислювальних систем, і задіяння кластерів, і використання всіх ядер центрального процесору(ЦП) для кожної із доступних машин. І постає питання, а чи не варто використовувати графічні відеокарти (GPU) для проведення неграфічних обчислень?

Одна з найбільш поширених технологій, яка включає в себе концепцію роботи із відеокартами є CUDA[2,3]. Вона дозволяє реалізувати задачі, які потребують об'ємних обчислень на графічних процесорах.

Архітектура графічних процесорів представлена на рис.1 Така будова відеоприскорювачів накладає обмеження на задачі, які можуть бути виконані за допомогою них. Так, підходять задачі із великим масивами даних, над якими виконується набір ідентичних операцій.

Важливими параметрами CUDA є два поняття: латентність та пропускна здатність. Якщо завдання оперує задачами із

частими пересиланнями даних між ЦП і прискорювачем, то можливість застосування GPU для проведення обчислень значно спадає.

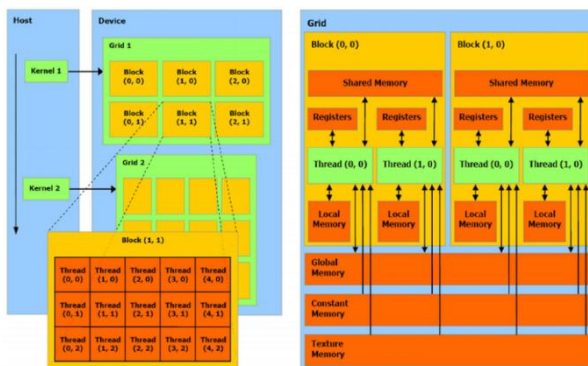


Рис. 1 Архітектура CUDA

Паралельні обчислення на GPU використовують для симуляції процесів фізики, криптографії, обчислювальної математики та ін. Також, показником зростання застосування CUDA є збільшення використання графічних процесорів NVIDIA в GPU обчисленнях: на даний момент більше 700 GPU-кластерів встановлені по всьому світу.

### Список літератури:

1. Воеводин В. В. Параллельные вычисления / Воеводин В. В. БХВ-Петербург, 2004 – 608 с.
2. Гребнов И.В. Применение GPU NVIDIA для неграфических расчетов / Гребнов И.В. – Электронні дані. – Режим доступу: [www.cyberleninka.ru/article/n/primenenie-gpu-nvidia-dlya-negraficheskikh-raschetov](http://www.cyberleninka.ru/article/n/primenenie-gpu-nvidia-dlya-negraficheskikh-raschetov) (дата звернення 01.03.2020 р.).
3. Неграфические вычисления на графических процессорах видеокарт, технологии nVidia CUDA и AMD Stream Режим доступу: <http://veb.name/index.php?document=negraficheskievichisleniyanagr> (дата звернення 01.03.2020 р.).



**Валентина Руснак**

Науковий керівник –доц. Гавриляк М. С.

## **Сучасні WEB-технології**

На сьогодні галузь веб-розробок є однією з найприбутковіших у сучасному суспільстві. Веб-розробка включає веб-дизайн, розробку веб-контенту, налаштування веб-сервера та мережевої безпеки, і, звичайно, розробка електронної комерції. Веб-розробка має величезний набір правил та технологій, про які повинен знати кожен розробник веб-сайту.

Розробка програми або веб-сайту зазвичай зводиться не просто до знання мов програмування, а до вміння застосовувати технології, що написані на тій чи іншій мові програмування.

**Angular** - одна з найновіших веб-технологій, розроблена спеціально для створення динамічних веб-додатків. За допомогою цієї технології можна легко створювати додаткові програми без використання інших фреймворків чи плагінів. Особливості включають в себе добре зроблені шаблони, архітектуру MVC, генерацію коду, розбиття коду і т. ін. Усі вирази схожі на фрагменти коду, які укладені у фігурні дужки і не використовують жодних циклів або умовних операторів [1].

**Ruby on Rails** - це технологія веб-сайтів на стороні сервера, яка робить розробку додатків набагато простішою та швидшою. Те, що дійсно розмежує цю технологію, - це повторне використання коду, а також деякі інші цікаві функції, які допоможуть виконати роботу за короткий час. Популярні веб-сайти, написані з Ruby, включають [Basecamp](#) , [Ask.fm](#) , [GitHub](#) , [500px](#) та багато інших [2].

**Yii** - це програма для розробки веб-додатків з відкритим кодом, побудована в PHP5. Це оптимізована продуктивність і постачається з низкою чудових інструментів для налагодження та тестування додатків . Ще один плюс полягає в тому, що він досить простий і простий у використанні [1].

**Meteor JS** написаний на Node.js, і це дозволяє створювати веб-додатки в реальному часі для різних платформ. Meteor JS дійсно виділяється основою для створення простих веб-сайтів для особистого користування. Це ізоморфна веб-технологія JavaScript з відкритим кодом та швидким завантаженням веб-сторінки. Стек

JavaScript також дозволяє отримувати ті самі результати з меншою кількістю рядків коду, ніж зазвичай.

**Express.js** - це мережа розробки веб-додатків, яка підходить для тих, кому потрібно якомога швидше розробляти додатки та API. Багато функцій надаються за допомогою плагінів. Розроблена в Node.js.

**Zend** - це програма з відкритим кодом, заснована на PHP, орієнтована на створення більш безпечних та надійних веб-додатків та служб. Це один із перших каркасів MVC корпоративного рівня, яка вийшла перед нинішніми супергітами, такими як Laravel або Symfony, і багато популярних двигунів PHP, таких як Magento, були побудовані в Zend. Сьогодні Zend все ще знаходиться в активному розвитку, і хоча він є менш популярний, ніж його брати з побратимами, це чудове рішення для широкомасштабного додатка PHP [3].

**Django** - одна із найпопулярніших фреймворків, написаний на Python і відповідає архітектурі MVC. Це значно спрощує процес розробки додатків завдяки своїй простоті. Django значно спрощує використання Python та надає безліч інструментів, які полегшують життя розробника веб-додатків - наприклад, ORM, моделі, адміністратор Django, шаблони тощо.

**Laravel** – це ідеальна технологія розробки PHP для невеликих веб-сайтів. Він оснащений низкою корисних функцій, включаючи підтримку MVC, об'єктно-зорієнтовані бібліотеки, Artisan, техніку авторизації, міграцію баз даних тощо. У даний час це одна з найбільш підтримуваних та розроблених спільнотою структур. Laravel - це чудовий інструмент, що забезпечує потужність як невеликих веб-сайтів, так і масштабних веб-додатків B2B, що керують мільйонами транзакцій щодня [4].

#### Список літератури:

1. Я. Файн, А. Моисеев. «Angular и TypeScript. Сайтостроение для профессионалов»
2. Хартл Майкл «Ruby on Rails для начинающих» ДМК Пресс, 2017 год, 572 стр., 3-е издание.
3. Васвани Викрам . «Zend Framework. Разработка веб-приложений на PHP» 2012
4. Саймон Холмс «Стек MEAN. Mongo, Express, Angular, Node»

### SPICE-модель автодинного спіно-детектора ядерного квадрупольного резонансу

Автодинні спіно-детектори на польових транзисторах широко використовуються, як при спостереженні ядерних резонансних сигналів, так і в галузі термометрії ядерного квадрупольного резонансу (ЯКР), що зумовлено їх простотою, надійністю та високою чутливістю [1]. Серед відомих схем автодинів існує декілька напрямів схемних рішень, відмінність між якими полягає у способі реалізації зворотного зв'язку. У кожному конкретному випадку, при вдалій конструкції, ретельному виборі електронних компонентів та належному підборі режимів може бути досягнута досить висока чутливість у детектуванні резонансних сигналів за рахунок зниження власних шумів та послаблення зовнішніх наведень.

Для аналітичного оцінювання рівня шумів та оптимального розрахунку режимів роботи автодинного спіно-детектора розроблена його SPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)-модель, яка поділена на три функціональні вузли: а) – коливальний контур, б) – вхідне коло, в) – коло оберненого зв'язку.

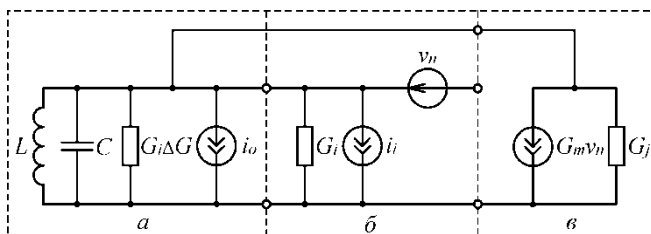


Рис. 1. SPICE-модель автодинного спінового детектора

При виконанні умов резонансу має місце зміна опору  $|\Delta Z|$  і тангенсу кута втрат паралельного коливального контуру  $LC$  автодинного спіно-детектора, що зумовлює зміну амплітуди та частоти генерованих в ньому високочастотних коливань. Зміну амплітуди напруги на  $LC$ -контурі спіно-детектора за рахунок

резонансного поглинання можна відобразити наступним чином:

$$\Delta U_{mg} = -2\pi\eta Q\chi'' \frac{(8S/|S''| - U_{mg}^2)}{U_{mg}}, \quad (1)$$

де  $S$  – крутизна характеристики транзистора;  $S''$  – друга похідна крутизни характеристики транзистора;  $\eta$  – коефіцієнт заповнення об'єму котушки зразком;  $Q$  – добротність коливального контуру;  $\chi''$  – ядерна магнітна сприйнятливність.

Паралельний коливальний  $LC$  контур автодинного спіндетектора характеризується еквівалентною паралельною провідністю  $G_0$  і пов'язаним з нею шумом  $i_0$ . Додаткова провідність  $\Delta G$  відповідає резонансному поглинанию. Ємнісна складова повної провідності врахована у величині  $C$ , тоді як активні складові опору входять в  $G_i$ . Генератор струму вхідних шумів  $i_i$  формується з відповідних квадратичних комбінацій теплових шумів усіх елементів шунтування та шумом, зумовленим вхідним струмом підсилювального пристрою. Послідовно ввімкнений генератор шумової напруги  $v_n$  відповідає величині приведенного до входу дробового шуму. Це джерело моделює також пропорційні  $1/f$  шуми пристрою. Коло зворотного зв'язку включає генератор  $G_m v_1$  з нелінійною характеристикою:

$$G_m v_1 = \alpha v_1 + \beta v_1^2 + \gamma v_1^3. \quad (2)$$

Зазвичай  $\alpha$  є додатною величиною, а  $\gamma$  – від'ємною. Знак  $\beta$  не впливає на поведінку детектора. Активну частину повної провідності представляє провідність зворотного зв'язку  $G_j$ , ємнісна частина якої включена в  $C$ . Сумарна провідність схеми

$$G = G_0 + G_i - G_j. \quad (3)$$

Розглянуто SPICE-модель, яка може знайти застосування при оцінюванні рівня шумів, чутливості та розрахунку режимів роботи активних елементів автодинного спіндетектора.

#### Список літератури

1. Саміла А. П., Хандожко А. Г., Хандожко В. А. Автодинный спектрометр ядерного квадрупольного резонанса с равномерной частотной шкалой. *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. 2010. № 5–6. С. 17–22.

## **Використання системи автоматизованого проектування AutoCAD у навчальному процесі**

Системи автоматизованого проектування (САПР) у наш час застосовуються майже на всіх стадіях різного виду проектування та виробництва. Популярність використання САПР в архітектурі, кіно, географічних інформаційних системах, картографії, машинобудуванні, електротехніці, створенні WEB-сторінок зумовило появу великої кількості програмно-методичних комплексів для роботи із системами автоматизованого проектування. Вони відрізняються за прикладною орієнтацією та за ступенями спеціалізації, а найбільш відомими є програми AutoCAD, 3ds Max, SolidWorks, Inventor, CATIA, COMPAS [1].

AutoCAD є універсальною системою автоматизованого проектування, оскільки поєднала у собі функції тривимірного моделювання та двовимірного креслення. Продукт компанії Autodesk з'явився в 1982 році, та є одним із перших, створених для персональних комп'ютерів. Завдяки демократичній ціні та легкості у використанні програма швидко завоювала першість і досі є популярною серед інженерів, проектувальників і конструкторів різних промислових галузей.

Програма AutoCAD полегшує та пришвидшує рутинну роботу зі створення креслень, забезпечує точність їх виконання. Застосування середовища концептуального проектування допомагає просто й інтуїтивно редагувати і створювати проєкції твердих тіл і поверхонь; ефективно формувати і використовувати комплекти креслень: групувати їх за розділами проєкту або іншими логічними категоріями, створювати переліки аркушів, архівувати проєктну документацію та організувати колективну роботу фахівців над проєктом. На початковому етапі проектування виявити будь-які помилки чи неточності розробки у AutoCAD допомагають засоби візуалізації – реалістичне тонування та анімація [1;2].

У результаті автоматизації проектування набуття практичних навиків роботи з САПР є необхідною частиною підготовки інженерів різних спеціальностей. Оскільки програма AutoCAD розвивається так само стрімко, як і техніка, з'являється потреба у вдосконаленні лабораторного практикуму, націленого на вивчення систем автоматизованого проектування [2].

Лабораторні роботи практикуму містять необхідний теоретичний матеріал та практичні завдання, під час виконання яких студенти навчатимуться роботі зі всіма інструментами програми. Завдання практикуму написані від найлегшого до найскладнішого: від створення точки до проектування 3D-виробу, що дозволить студентам вдосконалювати та закріплювати отримані знання. У роботах значну увагу приділено редагуванню частин виробу, адже саме ці навички роботи в САПР найчастіше необхідні в процесі реального виробництва. Однією з особливостей лабораторного практикуму є те, що студент може вибрати свій шлях кожної дії (для цього до трьох варіантів). Перспективним у розробці лабораторних робіт на базі AutoCAD є орієнтування на широке розуміння усіх програм САПР, оскільки принципи роботи їх між собою тісно пов'язані. Зміст письмових інструкцій побудований так, щоб урахувати індивідуальні пізнавальні можливості студентів.

Використання оновлених лабораторних робіт у навчальному процесі відіграватиме важливу роль у формуванні практичних умінь та знань у студентів, сприятиме освоєнню ними навиків роботи з двовимірними та тривимірними об'єктами комп'ютерної графіки. Отримані за час виконання практикуму знання студенти зможуть застосовувати при вивченні суміжних дисциплін, написанні магістерських робіт, а також у майбутній професійній діяльності.

#### **Список літератури**

1. Малюх В. М. Введение в современные САПР. – М.: МГОУ, 2015. – 192 с.
2. Safiee, Z., Hanapi, Z., Sheh, Y. S. Factors Affecting the Readiness of Using AutoCAD Software in Teaching. International Journal of Academic Research Business and Social Sciences, 9(5), 128–137 (2019).

**Віталій Семешкін**  
Наукові керівники – проф. Анатичук Л.І.,  
асист. Разіньков В.В.

### **Вирощування монокристалів на основі $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ у тонких щілинах**

Удосконаленню методів отримання термоелектричних матеріалів на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  приділяється багато уваги у зв'язку з тим, що цим матеріалам практично немає альтернативи при виготовленні термоелектричних перетворювачів енергії [1-2]. Найважливішим технологічним завданням є отримання однорідних монокристалів із досконалою структурою і заданими електрофізичними властивостями.

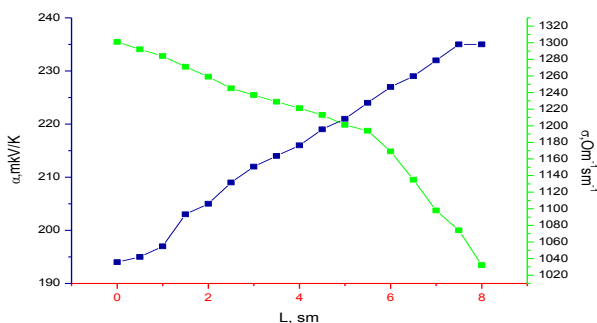
Одним із нових методів вирощування монокристалів є метод з використанням контейнерів у вигляді тонких щілин, що передбачає отримання кристалічних пластин із високою термоелектричною ефективністю і механічною міцністю.

Цей метод полягає в тому, що з попередньо синтезованого твердого розчину телуриду вісмуту  $\text{Sb}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Te}_3$ , методом спрямованої кристалізації, а саме методом Бріджмена, вирощують тонкі кристалічні пластини товщиною 0,25 – 1,5 мм.

Кристалічні пластини одержують із використанням графітового кристалізатора. Порожнини, в яких відбувається процес спрямованої кристалізації, формуються щільно стисненими профільованими пластинами. На верхній торець сформованого в такий спосіб пакета профільованих пластин встановлювався з'ємний контейнер із верхньою кришкою. Внутрішній об'єм контейнера призначений для заповнення шихтою попередньо синтезованого термоелектричного матеріалу на основі  $\text{Bi-Te}$ . У дні контейнера зроблені отвори, через які розплав термоелектричного матеріалу витікає з контейнера і заповнює порожнини.

Температура верхньої та нижньої частин щілинних порожнин вимірюється. Електроди термопар через герметичний перехід вводяться до зовнішніх приладів. Нижній торець пакета профільованих пластин встановлено на чашку, яка через шток

з'єднана з основою, яка охолоджується. Змонтований у такий спосіб вузол конструкції накривається з'ємною ампулою з кварцового скла. Для забезпечення необхідних для функціонування кристалізатора температурних режимів використовується нагрівник, який охоплює верхню частину ампули. Спрямована кристалізація із розплаву термоелектричного матеріалу відбувається при переміщенні нагрівника вгору. Швидкість переміщення відносно щільного контейнера регульована і може встановлюватися в діапазоні 4-30,0 мм/год.



*Рис. 1. Коефіцієнти термоерс та електропровідності пластини TEM, вирощеного в щільному кристалізаторі*

Використовуючи описану установку, експериментально досліджено процес вирощування термоелектричних матеріалів на основі твердих розчинів  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$  у графітових кристалізаторах. Визначено вплив надлишкового телуру на параметри термоелектричного матеріалу та досліджено розподіл термоерс та електропровідності вирощеної пластинки TEM уздовж напрямку росту.

#### Список літератури

1. Гольцман Б.М. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ / Гольцман Б.М., Кудинов В.А., Смирнов И.А. М.: Наука, 1972. 320с.
2. Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплава. Конвекция и неоднородности / Мюллер Г. М.: Мир, 1991. 150 с.



**Марічка Сербин**

Науковий керівник – асист. Ніцович О.В.

### **Властивості нелегованих твердих розчинів на основі $\text{Bi}_2\text{Te}_3$**

Тверді розчини систем  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$  р-типу провідності та  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  п-типу провідності привертають увагу дослідників уже понад 60 років, оскільки вони є найперспективнішими матеріалами для виготовлення термоелементів, що працюють у діапазоні температур 150-350 К [1; 2].

Відомо, що головний спосіб поліпшення ККД термоелектричних пристроїв – генераторів та охолоджувачів – полягає у збільшенні добротності термоелектричних матеріалів (ТЕМ):  $Z = \alpha^2 \sigma / \kappa$ , де  $\alpha$  – термоерс, або коефіцієнт Зеебека;  $\sigma$  – коефіцієнт електропровідності;  $\kappa$  - коефіцієнт теплопровідності. Збільшення величини  $Z$  досягається збільшенням  $\alpha$  та зменшенням  $\kappa$ .

Теплопровідність нелегованих твердих розчинів  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  та  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$  досліджувалася багатьма авторами [2-4]. Для сполук  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$  значення величини ґраткової теплопровідності отримані з різних літературних джерел, добре узгоджуються між собою і вказують на мінімум ґраткової теплопровідності в області 65-75 мол.%  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ . У твердому розчині  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ , за різними даними, існує два мінімуми теплопровідності - поблизу 10-20 мол.%  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  та 70-80 мол.%  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ .

Відомо, що одним із шляхів підвищення ефективності багатокаскадних термоелектричних охолоджувачів також є використання матеріалів з оптимальними для кожного каскаду властивостями. Тому актуальним є узгодження та перевірка літературних даних щодо впливу складу ТЕМ на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  на його термоелектричні властивості.

Для експериментальних досліджень, методом вертикальної зонної плавки було вирошено 7 злитків ТЕМ на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  різного складу. Із отриманих кристалів вирізалися зразки розмірами 8мм×13мм завжди з однієї й тієї ж

частини злитка. На отриманих експериментальних зразках вимірювалися значення електропровідності, термоерс та теплопровідності автоматизованим обладнанням, розробленим в Інституті термоелектрики НАН та МОН України “АЛТЕК-10001”, що дозволяє вимірювати параметри ТЕМ для діапазону температур від кімнатної до 500 °С.

На рис.1 зображено залежність ґраткової теплопровідності  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  від складу твердого розчину при різних температурах. Ґраткова складова теплопровідності розраховувалася із отриманих експериментальних даних за методикою, описаною в [2, с.79].

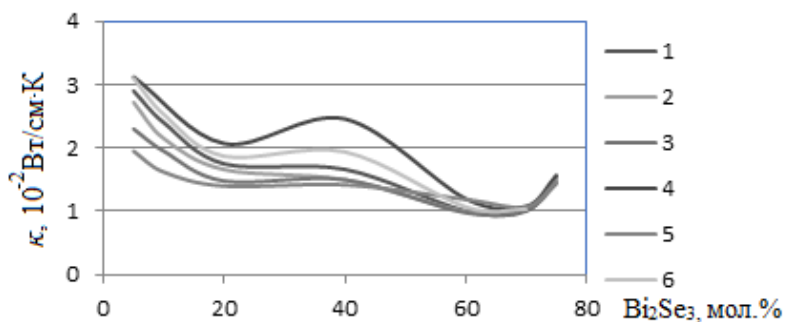


Рис.1. Залежність теплопровідності кристалічної ґратки  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  від складу твердого розчину при різних  $T$ : 1 – 210 °С; 2 – 164 °С; 3 – 119 °С; 4 – 306 °С; 5 – 74 °С; 6 – 257 °С

Встановлено, що мінімум ґраткової теплопровідності для ТЕМ n-типу на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  знаходиться в області 60 – 70 мол.%  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ .

#### Список літератури

1. Ніцович О.В., Сербин М.В. Фрагменти з історії винайдення  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  та його перших практичних використань // Фізика і хімія твердого тіла. – Т.19, №4. – 2018. – С. 34-39.
2. Гольцман Б.М., Кудинов Б.А., Смирнов І.А. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ . - М.: Наука, 1972. – 320 с.
3. Goldsmid H. J. Recent Studies of Bismuth Telluride and Its Alloys // Journal of Applied Physics. - №32. – P. .2198 – 1961.
4. Свечникова Т.Е., Старк Н.К., Чижевская С.И. Исследование термоэлектрических свойств твердых растворов системы  $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$  // Неорганические материалы. – Т.17, №11. – 1981. – С. 1996-1998.

### **Комп'ютерне моделювання алгоритму відновлення інформації оптичного поля**

Результати комп'ютерного моделювання алгоритму відновлення інформації про оптичне поле за відомим вимірним розподілом інтенсивності з використанням інтерполяції бікубічними сплайнами, що можна розділити на декілька етапів:

- математичні підходи інтерполювання отриманого розподілу інтенсивності;
- визначення локалізації сідлових точок інтенсивності;
- отримання розподілу градієнтних ліній інтенсивності шляхом з'єднання множини сідлових точок інтенсивності.

Моделювання розподілу інтенсивності, отриманого при розсіюванні опромінення на шорстких неоднорідних об'єктах, в тому числі і віддалених, передбачає використання наближень теорії дифракцій. Зокрема, при моделюванні загальної результуючої картини розподілу інтенсивності враховуються зміни оптичного поля, які були спричинені впливом неоднорідності атмосфери або турбулентності. Використовуючи дифракційні інтеграли Релея – Зомерфельда, було промодельоване випадкове спекл-поле віддаленого об'єкту, з наступним визначенням локалізації сідлових точок інтенсивності досліджуваного оптичного поля.

Сідлова точка в математичному аналізі - така точка з області існування функції, яка є стаціонарною для даної функції, однак не є її локальним екстремумом. У такій точці, якщо розглядається функція двох змінних, графік функції, зазвичай, нагадує за своєю формою сідло - опукла в одному напрямку і увігнута в іншому.

Відтворення градієнтних ліній здійснюється наступним чином: з сідлової точки інтенсивності  $S$ , проводимо лінію, що сполучає точки з максимальним значенням градієнта, спрямованим до зазначеної сідлової точки. На фазовій карті, ця лінія відповідає області рівномірної

просторової зміни фази. При обході сідлової точки інтенсивності завжди отримуються два мінімуми, тобто, сідлова точка є початковою для двох градієнтних ліній. Вказані лінії обмежують просторові області, де спостерігається збільшення інтенсивності.

На Рис. 1 (а, b) зображено візуалізацію результатів застосування алгоритму для пошуку скелетону випадкового спекл-поля.

На рисунку b представлений просторовий розподіл фази, отриманий з умови зміни фази в межах вибраних областей на  $\pi/2$ .

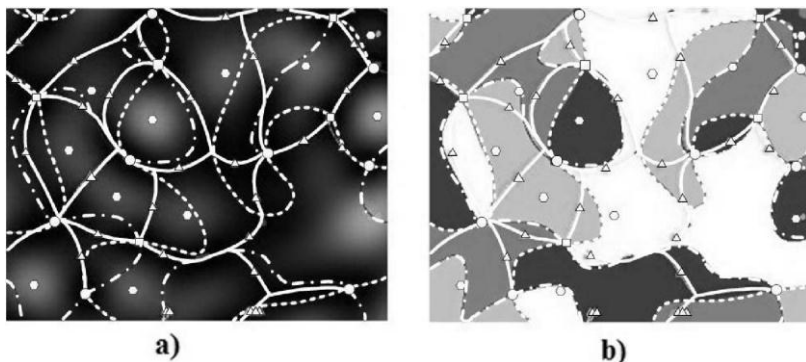


Рис.1 Візуалізація результатів застосування алгоритму для пошуку скелетону випадкового спекл-поля.

Сідлові точки і максимуми інтенсивності відображені білими трикутниками та ромбами, відповідно; сингулярності фази (нулі амплітуди) протилежних знаків зображені білими колами та квадратами. Відновлені градієнтні лінії інтенсивності представлені суцільними білими лініями. Нульові лінії для дійсної та уявної частин комплексної амплітуди поля зображені пунктирними та штрих-пунктирними лініями, відповідно.

#### Список літератури:

1. Мохунь И.И. Введение в линейную сингулярную оптику/ И. И. Мохунь// Черновцы, Черновицкий национальный университет. – 2012. – 215с.

### **Розвиток творчих здібностей учнів засобами інформаційних технологій**

Інформаційні та комп'ютерні технології все більше впливають на формування і подальший розвиток суспільства. Їх революційний вплив стосується способу життя людей, їхньої освіти й роботи, а також є важливим стимулом розвитку світової економіки. Інтенсивне впровадження комп'ютерної техніки і надалі буде зростати і набувати значного впливу на діяльність учасників навчально-виховного процесу [1]. Через це стає актуальним питання про інформаційні технології в освіті України.

Разом із цими основними принципами модернізації змісту шкільної освіти в Україні є гуманітаризація, диференціація та інтеграція, що має на меті формування творчої особистості.

«Для технологічної освіти надто актуальним є питання інформатизації виробництва та суспільно-виробничих відносин. Інформаційне суспільство виступає ключовим поняттям, яке в подальшому буде впливати на зміну традиційних підходів у технологічній освіті підрастаючого покоління» [2, с.135].

Роль творчості в навчально-виховному процесі зумовлюється низкою важливих міркувань. По-перше, творчість допомагає виробляти вміння розв'язувати нові завдання, орієнтуватися в нових умовах, долати різноманітні труднощі. По-друге, творчість пробуджує та стимулює розвиток інтересів до діяльності, оскільки завжди пов'язана з відкриттям нового, знаходженням чогось раніше невідомого.

Особливістю трудового навчання як навчального предмета є його продуктивний характер. Використання інформаційних технологій в ході проектно-технологічної діяльності дозволяє учням вийти за межі програмного матеріалу, сформувати навички самостійного пошуку інформації та створення на її основі нових образів, нових способів дії, знаходження шляхів використання її по-новому для створення нового продукту.

«Причому під створенням продукту розуміють не лише виготовлення матеріального об'єкта а й створення гіпотези для розв'язання проблемного завдання, презентації наукової чи технічної ідеї на основі проведеного пошуку відповідної інформації, створення проектно-технологічної документації чи творчого проекту» [2, с.136].

На жаль, інформація, подана в підручнику, перетворюється в застарілу ще під час видання підручника. Вивчення окремих тем із використанням інноваційних технологій, комп'ютерної техніки та найсвіжшої інформації, взятої з мережі Internet, – один із способів оптимізації та урізноманітнення навчально-виховального процесу.

Проектно-технологічна діяльність на уроках трудового навчання передбачає чотири етапи: організаційно-підготовчий, конструкторський, технологічний та завершальний. Ефективність використання інформаційних технологій із метою формування творчих здібностей учнів на кожному з цих етапів значною мірою залежить від готовності учителя. Тому на даному етапі модернізації освіти значна роль повинна бути надана підготовці вчителя до використання інформаційних технологій.

Використання інформаційних технологій у навчально-виховному процесі дозволить вчителям реалізувати свої педагогічні ідеї, а учням дасть можливість самостійно вибирати освітню траєкторію – послідовність і темп вивчення тем, систему тренувальних завдань і задач, способи контролю і перевірки знань. Це буде сприяти виробленню в учнів індивідуального стилю діяльності, культури самовизначення та розвитку їх творчих здібностей.

#### Список літератури

1. Інформаційні технології – майбутнє України [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://dt.ua/EDUCATION/informatsiyi\\_tehnologiyi\\_maybutne\\_ukrayini.html](https://dt.ua/EDUCATION/informatsiyi_tehnologiyi_maybutne_ukrayini.html).
2. Терещук А. І. Сучасні тенденції розвитку технологічної освіти. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Сер.: педагогіка. 2008. № 3. С. 134–138.

## **Перетворювач напруга-частота**

Перетворювачі напруга-частота (ПНЧ або Voltage-to-Frequency Converters VFC) є одним найбільш широко розповсюджених способів перетворення постійної напруги в частоту. Таке перетворення необхідне в генераторах коливальної частоти (свіп-генератори), при частотному методі вимірювання величини постійної напруги. ПНЧ – хороше рішення для задач вимірів усереднених параметрів, та задач модуляції частоти. ПНЧ відносяться до класу інтегруючих перетворювачів, тому володіють рядом переваг [1]:

- прийнятна точність при мінімальному числі прецизійних компонентів;
- відносно низька вартість;
- висока завадостійкість;
- мала чутливість до змін напруги живлення;
- відсутність диференційної нелінійності.

ПНЧ перетворює вхідну напругу в частоту вихідного сигналу, який може передаватись на велику відстань без спотворення інформаційного параметра – частоти. Другий аспект ПНЧ це різновид аналогово-цифрового перетворення, а саме перетворення «частота-код» яке виконується шляхом підрахунку кількості імпульсів за фіксований інтервал часу. Якщо цей інтервал зробити кратним періоду завади, наприклад 20мс, то завада пригнічується повністю. Ця властивість особливо важлива при вимірюванні зашумлених низькорівневих сигналів, наприклад, термоелектрорушійна сила термопар.

Прийнято поділяти ПНЧ на несинхронізовані та синхронізовані.

В інтегральних мікросхемах ПНЧ використовується метод інтегрування вхідного сигналу з імпульсною компенсацією заряду інтегруючого конденсатора.

Для отримання високої точності і стабільності перетворення необхідно забезпечити сталість вольт-секундної площі імпульсу зворотнього зв'язку. Найкращою точністю і стабільністю володіють синхронізовані ПНЧ, в яких тривалість імпульсу зворотнього зв'язку стабілізує кварцевий резонатор

При виборі ПНЧ варто враховувати такі фактори як [2]:

- кількість компонентів, вимоги до їх якості, та ціни;
- точність ПНЧ (цей параметр характеризується інтегральною нелінійністю, зміщенням і дрейфом нуля, зміщенням і дрейфом коефіцієнта перетворення);
- діапазон зміни величини вихідної частоти (  $f_{max}$  не менше 100МГц, а  $f_{min}$  не вище 10кГц) для отримання необхідної роздільної здатності;
- величина вхідного опору узгоджена з опором навантаження;
- енергоспоживання (кількість і рівні напруги живлення);

#### **Технічні характеристики:**

Напруга живлення	10 В;
Максимальний струм	30 мА;
Діапазон зміни частот	40Гц÷100МГц;
Максимальна вага пристрою	~ 0,3кг.

#### **Список літератури**

1. <http://www.compitech.ru> «Преобразователи напряжение – частота»
2. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988.



## Модельовання проникного термоелемента в режимі генерації електричної енергії

Перспективним напрямом підвищення ефективності термоелектричного перетворення енергії є використання фізичних моделей термоелементів, в яких теплообмін із джерелом і виток тепла здійснюється не тільки через спаї віток, як у традиційних термоелементів, а і в об'ємі віток [1]. Варіантами реалізації таких моделей є проникні термоелементи, в яких існують канали для прокачування крізь них рідинного або газоподібного теплоносія [2]. Керуючи теплофізичними параметрами (швидкістю теплоносія, інтенсивністю теплообміну, густиною електричного струму і т.п.), можна реалізувати такі умови роботи, при яких енергетична ефективність перетворення енергії буде краща, ніж у традиційних. Однак ще лишаються малодослідженими 3D-моделі проникних термоелементів.

Для неоднорідного ізотропного проникного термоелектричного середовища (рис.1), в якому має місце

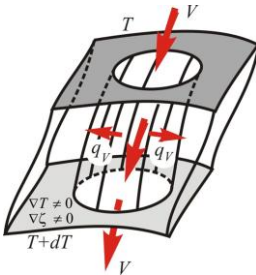


Рис.1. Проникне термоелектричне середовище

стаціонарний потік тепла, заряджених частинок і енергії, викликаний наявністю градієнтів температури  $\nabla T$  і електричного потенціалу  $\nabla \zeta$ , процеси обміну і перетворення енергії описуються фундаментальними законами збереження енергії та електричного заряду. Які в стаціонарному випадку визначаються системою рівнянь

$$\left. \begin{aligned} \nabla(\kappa \nabla T) + \frac{\vec{i}^2}{\sigma} - T \frac{\partial \alpha}{\partial T} (\vec{i} \nabla T) - T (\vec{i} \nabla |_{T=\text{const}} \alpha) &= 0, \\ \nabla(-\sigma \nabla \zeta - \sigma \alpha \nabla T) &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де  $\vec{q} = -\kappa \nabla T + \alpha T \vec{i}$ ;  $\vec{i} = -\sigma \nabla \zeta - \sigma \alpha \nabla T$  - вектори густини потоку тепла та електричного струму;  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\kappa$  - коефіцієнти термоерс, електропровідності та теплопровідності.

Наявність теплообміну термоелектричного матеріалу з теплоносієм зумовлює необхідність розв'язувати (1) разом із рівняннями неперервності, руху та теплопровідності для теплоносія:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{div}(\rho \vec{V}) &= 0, \\ \rho_i \vec{F} - \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{V} + \frac{1}{3} \mu \nabla(\operatorname{div}(\vec{V})) &= 0, \\ \rho_i \vec{F} \vec{V} + \operatorname{div}(\Lambda \vec{V}) + \operatorname{div}(\kappa_i \nabla t) + \rho_i q_v &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де  $\rho_i$  - густина теплоносія;  $\vec{V}$  - швидкість теплоносія;  $\vec{F}$  - масова сила;  $p$  - тиск;  $\Lambda$  - тензор напруження;  $\kappa_i$  - коефіцієнт теплопровідності теплоносія;  $q_v$  - внутрішні джерел тепла;  $U$  - внутрішня енергія.

Результати розрахунків вказують на те, що використання бокового теплообміну може поліпшити ККД на 20-30% і електричну потужність на 30-40%. Що є перспективним для використань у рекуператорах теплових відходів транспортної техніки, промисловості і т.д.

### Список літератури

1. Анатычук Л.И. Термоэлектричество. Т.1. Физика термоэлектричества. Черновцы, 2008. – 388 с.
2. Anatyshuk L.I., Cherkez R.G. On permeable thermoelement simulation /Proc. 11th ECT, 2013, Noordwijk, Netherlands. P. 102

**Електричні властивості CdHgTe як матеріалу  
для детекторів X- і гамма випромінювання**

Впродовж декількох десятиліть телурид кадмію є основним матеріалом для напівпровідникових детекторів X- і  $\gamma$ -випромінювання з розширеним порівняно з кремнієвими детекторами діапазоном енергії квантів аж до  $\sim 1$  MeV [1]. До того ж, розроблені ще в 1950-х роках детектори на основі кремнію, легованого літієм, потребують криогенного охолодження для зменшення теплових шумів. У багатьох випадках застосування рідкого азоту є незручним, а часом і неможливим. Детектори на основі CdTe працюють без криогенного охолодження, а розширення чутливості в область більшої енергії квантів зумовило практичне застосування CdTe-детекторів у цілому ряді галузей – від простих кишенькових дозиметрів до складних систем для астрономічних досліджень. Наприкінці 1990-х років було виявлено, що при переході від CdTe до твердого розчину  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$  ( $x \approx 0,1$ ) дефектність кристала зменшується [2] і тому провідні фірми перейшли до випуску саме  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторів. Проте надії на подолання всіх зазначених проблем повною мірою не виправдалися.

Перевагою твердого розчину  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$  порівняно з CdTe є звуження забороненої зони  $E_g$  у результаті введення ртуті в кристалічну ґратку CdTe, а не її розширення, як в  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$  при додаванні цинку. Це приводить до зменшення середньої енергії іонізації атомів високоенергетичним квантом, а отже, – до збільшення кількості генерованих електронно-діркових пар, що покращує енергетичну роздільну здатність детектора. Зменшення питомого опору, зумовлене звуженням забороненої зони, може бути компенсовано використанням, як і в CdTe і  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторах, термоелектричного охолодження [4].

Ще одна перевага детектора на основі твердого розчину  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$  порівняно з CdTe – збільшення ефективного (середнього) атомного номера матеріалу, що призводить до

збільшення поглинання, а отже, чутливості детектора у високоенергетичній області енергії  $\gamma$ -квантів.

У даній роботі наведено результати дослідження особливостей механізмів переносу заряду в кристалах  $\text{Cd}_{0.95}\text{Hg}_{0.05}\text{Te}$  з точки зору можливості їх застосування в детекторах X- і  $\gamma$ -випромінювання. У досліджуваних кристалах  $\text{Cd}_{0.95}\text{Hg}_{0.05}\text{Te}$  концентрації домішок значні, і тому в рівнянні електронейтральності  $n + N_a^- = p + N_d^+$  можна знехтувати концентраціями вільних носіїв заряду  $n$  і  $p$ . Якщо рівень компенсуючого донора достатньо мілкий, тобто віддалений від акцепторного рівня хоча б на  $\sim 5kT$ , донори можна вважати повністю іонізованими. Тоді розв'язок рівняння електронейтральності в аналітичній формі відносно енергії рівня Фермі  $\Delta\mu$  має вигляд

$$\Delta\mu = E_a - kT \ln\left(\frac{1-\xi}{\xi}\right), \quad (1)$$

де  $E_a$  – енергія іонізації акцепторів;  $\xi = N_d/N_a$  – ступінь компенсації акцепторів донорами. Зіставляючи результати розрахунку за формулою (1) з температурною залежністю рівня Фермі, отриманою з експериментальної температурної залежності питомого опору, можна визначити положення в забороненій зоні рівня домішки (дефекту), відповідальної за електричну провідність кристала та ступінь його компенсації. Отримані результати дозволяють зробити висновки, важливі з наукової та практичної точок зору.

### Список літератури

1. Eisen Y., Shor A. CdTe and CdZnTe materials for room-temperature X-ray and gamma ray detectors. J. Crystal Growth. – 1998. – Vol. 184/185. – p. 1302-1312.
2. Butler J.F., Lingren C.L., Doty F.P. Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te gamma ray detectors. IEEE Transactions on Nuclear Science. – 1992. – Vol. 39(4), p. 605-609.
3. Hansen G. L., Schmit J. L., and Casselman T. N.. Energy gap versus alloy composition and temperature in Hg<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>Te. J. Appl. Phys. – 1982. – Vol. 53(10). – p. 7099-7101.
4. Khusainov A.Kh. Cadmium telluride detectors with thermoelectric cooling. Nucl. Instr. and Meth. – 1992. – Vol. A322. – P. 335-340.

### Властивості масового оператора і вироджений спектр дворівневої квазічастинки, взаємодіючої з фононами

У фізиці наногетеросистем переважна більшість енергетичних спектрів квазічастинок є виродженими через однакові геометричні параметри квантових ям і малі розміри розділяючих їх потенціальних бар'єрів. Теорії, яка послідовно враховує виродженість спектрів квазічастинок, взаємодіючих з фононами (хоча б при  $T=0\text{ K}$ ), поки що немає. Причина в тому, що математичний апарат такої теорії є досить складним і, як мінімум, надто громіздкий навіть для комп'ютерних розрахунків.

Для побудови теорії перенормованого енергетичного спектра взаємодіючої з поляризаційними фононами локалізованої квазічастинки з двічі виродженим збудженням рівнем скористаємося розвиненим у праці [1] підходом і тому розглянемо гамільтоніан системи у вигляді:

$$\hat{H} = \sum_{\mu=1}^3 E_{\mu} a_{\mu}^{+} a_{\mu} + \sum_{\vec{q}} \Omega(\vec{q}) (b_{\vec{q}}^{+} b_{\vec{q}} + \frac{1}{2}) + \sum_{\vec{q}} \sum_{\mu_1, \mu_2=1}^3 \varphi_{\mu_1 \mu_2} a_{\mu_1}^{+} a_{\mu_2} (b_{\vec{q}} + b_{-\vec{q}}^{+}). \quad (1)$$

Тут  $E_{\mu}$  – енергетичні рівні невзаємодіючої з фононами квазічастинки. Внаслідок типово слабкої залежності енергії оптичного фонона від його квазіімпульса ( $\vec{q}$ ) далі будемо нехтувати дисперсією, вважаючи  $\Omega(\vec{q}) = \Omega$ . Константи зв'язку квазічастинки з фононами ( $\varphi_{\mu_1 \mu_2}$ ) вважаються відомими параметрами задачі й при однакових індексах ( $\mu_1 = \mu_2$ ) характеризують внутрішньорівневу, а при різних індексах ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ) – міжрівневу взаємодію.

Як відомо із загальної теорії функцій Гріна [1], при низькій температурі (формально  $T=0\text{ K}$ ) перенормований енергетичний спектр системи, що описується гамільтоніаном (1)

у діаграмній техніці Фейнмана–Пайнса, визначається діагональним елементом  $G_{\mu}(\omega) = G_{\mu\mu}(\omega)$  фур'є-образу матричної функції Гріна квазічастинки  $G_{\mu\mu'}(\omega)$ , яка відповідає точній системі рівнянь

$$G_{\mu\mu'}(\omega) = (\omega - E_{\mu} + i\eta)^{-1} \left[ \delta_{\mu\mu'} + \sum_{\mu_1=1}^3 M_{\mu\mu_1}(\omega) G_{\mu_1\mu'}(\omega) \right], \quad \mu, \mu' = 1, 2, 3; \eta \rightarrow 0, \quad (2)$$

де  $M_{\mu\mu_1}(\omega)$  – повний матричний масовий оператор (МО), який розраховується точно.

Узагальнений метод діаграмної техніки Фейнмана–Пайнса при  $T=0$   $K$  модифіковано для розрахунку перенормованого взаємодією з поляризаційними фонами енергетичного спектра локалізованої квазічастинки з виродженим збудженим рівнем.

Для порівняння виконано розрахунок перенормованих взаємодією з фонами спектрів дворівневих квазічастинок із невиродженим і виродженим збудженим рівнем та проаналізовані властивості спектральних параметрів цих систем у залежності від різниці енергій між збудженим і основним станом невзаємодіючої квазічастинки.

Встановлено, що перенормовані спектри обох систем достатньо близькі між собою і, крім головних енергетичних рівнів, містять їх фононні сателітні смуги, які зумовлені зв'язаними станами квазічастинок із багатьма фонами в областях порогових енергій їх випромінювання.

### Список літератури

1. Ткач М.В., Сеті Ю.О., Войцехівська О.М. Квазічастинки у наносистемах. Квантові точки, дроти і плівки // Чернівці: Книги – XXI, 2015.

## **Розвиток бездротових технологій передавання даних видимим світлом**

Широке впровадження розумних пристроїв, Інтернету речей та засобів промислової автоматики зумовлює підвищений попит на бездротовий зв'язок [1; 2]. Проте існуючі технології виявили проблеми, пов'язані з обмеженістю частотного ресурсу для комунікації між багатьма користувачами: їх одночасна робота у спільному радіочастотному (radio frequency, RF) середовищі значно погіршує продуктивність мережі. Тому виникає потреба у застосуванні нових середовищ передавання даних з іншими носіями.

До таких альтернативних за властивостями бездротових технологій передавання інформації належать системи на основі видимого світла (visible light communication, VLC), в яких використовують світло видимого для людського ока діапазону довжин хвиль (від 390 нм до 750 нм) [3]. Основні переваги таких систем: значно вищий рівень захищеності від несанкціонованого доступу, несприйнятливості до радіочастотних і мікрохвильових шумів під час передавання даних у просторово обмежених системах, можливість забезпечувати гігабітну швидкість обміну даними, нерегульований спектр, величезна смуга пропускання (400 ТГц) та наявність мережевої інфраструктури [1].

Функціонування бездротових оптичних систем регламентується стандартом IEEE Standard 802.15.7-2018 (Revision of IEEE Std 802.15.7-2011), згідно з яким VLC-системи поділяють на 3 категорії [3]:

- зв'язок із застосуванням давачів зображення (ISC);
- низькошвидкісний зв'язок із застосуванням фотодіодних приймачів (LR-PC);
- високошвидкісний зв'язок із застосуванням фотодіодних приймачів (HR-PC).

Для визначення категорії, до якої належить дана система зв'язку, встановлений поріг швидкості передавання даних, що вимірюється на виході фізичного рівня приймача, в 1 Мбіт/с.

Швидкість передавання даних менше 1 Мбіт/с вважається низькою, а більше 1 Мбіт/с - високою.

Стандарт IEEE 802.15.7 визначає для VLC-систем фізичний рівень мережевої моделі OSI PHY (Physical layer), а також рівень управління доступом до середовища MAC (Media Access Control). Робоча версія IEEE 802.15.7 виділяє три PHY, відмінних за пропускну здатністю (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика фізичних рівнів стандарту IEEE 802.15.7 [4]

	PHY I	PHY II	PHY III
Область застосування	Зовнішнє застосування. Передавання даних невеликого об'єму	Всередині приміщень	Множинні джерела і приймачі RGB
Швидкість передавання, Мбіт/с	0,012 ÷ 0,268	1,25 ÷ 96	12 ÷ 96
Метод модуляції	OOK (On-off keying). VPPM (Variable pulse position modulation)	OOK (On-off keying). VPPM	CSK (Colour shift keying)

Як високошвидкісні (наприклад Li-Fi [4]), так і низькошвидкісні системи (зокрема системи прихованого передавання інформації [5]) знаходять своє застосування і можуть мати комерційну цінність.

#### Список літератури

1. Saadi M. Visible light communication – An architectural perspective on the applications and data rate improvement strategies / Saadi M., Ahmad T., Saleem M.K., Wuttisittikulkij L. // Trans. Emerging Tel. Tech. 2018; e3436. <https://doi.org/10.1002/ett.3436>
2. Ghassemlooy Z. Visible Light Communications: Theory and Applications./ Zabih Ghassemlooy, Luis Nero Alves, Stanislav Zvanovec, Mohammad-Ali Khalighi.- NY: CRC Press, 2017 . - 568 p.
3. Visible light for broadband communications. Report ITU-R SM.2422-1 (06/2019). URL: <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2422-1-20193>
4. Технология Li-Fi: характеристика технологии, сравнение с Wi-Fi и перспективы развития. URL: <http://1234g.ru/novosti/li-fi>
5. Возможности использования световых лучей видимого диапазона в системах скрытой передачи информации / И. В. Пислар, В. В. Браиловский, М. Г. Рождественская, М. М. Иванчук // Системный анализ и прикладная информатика. – 2018. – №1. – С.27-36



**Богдан Сопель**

Науковий керівник – доц. Вікторовська Ю.Ю.

### **Оптичні пастки, сформовані двома хвилями з різними частотами**

Керування та захоплення мікрооб'єктів є невід'ємною частиною великої кількості галузей науки і техніки. Оптичне маніпулювання за допомогою лазерів можна застосувати до об'єктів від атомів до великих молекул і невеликих діелектричних частинок, що варіюються в розмірі від десятків нанометрів до десятків і сотень мікрометрів, також з такими біологічними об'єктами, як віруси, окремі живі клітини і внутрішньоклітинні включення [1,2].

Однією з особливостей оптичних пінцетів є те, що для захоплення мікрооб'єктів із різними оптичними характеристиками потрібні оптичні пастки різної структури. Так для захоплення прозорих мікрооб'єктів потрібно світла оптична пастка з максимумом інтенсивності в її центрі. Для захоплення поглинаючих мікрооб'єктів необхідно використовувати темні пастки з нулем інтенсивності в центрі сфокусованої плями [3].

При цьому виникає проблема, пов'язана зі спектральним складом випромінювання, що формує пастку. Абсолютно природним є той факт, що один і той самий мікрооб'єкт є прозорим для однієї довжини хвилі і поглинаючим для іншої.

Переважає більшість проведених попередніх досліджень присвячена пасткам на основі монохроматичного випромінювання [1]. Іншими словами, вивчення моменту імпульсу, енергетичних струмів, які створюють його в поліхроматичних хвилях, знаходяться на початковому етапі. У той самий час таке дослідження має досить хороші перспективи, насамперед, у фундаментальних аспектах. Одна з них пов'язана з твердженням, що значення моменту імпульсу повинно бути пов'язане з когерентними характеристиками поліхроматичної хвилі.

Враховуючи той факт, що при суперпозиції двох хвиль із різними частотами результуючий усереднений вектор – проста сума векторів, маємо для двох вихорів випромінювання з довжинами хвиль  $\lambda_1$  та  $\lambda_2$ , що різняться за інтенсивністю на коефіцієнт  $\gamma$ :

$$\bar{P}_t = \begin{cases} \bar{P}_x = \frac{c}{16\pi^2} y \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) (\lambda_1 S_1 + \gamma \lambda_2 S_2) \\ \bar{P}_y = -\frac{c}{16\pi^2} x \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) (\lambda_1 S_1 + \gamma \lambda_2 S_2) \end{cases}$$

Необхідно зазначити, що при відповідному виборі інтенсивностей взаємодіючих вихорів при різних знаках зарядів можна взагалі «погасити» поперечну складову вектора Умова–Пойнтінга. При цьому в розподілі інтенсивності результуючої хвилі в центрі поля залишається точний нуль, тобто якщо сфокусувати такий пучок, то сформується безвихрова (відсутній орбітальний момент поля, притаманний вихору) темна поліхроматична оптична пастка.

На рис. 1 представлено поведінку гігантської частинки (сажа),

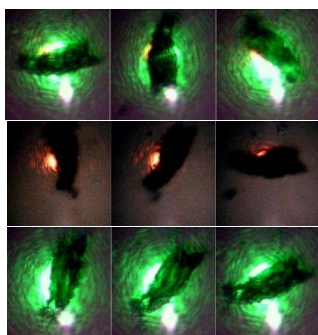


Рис. 1

захопленої темною вихровою пасткою, яка може бути сформована як випромінюванням однієї довжини хвилі, так і поліхроматичним випромінюванням. На рисунку зображена дія оптичної пастки, коли вона сформована лише зеленим випромінюванням, лише червоним випромінюванням та поліхроматичним випромінюванням.

Як видно з рисунка, захоплена частка обертається завдяки орбітальному моменту імпульсу. При

одночасній дії випромінювання з різними довжинами хвиль спостерігається суттєве збільшення швидкості обертання частинки сажі.

### Список літератури

1. McGloin D. “Optical tweezers: 20 years on. Phil. Trans. R. Soc. A, 364, – 2006. – 3521–3537.
2. Mokhun I., Arkhelyuk A., Brandel R., Viktorovskaya Ju. Angular momentum of electromagnetic field in areas of optical singularities. Proc. SPIE, 5477, – 2004. – 47-54.
3. Mokhun I. Introduction to linear singular optics. Chapter 1 in the book Optical correlation techniques and applications, edited by O.V. Angelsky, SPIE press. Bellingham. Washington. USA. (2007).

### **QoS-маршрутизація в мультисервісних мережах**

Зі збільшенням кількості послуг, що надаються, і розширенням географії своєї присутності все більше підприємств і організацій приходять до висновку про необхідність збільшення обсягу переданих даних всередині власної корпоративної мережі. Створення мультисервісної (голос, відео, дані) територіально розподіленої інфраструктури дозволяє використовувати весь потенціал сучасних інформаційних технологій, що дає можливість налагодити ефективне функціонування компанії і оптимізувати внутрішні бізнес-процеси підприємства. Сучасні телекомунікаційні послуги, особливо послуги реального часу (відеоконференції, VoIP), вимагають від з'єднання заданої якості обслуговування, що у свою чергу визначає одне з ключових завдань - управління трафіком [1]. Під управлінням трафіком розуміється сукупність алгоритмічних засобів, реалізованих як апаратно, так і програмно, спрямованих на забезпечення функціонування даної мережі з необхідною якістю обслуговування і ефективним використанням ресурсів. Це досягається із залученням протоколів маршрутизації, які збирають інформацію про топологію міжмережєвих з'єднань. Останнім часом отримують розвиток алгоритми мультихоумінга (multihoming), що дозволяють передавати дані одного логічного з'єднання кількома фізичними каналами. Їх впровадження у багатьох випадках дозволяє більш ефективно використовувати каналні ресурси при передачі великих потоків даних[2].

Розробка алгоритму мультихоумінга базується на методах QoS-маршрутизації, стає вельми актуальним завданням, особливо для мереж мобільного зв'язку [3].

Завданням QoS-маршрутизації є знаходження такого шляху

між парою вузлів, для якого при передачі даних значення ряду параметрів за якістю обслуговування деякого з'єднання, заданих користувачем або провайдером, не будуть порушені.

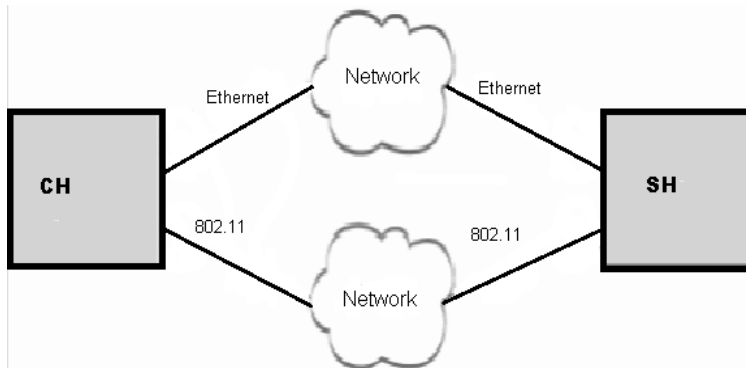


Рис. 1. Принцип мультихоумінга (multihoming).

Мультихоумінг [4] - властивість окремої SCTP-кінцевої точки підтримувати безліч IP-адрес (рис.1). Використання цієї властивості дозволяє використовувати надлишкові мережі для збільшення доступності. Властивість мультихоумінга може полегшити проблеми, що виникають при появі помилок маршрутизації в повільних мережах TCP / IP.

### Список літератури

1. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
2. Степанова И.В., Мохаммед Омар А.А. Использование перспективных технологий для развития распределенных корпоративных сетей связи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Том 11. №6. С. 10-15.
3. Montavont, N., et al.: Analysis of Multihoming in Mobile IPv6. draft-ietf-monami6-mipv6-analysis-01 (June 26, 2006).
4. Dae Sun Kim, Choong Seon Hong. The Primary Path Selection Algorithm for Ubiquitous Multihoming Environments/ Department of Computer Engineering, Kyung Hee University. – 2008.



Для переходу від багатовимірного випадку до одновимірного всі точки навчальної послідовності потрібно проектувати на отриману гіперплощину. Кут між двома векторами в багатовимірному просторі обчислюється за формулою

$$\alpha = \arccos \frac{x_1(\mu_{12} - \mu_{11}) + \dots + x_n(\mu_{n2} - \mu_{n1})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \mu_{i1})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (\mu_{i2} - \mu_{i1})^2}}.$$

Розмір одновимірної проекції на проективну гіперпряму дозволяє визначити коефіцієнт для обчислення положення поділяючої гіперплощини в параметричному вигляді:

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \mu_{i1})^2} \cdot \cos \alpha ; \quad \bar{t} = \frac{r}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \mu_{i1})^2}}.$$

Ці параметри дозволяють визначити розділяючу гіперплощину у аналітичному загальному вигляді

$$\bar{a}_1 x_1 + \bar{a}_2 x_2 + \dots + \bar{a}_n x_n + d = 0.$$

Попарний аналіз множин навчальних зразків кожного класу забезпечує оптимальну кластеризацію всього простору ознак.

### Список літератури

1. Іванченко Г. Ф. Системи штучного інтелекту. Київ: КНЕУ, 2011, 382 с.
2. Сошникова Л.А. Многомерный статистический анализ в эконо-мике: учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999, -598 с.

### Анізотропія механічних властивостей лужних металів

Лужні метали Li, Na, K, Rb, Cs розташовані в ІА підгрупі періодичної системи елементів. Монокристали даних елементів є досить досконалими і можуть бути використані як модельні структури для дослідження механічних властивостей твердих тіл. Внаслідок високої хімічної активності вони утворюють безліч сполук які знаходять широке застосування в акустооптоелектроніці для виготовлення елементів оптичних схем, детекторів  $x$ - і  $\gamma$  – випромінювання, тощо.

При кристалізації лужні метали утворюють ОЦК ґратку, просторова група симетрії  $Im\bar{3}m$ ,  $Oh^9$ . Пружні властивості описуються трьома незалежними компонентами тензора модулів пружності  $C_{11}$ ,  $C_{12}$  та  $C_{44}$ . Для опису анізотропії пружних властивостей монокристалів необхідно побудувати характеристичні поверхні модулів Юнга, які можуть бути представлені у вигляді [1]:

$$E^{-1} = S_{11} - (2S_{11} - 2S_{12} - S_{44})(n_1^2 n_2^2 + n_1^2 n_3^2 + n_2^2 n_3^2) \quad (1),$$

де  $S_{ij}$  – модулі пружної податливості;  $n_1, n_2, n_3$  - напрямні косинуси.

Із співвідношення (1) можна отримати модулі Юнга в основних кристалографічних напрямках [2]:

$$E_{\langle 100 \rangle} = \frac{1}{S_{11}}; E_{\langle 110 \rangle} = \frac{1}{S_{11} + \frac{1}{4}(A-1)}; E_{\langle 111 \rangle} = \frac{1}{S_{11} - \frac{1}{3}(A-1)} \quad (2),$$

де множник пружної анізотропії рівний:

$$A = \frac{2(S_{11} - S_{12})}{S_{44}} \quad (3)$$

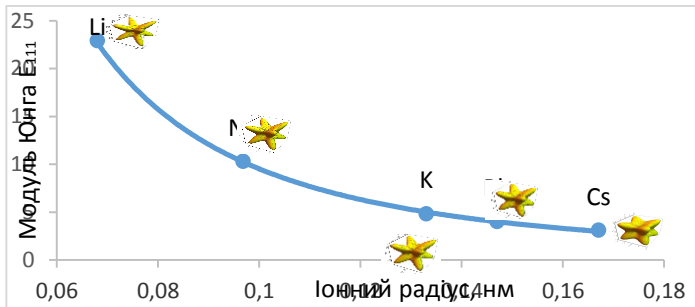
Побудовані за співвідношенням (1) характеристичні поверхні модулів Юнга для лужних металів зберігають усі елементи симетрії просторової групи. Максимальні значення модулів Юнга зосереджені в напрямках  $\langle 111 \rangle$ , а мінімальні у напрямках  $\langle 100 \rangle$ . Із ростом порядкового номера елементів  $Z$  період кристалічної ґратки лужних металів зростає, збільшується і іонний радіус та густина кристалів. Це призводить до

зменшення усіх екстремальних значень модуля Юнга та відповідно твердості кристалів.

Елементи	Сингонія	Період $r_{i11}$ , нм	Іонний радіус $r_i$ , нм	Густина $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Модул Юнга $E_{111}$ , ГПа			Температура плавлення, ГПа	Температура Дебая, Гб	Твердість за шкалою Мооса	Твердість за шкалою Брінелля
					<100>	<110>	<111>				
Li	ОЦК	0,351	0,068	0,539	3,2	9	22,9	453,7	370	0,6	0,5
Na	ОЦК	0,428	0,096	0,9727	1,8	4,8	10,3	371	155	0,5	0,07
K	ОЦК	0,5247	0,133	0,862	0,8	2,2	4,8	366,68	90	0,4	0,057
Rb	ОЦК	0,559	0,147	1,5348	0,8	1,9	4	311,8	58	0,3	0,022
Cs	ОЦК	0,604	0,167	1,9039	0,7	1,8	3,1	301,75	42	0,2	0,015

Як слідує з аналізу таблиці лужногалоїдних металів спостерігається однозначна кореляція між величинами та твердістю кристалів як за шкалою Брінелля так і Мооса. Це дозволяє встановити аналітичні залежності між вказаними величинами.

На рис. 1 наведена залежність анізотропії пружних властивостей в напрямку <111> від твердості за шкалою Мооса.



З аналізу рисунку видно, що анізотропія пружних властивостей спадає зі збільшенням іонного радіуса  $r_i$ .

### Список літератури:

1. Ю.И. Сиротин, М. П. Шаскольская. Основы кристаллографии. Москва, Наука, 1975. – 680с
2. М.Д. Раранський, В. Н. Балазюк, М.М. Гунько Явище ауксетичності в твердих тілах. Чернівці, ДрукАрт, 2016. – 178с



**Марія Типусяк**

Науковий керівник – асист. Лисько В.В.

**Вплив розмірів та геометрії зразків  
на точність вимірювання теплопровідності  
абсолютним методом**

Серед методів вимірювання термоелектричних властивостей матеріалів абсолютний метод [1; 2] володіє кількома важливими перевагами:

- для вимірювань можуть бути використані зразки невеликих розмірів;
- одночасно на одному зразку можна провести вимірювання всіх необхідних параметрів –  $\sigma$ ,  $\alpha$ ,  $\kappa$ ,  $Z$ , що знижує похибки;
- термоелектричні параметри знаходяться з класичних формул без застосування поправок.

Теплопровідність циліндричного зразка при використанні абсолютного методу визначається за перепадом температур на зразку, вимірюваному за допомогою двох термопар, і електричною потужністю нагрівача:

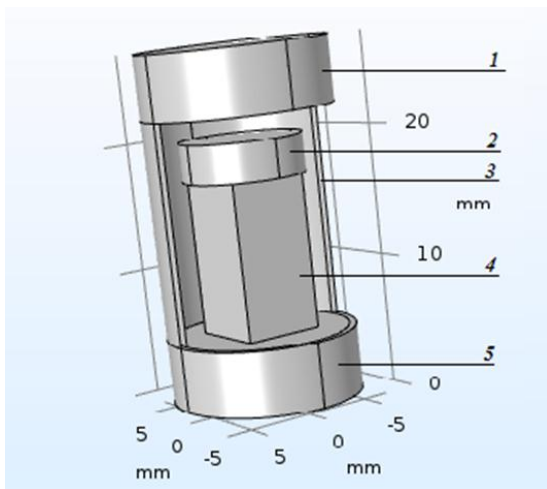
$$\kappa = \frac{Q}{T_1 - T_2} \frac{l_2}{S},$$

де  $Q$  - тепло Джоуля, яке виробляється нагрівачем;  $l_2$  - відстань між термопарами з температурами  $T_1$  і  $T_2$ ;  $S$  - площа поперечного перерізу зразка.

Перевага абсолютного методу полягає в тому, що він передбачає, в першу чергу, не розрахунок великої кількості помилок, які супроводжують будь-який процес вимірювань, а пошук шляхів, які дозволять ці похибки усунути.

Так, наприклад, для мінімізації радіаційних втрат тепла з поверхні зразка і нагрівача використовують спеціальний градієнтний екран, на якому за допомогою захисного нагрівача створюють такий же розподіл температур, як і на зразку [3]. Однак часто виготовлення зразків із круглим перерізом є проблематичним. Тому було проведено дослідження ефективності застосування градієнтних радіаційних екранів для

випадку зразків із квадратним перерізом. Для цього було побудовано комп'ютерну 3D-модель із використанням пакету прикладних програм COMSOL Multiphysics (рис.1).



*Рис. 1. Комп'ютерна модель абсолютного методу вимірювання теплопровідності для випадку зразка з квадратним перерізом  
1-нагрівник екрана; 2-нагрівник зразка; 3-екран; 4-зразок;  
5-термостат*

З використанням розробленої комп'ютерної моделі отримано розподіли температури у зразку та на елементах конструкції вимірювальної установки, призначеної для визначення теплопровідності в інтервалі температур 300 – 1100 К, визначено можливі похибки вимірювань та встановлено умови їх мінімізації.

### Список літератури

1. Анатичук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник / Л. И. Анатичук. – Киев: Наук. думка, 1979. – 769 с.
2. Вайнер А.Л. Измерение термоэлектрической эффективности полупроводниковых материалов / А.Л. Вайнер, Э.М. Лукишкер, М.Н. Сомкин // Измерительная техника. – 1972. – №4.
3. Анатичук Л.И. Установка для вимірювання властивостей напівпровідникового термоелектричного матеріалу / Л.И. Анатичук, М.В. Гаврилюк, В.В. Лисько // Термоелектрика. – 2010. – №3.

Аліна Тищенко

Науковий керівник – асист. І.В.Солтис

## **Інтерактивний електронний підручник як елемент освітнього середовища**

Розроблення і створення електронних підручників нині є перспективним напрямом досліджень у педагогіці. Вітчизняні та зарубіжні вчені розробляли різні аспекти проблеми теорії і практики створювання й використання електронних підручників.

Електронний підручник виконує інформаційну, мотиваційну і контрольнo-корекційну дидактичні функції, що полягають у створюванні стимулів до вивчення даної дисципліни, формують у студентів інтерес і позитивне ставлення до роботи, дають змогу розширити обсяг знань усіма доступними способами подавання інформації, а також передбачають можливість перевірки, самоперевірки, корекції результатів навчання, виконання тренувальних вправ для формування професійних навичок [1].

Електронний підручник, може бути виконаний у двох варіантах:

- для відкритого доступу через глобальну комп'ютерну мережу Internet;
- для використання в процесі аудиторного навчання (для локальної мережі).

Електронний підручник повинен розроблятися для його використання на комп'ютерах середнього класу. Потрібно тільки, щоб на комп'ютері був установлений MS Word і Power Point. Електронні підручники можуть бути створені у декількох форматах.

### **Електронні підручники у форматі Word, PowerPoint.**

Немає потреби представляти документи в цих розповсюджених форматах. З їхньою допомогою можна легко і швидко підготувати якісний електронний навчальний посібник із вбудованою системою самоконтролю.

**Електронні підручники у форматі Acrobat.** Дуже добре зарекомендував себе формат PDF електронних документів від компанії зі світовим ім'ям Adobe Systems. Для читання

електронних підручників у цьому форматі застосовується вільно розповсюджувана програма Acrobat Reader. Для створення ж електронних підручників використовується програма Acrobat з широкими можливостями. Багато мільйонів електронних документів у світі виконані саме у форматі PDF.

### **Електронні підручники в програмі Flash MX.**

Багато електронних підручників мають основу - програму Flash MX, що представляє потужну систему для створення анімаційних файлів для Web. Майбутнє за дистанційним навчанням, тож вивчення і застосування цієї програми не випадкове.

### **Електронний підручник у програмі 3D Studio MAX.**

Широко розповсюджених програм моделювання досить багато, однак одна із кращих програм тривимірного моделювання і мистецтва анімації для створення візуальних ефектів програма - 3D Studio MAX. 3D MAX дозволяє змоделювати багато чого шляхом використання різноманітних базових об'єктів [2].

Отже, електронний підручник містить ретельно структурований навчальний матеріал, який надано студентові у вигляді послідовності інтерактивних кадрів, що містять текст та мультимедійні додатки. Гіпертекстова структура дає змогу студентові визначити оптимальну траєкторію вивчення матеріалу і зручний темп роботи. Електронний підручник має ряд переваг перед паперовим. В зміст з електронного підручника викладач може за необхідності вносити доповнення з урахуванням усього нового, що з'являється в конкретній предметній галузі. Використання в навчальному процесі електронних підручників сприяє створенню освітнього середовища, в якому студенти будуть ефективно навчатися на аудиторних заняттях і самостійно – після занять.

### **Список літератури**

1. Бугайчук К.Л. Електронний підручник: поняття, структура, вимоги . Інформаційні технології і засоби навчання. 2011. С. 65-68.
2. Корбут О.Г. Технології та методологія розробки електронних посібників / І. Стромилу // Нова пед. думка. 2013. № 2. С. 182–185.

## **Електронний ключ із фрактальним кодом доступу**

Радіочастотна ідентифікація (Radio-frequency identification – RFID) набула широкого застосування в різних галузях діяльності людини. Враховуючи велику кількість і доступність мікросхем, популярних протоколів RFID і дешевих ридерів, широкого використання устаткування типу цифрових осцилографів, sniffерів і спектроаналізаторів, питання підвищення рівня захисту від несанкціонованого отримання даних ключа є актуальним.

Мета роботи: розробка транспондера та трансмітера з новою системою генерування кодів ключа та способом їх розпізнавання для підвищення захищеності системи в цілому від зловмисних втручань.

Для генерування сигналів із змінними властивостями використано генератор фрактального сигналу.

Замок сканує ключ на всій множині можливих значень кодів – при збігу видає сигнал дозволу на відкривання дверей. Також замок запам'ятовує позицію ключа на множині відліків фрактального коду. Якщо позиція не збігається, то видати попередження. Якщо позиція ключа випереджає позицію, записану в замку, то є підозра, що проводили маніпуляції з ключем, якщо випереджає позиція замка – проводилися маніпуляції із замком. Якщо різниця в позиціях велика (наприклад, 5 – можна встановлювати програмно) заборонити відкривання і видати сигнал "тривога". Позиція ключа змінюється як у замку, так і в ключі під час опитування ключа синхронно.

Схему ключа (транспондера) спроектовано на мікроконтролері PIC12F629 [1] молодшого сімейства, RISC-архітектури, що дозволило зменшити кількість компонентів схеми за рахунок особливостей самого мікроконтролера.

Схема електронного замка для розробленого транспондера спроектована з використанням поширених схемотехнічних

рішень [2; 3] і адаптована для даної розробки. Схема має максимально можливу простоту і дозволяє зчитувати дані транспондера на відстані 2 – 5 см при добре налагоджених контурах.

Трансивер побудований на спеціалізованій мікросхемі EM4095 [4], яка містить необхідні блоки для обміну даними з транспондером. Робоча частота визначається індуктивністю та ємністю і в даному випадку дорівнює 130 КГц.

Схема виконавчої частини пристрою зібрана на мікроконтролері PIC16F73 [5]. Він проводить обробку даних, зчитування ключів, взаємодію з клавіатурою, обмін даними через USART- протокол, видає сигнал на пристрій керування електрозамком, виведення інформації на дисплей (OPEN – відкрито, ATEN – увага, ALRT – тривога, номер ключа та ін.)

Отже в даній роботі запропонована апаратна реалізація пристрою системи доступу з ключем, що використовує фрактальний код. Застосований новий спосіб формування коду ключа та алгоритм його розпізнавання, що дозволило покращити захищеність такої системи.

Для протидії підбору ключа в схему можна ввести додаткові запобіжні заходи. Зробити прив'язку до часового зсуву після кожного розпізнавання, тоді злоумиснику буде невідомо, з якого моменту розпочинається множина відліку ключа.

#### **Список літератури**

1. DS41190G. PIC12F629/675 8-Pin, Flash-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers, 2010 Microchip Technology Inc. – Режим доступу: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41190c.pdf>
2. PicNic - emulator/spyware for HF RFID// Режим доступу: <https://www.cnblogs.com/shangdawei/p/4834188.html>
3. Sound card based RFID sniffer/emulator.– Режим доступу: <https://www.cnblogs.com/shangdawei/p/4834188.html>
4. M4095. Read/Write analog front end for 125 kHz RFID. Режим доступу: [https://www.emmicroelectronic.com/sites/default/files/products/datasheets/em4095\\_ds.pdf](https://www.emmicroelectronic.com/sites/default/files/products/datasheets/em4095_ds.pdf)
5. 18.DS30325B. PIC16F7X 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers// 2002 Microchip Technology Inc. – Режим доступу: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30325b.pdf>

### **Тематичні квести як форма поглибленого вивчення окремих тем з фізики в ЗОШ**

Уявлення про сучасного вчителя передбачає готовність до застосування нових освітянських ідей, здатність постійно навчатися, бути у постійного творчому та педагогічному пошуку, зростанні, розвитку. Сучасність вимагає від вчителя не лише високої професійної компетентності, але і вміння їх репродукувати у певному обсязі, а також виступати засобом розвитку навичок практичних дій у сучасному суспільстві. Можливість різнобічного розвитку учня пропонують сучасні методики навчання і новітні технічні здобутки [1].

Ефективне впровадження різних методик навчання сприяє підвищенню його якості, зацікавленості учнів і вчителів, а також актуалізації, знання, логічного мислення, розвитку інтерактивних здібностей. Однією з таких методик, яка вчить знаходити необхідну інформацію, аналізувати, систематизувати та вирішувати поставлені задачі, поєднувати новітні та традиційні засоби навчання є квест [2].

Для більшості учнів проблемним є здійснення логічних операцій, засвоєння великого обсягу інформації, яка, на їхню думку, не завжди їм потрібна .

Квест дозволяє: розвивати активне пізнання на уроках; сприяти розвитку мислення. Він допомагає вирішувати, розплутувати складні завдання, придумувати їх розв'язки, уміти застосовувати свої знання на практиці у нестандартних ситуаціях.

Форм проведення квестів є багато. Ми розглянемо одну з них - тематичний квест як форма поглибленого вивчення окремих тем з фізики в ЗОШ.

Обираючи тему для квесту, найбільш ефективним буде обрати ту тему, під час вивчення якої в учнів виникають труднощі, таким чином, в ігровій формі, можна мотивувати учнів до її вивчення, а також можна організувати повторення вивченого матеріалу з навчальної теми або за рік.

Сюжет повинен бути ігровий, інтригуючий, цікавий, зрозумілий учням, певної вікової категорії, бути домінуючою темою усіх завдань.

На передодні квесту учасникам гри оголошують тему, з якої буде проводитися квест. Дають їм можливість підготуватися та згадати основні фізичні закони. Оголошуються правила гри, проводиться жеребкування.

Квест, який проводився на кафедрі інформаційних технологій та комп'ютерної фізики був присвячений «Гідростатиці». Він проводився у ігровій формі під назвою «Острів скарбів». Брала участь 6 команд з різних шкіл, різної вікової категорії. Склад учасників кожної команди варіювався: від 7 до 10 класу. Була запропонована карта пригод. Кожній команді своя. Кожна станція складалася з двох основних «пригод», які були представлені у вигляді задач, лабораторних робіт та інших видів завдань, які мали обмеження в часі. Таких станцій було 7. За кожне виконане завдання команда нагороджувалася «пістрами». Крім того, у кожної команди на кожній станції була можливість заробити додаткові бали. В кінці гри кожна команда рахувала пістри. Визначався переможець.



Рис. 1. Приклади карти та одного із завдань.

За результатами проведеного квесту можна зробити наступні висновки:

1. Під час виконання завдань у учнів одночасно активізується пізнавальна, розумова і мовна діяльність, з'являється азарт, і учень, сам того не усвідомлюючи, заглиблюється у вивчення матеріалу з даної теми.

2. Ігрова форма вивчення та поглиблення знань дає можливість дітям більше спілкуватися, висловлювати власну думку, працювати у команді.

#### Список літератури:

1. <https://vseosvita.ua/library/kvesti-na-uroci-fiziki-123781.html>.
2. <https://sopinairina.wixsite.com/quests/trening>



**Віталій Тодерян**

Науковий керівник – доц. Танасюк Ю. В.

### **Розпізнавання образів у Tensorflow**

Нейронні мережі на сьогодні набувають дедалі більшого застосування, зокрема в економіці, медицині, робототехніці. Окрім технічного спрямування, нейромережі також малюють картини і пишуть літературні твори.

Згідно [1], нейронна мережа - це величезний розподілений паралельний процесор, яка складається з елементарних одиниць обробки інформації, що накопичують експериментальні знання і надають їх для подальшої обробки. Такі системи навчаються виконувати завдання із поступовим покращенням власної продуктивності на них, розглядаючи приклади, загалом без спеціального програмування під задачу.

Наприклад, нейромережі можуть навчатися ідентифікувати предмети і тварин, аналізуючи набори типових зображень. При цьому вони роблять це без жодного апріорного знання про об'єкт, про його складові частини, кольори, тощо. Натомість, вони розвивають свій власний набір відповідних характеристик з навчального матеріалу, який вони оброблюють [2].

Метою нашого проекту є створення нейромережі, яка самостійно буде виявляти осіб, що перебувають у приміщенні. В його реалізації ми хочемо усунути головний недолік усіх великих нейромереж – надсилання даних на сервер, виконуючи необхідний аналіз на локальній машині.

Розроблена система базується на одноплатному комп'ютері Raspberry Pi 4. Комп'ютер також буде виступати в ролі сервера, підключившись до якого можна буде побачити результати роботи пристрою.

Зображення отримуються за допомогою звичайної веб-камери, роздільної здатності якої вистачить для розпізнавання образів людей. Для обробки відеопотоку в реальному часі використовується спеціалізований процесор для нейромереж Intel Neural Compute Stick [3].

Програмна розробка виконана мовою Python з використанням бібліотеки Tensorflow для обробки зображень.

TensorFlow – це відкрита програмна бібліотека для машинного навчання широкого спектру задач, розроблена компанією Google для задоволення потреб у системах, здатних створювати і навчати нейронні мережі для виявлення, інтерпретації та кореляції образів, аналогічно до навчання людини. TensorFlow надає набір готових алгоритмів числових обчислень, реалізованих через графи потоків даних. У таких графах вузли реалізують математичні операції або точки введення/виведення, тоді як ребра графа складають багатовимірні масиви даних (тензори), які протікають між вузлами [4, 5]. Вузли можуть бути закріплені за обчислювальними пристроями і виконуватися асинхронно, спільно обробляючи відповідні тензори. Це дозволяє організувати одночасну роботу вузлів у нейронної мережі за аналогією активації нейронів у мозку.

Наша система зможе визначати кількість осіб, які перебувають у приміщенні, а також фіксувати нових людей, що до нього заходять.

Головна перевага нашої розробки – це портативність та енергоефективність. Її можна буде розмістити у довільному місці в кімнаті. Джерелом живлення може бути портативний акумулятор або розетка.

Результати роботи системи можна буде побачити підключившись до безпроводної точки доступу, хостом якої буде комп'ютер Raspberry Pi.

### **Список літератури**

1. Саймон Хайкин, Нейронные сети. Полный курс. Второе издание, 2016 – 1102 с.
2. Samuel Burns, Python Deep learning: Develop your first Neural Network in Python Using TensorFlow, Keras, and PyTorch, 2019. - 170 p.
3. Aurélien Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems 2nd Edition, 2019. - 865p.
4. Документація Intel Neural Compute Stick. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://software.intel.com/en-us/neural-compute-stick>
5. Документація Tensorflow [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://github.com/tensorflow>.

**Іван Тодорович**  
Науковий керівник – доц. О.В. Деревянчук

## **Навчальний програмний комплекс «Мова розмітки HTML та CSS»**

Навчальний програмний комплекс – це сукупність нормативних та навчально-методичних матеріалів, необхідних для ефективного виконання студентами робочої програми навчальної дисципліни чи її складових. [1]. Навчально-програмний комплекс повинен забезпечити всі основні етапи процесу – опанування навчальної інформації, її сприйняття, закріплення й удосконалення знань, умінь і навичок, їх застосування й контроль, та забезпечити реалізацію основних функцій навчального процесу.

У даний час в умовах відкритої економіки — будь то окрема людина, невелике підприємство або велика компанія — змушені звіряти свою діяльність зі світовими досягненнями. Тому виникла необхідність у створенні нової системи інформаційного обслуговування, заснованої на сучасній технічній базі та сучасних інформаційно-комунікаційних технологіях. Яку б сферу життєдіяльності людини ми не взяли: медицину, проектування будівель, машин, освіти, - без застосування комп'ютерних технологій ніде в сучасному світі не обходиться. Для кожної з цих газулей розробляються відповідні програми. Отже, сьогодні є затребуваною така професія, як програміст: навички програмування користуються високим попитом, робота програміста добре оплачується. Навіть за межами ІТ-світу знання хоча б однієї мови програмування - це серйозний плюс у резюме.

Розроблений навчально-програмний комплекс включає в себе два основних розділи і шість практичних робіт.

Перший розділ «Робота користувача в мережі Інтернет». Цей розділ передбачає навчання у глобальній мережі «з нуля» і засвоєння навичок для ефективного пошуку інформації в Інтернеті. Слухачі знайомляться з пристроєм Інтернету, браузерерами, видами сайтів і принципами створення сайтів, блога

і мікроблога, роботою в соціальних мережах, мобільними веб-додатками, а також можливістю заробляти в Інтернеті. Для створення сайтів використовуються існуючі конструктори і CMS.

Другий розділ «Дизайн і проектування сайтів. Технології веб-дизайну». Розділ ґрунтується на навчанні слухачів побудови клієнтських сайтів. До навчальної програми входить вивчення комп'ютерної графіки, проектування і розробки веб-сайтів, основ веб-дизайну. Також до програми включені питання просування веб-сторінок і хостинг їх в інтернеті. У рамках другого розділу розглядаються основні теги HTML і CSS, верстка сайтів, шляхи створення анімації веб-сайтів та ін.

При верстці сторінок сайту на HTML і CSS використовується методологія компонентного підходу до веб-розробки — Блок, Елемент, Модифікатор (БЕМ), в основі якого лежить принцип поділу інтерфейсу на незалежні блоки, що полегшує повторне використання коду, спрощує підтримку і зміну його при розширенні проекту. Цей підхід дозволяє поліпшити індексування сайту пошуковими машинами.

Отже, розробка навчально-програмного комплексу — актуальне, оскільки здатна значно спростити процес вивчення предметної області. Вивчення мов розмітки html та css відкриває можливість працевлаштування в ІТ-галузь, яка, є флагманом в економіці України. Подібні ресурси сьогодні є одним із найбільш оптимальних і ефективних засобів навчання в сучасній освіті.

### Список літератури

1. Новиков В.А., Новіков О.В., Матвєєнко В.В. Інформаційні системи та мережі, навчальний посібник - К.: Видавництво Гревцова, 2014, 448 с.
2. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. — Київ. — 2017. — 110 с.

**Микола Туркевич**  
Наукові керівники – проф. Мар'янчук П.Д.,  
асист. Мостовий А.І.

### **Фізичні властивості діодів Шотткі Мо/n-Si**

Діоди з бар'єром Шотткі є перспективними нелінійними елементами, які широко використовуються в інтегральних мікросхемах. На сьогоднішній день інтенсивно йде процес мініатюризації елементів мікросхем. Одним із шляхів зменшення розмірів фотодіодів Шотткі є використання наноструктурованого базового матеріалу. Наноструктуризація діодів Шотткі приводить до зменшення відбивання світла та збільшує активну площу гетеромережі, внаслідок чого підвищується поглинання світла, а також ефективність розділення фотогенерованих носіїв заряду [1].

У даній роботі представлені результати досліджень фізичних властивостей планарних та наноструктурованих діодів Шотткі Мо/n-Si. Нанодроги вирощувалися на поверхні монокристалічного кремнію n-типу провідності товщиною 330 мкм. Перед вирощуванням нанодротів кремнієві підкладки промивались в ультразвуковій ванні в бідистильованій воді та в ацетоні. Після цього кремнієві підкладки промивались у розчині сірчаної кислоти ( $H_2SO_4$ ) та перекису водню 30% ( $H_2O_2$ ) у співвідношенні 3:1, щоб позбутись органічних забруднень. Після очистки кремнієві зразки занурювалися у водні розчини 0,02M  $AgNO_3$  і 5M плавикової кислоти (HF) у співвідношенні 1:1 на 5-10 с для того, щоб наночастинки срібла осіли на підкладки. Наступним кроком було травлення кремнієвих підкладок з наночастками срібла в розчині 5M HF і перекису водню 30% ( $H_2O_2$ ) у співвідношенні 10:1 для створення нанодротів. Останній етап – це витравлення наночастинок срібла з підкладки за допомогою азотної кислоти.

Напилення плівок Мо на поверхні наноструктурованого та планарного монокристалічного кремнію проводилось в універсальній вакуумній установці Leybold-Heraeus L560 за допомогою магнетронного розпилення мішені чистого Мо в

атмосфері аргону при постійній напрузі. У процесі наплення тиск аргону у вакуумній камері становив 0,4 Па. Потужність магнетрона становила 30 Вт. Процес наплення складав 5 хв. при температурі підкладок  $\sim 430$  К.

Тиловий електричний контакт із тонкою плівкою Мо формували за допомогою струмопровідної пасти. Щоб уникнути рекомбінації на тильній стороні кремнію і забезпечити хороше збирання фотогенерованих носіїв заряду, були використані підкладки, які вже мали тильний контакт із вбудованим внутрішнім полем.

На рис. 1 представлено вольт-амперні характеристики планарних та наноструктурованих діодів Шотткі Мо/n-Si. У таблиці на рисунку наведені визначені з вольт-амперних характеристик основні параметри діодів Шотткі.

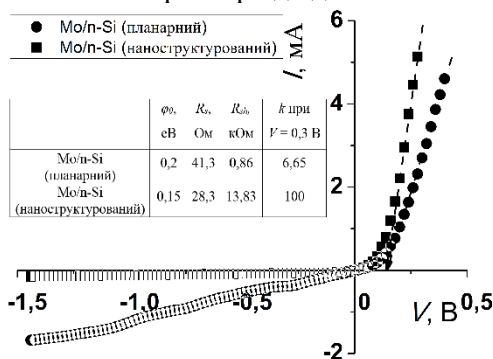


Рис. 1. Вольт-амперні характеристики планарних та наноструктурованих діодів Шотткі Мо/n-Si

Також встановлено, що для наноструктурованих діодів Шотткі Мо/n-Si в області прямих зміщень домінуючим є багаступінчастий тунельно-рекомбінаційний механізм струмопереносу за участю енергетичних станів, розміщених в околі гетеромежі. При зворотних зміщеннях домінуючим механізмом струмопереносу є тунелювання.

#### Список літератури

1. Солован М.М. Вплив наноструктуризації кремнію на електричні і фотоелектричні властивості діодів Шотткі Ni/n-Si / М.М. Солован, А.І. Мостовий, В.В. Брус, П.Д. Мар'ячук // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2019. – Т.17(3). – Р. 491-506.

### Анізотропія твердості реальних монокристалів

Фізико–механічні властивості мінералів природного походження, з яких складається шкала твердості Мооса, суттєво залежить від місця і умов їх генезису та дефектів кристалічної будови. Тому використовувати їх для однозначного визначення твердості недоцільно. В роботі запропонована нова шкала твердості, яка складається із синтезованих високо досконалих монокристалів кубічної сингонії (див.Табл.1).

Таблиця 1.

Назва моно - кристалу	Сингонія, клас симетрії	Густина, $\rho$ г/см <sup>3</sup>	Температура Дебая, $T_D$ К	Твердість за шкалою Мооса, $H_M$	Площина спайності (hkl)	Температура плавлення, $T_{пл}$
KI	кубічна, $m\bar{3}m$	3.129	131	1.0-1.5	(100)	969
NaCl	кубічна, $m\bar{3}m$	2.1678	286	2.0-2.5	(100)	1081.8
BaF <sub>2</sub>	кубічна, $m\bar{3}m$	7.893	288	3.0	(111)	1627
GaAs	кубічна, $d\bar{3}m$	5.316	344	4.0-4.5	(011) (111)	1511
GaP	кубічна, $d\bar{3}m$	4.18	446	5.0	(111)	1738
Ge	кубічна, $d\bar{3}m$	5.326	406	6.0	(111)	1209
Si	кубічна, $d\bar{3}m$	2.3286	689	7.0	(111)	1685
Y <sub>3</sub> Ga <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	кубічна, $m\bar{3}m$	5.78	585	7.5	(100)	1547
Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	кубічна, $m\bar{3}m$	4.552	750	8.5	(100)	2243

$\beta$ -BN	кубічна, d3m	3.51	1720	9.5-9.7	(111)	3245
-------------	-----------------	------	------	---------	-------	------

Дані кристали належать до кубічної сингонії та двох найбільш високосиметричних просторових груп Fm3m та Fd3m. Спостерігається кореляція між твердістю за шкалою Мооса та температурою Дебая  $T_D$ , яка є усередненою характеристикою спектра коливань атомів і визначає характер хімічного зв'язку.

Анізотропію твердості монокристалів, наведених в таблиці, можна визначити, побудувавши характеристичні поверхні модулів Юнга. Для кристалів кубічної сингонії залежність модулю Юнга  $E_i$  від пружних податливостей кристала  $S_{ij}$  записується у вигляді [1]

$$E^{-1} = S_{11} - (2S_{11} - 2S_{12} - S_{44})(n_1^2 n_2^2 + n_1^2 n_3^2 + n_2^2 n_3^2) \quad (1)$$

де  $n_1, n_2, n_3$  – напрямні косинуси.

Екстремальні значення модулів Юнга рівні

$$E_{\langle 100 \rangle} = \frac{1}{S_{11}}; E_{\langle 110 \rangle} = \frac{1}{S_{11} - \frac{1}{4}S_{44}(A-1)}; E_{\langle 111 \rangle} = \frac{1}{S_{11} - \frac{1}{3}S_{44}(A-1)} \quad (2)$$

де  $A = \frac{2(S_{11} - S_{12})}{S_{44}}$  – множник пружної анізотропії.

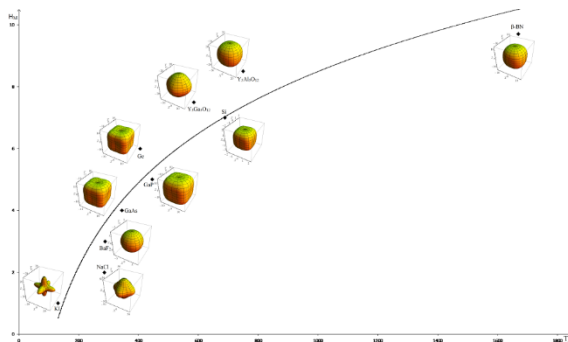


Рис.1. залежність  $H_M$  від  $T_D$

### Список літератури:

1. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики М:Наука, 1975. – 680 с.



## **Гіротропний термоелектричний генератор**

Відомо, що термоелектричні прилади та системи, розроблені на їх основі, доволі широко застосовуються в енергетиці, холодильній і вимірювальній техніці [1–3]. Основні досягнення термоелектрики в галузі приладобудування здобуто саме на базі фізики термопарних термоелементів. Однак перспективним напрямом розвитку термоелектрики залишається винайдення нових типів термоелементів, зокрема на основі гіротропних середовищ та поліпшення ефективності існуючих. Дослідженню властивостей гіротропних термоелементів присвячено низку праць.

Гіротропні термоелементи мають ряд привабливих властивостей:

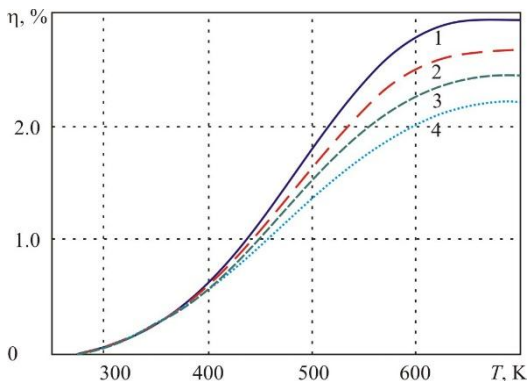
- відсутність внутрішніх спаїв, що забезпечує їх надійність і технологічність;
- можливість безспайного з'єднання у просторову спіральну структуру та нарощування необхідних напруг;
- можливість підвищення ефективності під дією температурного і магнітного полів, особливо при їх використанні у вимірювальній техніці. Актуальним є необхідність підвищення ефективності й надійності термоелектричних перетворювачів енергії на основі гіротропних термоелементів для подальшого їх використання у приладобудуванні та вимірювальній техніці.

Проведено літературний огляд матеріалів, методів розрахунку параметрів та конструкцій гіротропних термоелементів у режимі генерації електричної енергії. Проведено порівняльний аналіз існуючих матеріалів для гіротропних термоелементів. Отримано залежності ККД від температури  $T$  для різних гіротропних матеріалів. Побудовано розподіли температур у гіротропних термоелементах різної геометрії.

Встановлено, що кращим матеріалом для виготовлення генераторних гіротропних термоелементів є  $\text{InSb}$ , середнє значення добротності якого в інтервалі температур 400 – 700 К становить  $4 \cdot 10^4 \text{ K}^{-1}$ .

За допомогою комп'ютерного моделювання визначено

розподіли температур у робочому тілі гіротропних термоелементів прямокутної, спіральної та оптимальної форм для термоелектричного матеріалу InSb. Отримано температурні залежності ККД для гіротропних термоелементів різної форми (рис. 1).



*Рис. 1. Залежність ККД від температури для гіротропних термоелементів різної форми (1 – оптимальної форми; 2 – прямокутної форми; 3 – спіральної кільцевої форми; 4 – спіральної прямокутної форми)*

Встановлено, що для матеріалу InSb максимальне значення ККД гіротропного термоелемента оптимальної форми становить 2,9% в інтервалі температур 300–700 К при магнітній індукції 1 Тл.

### Список літератури

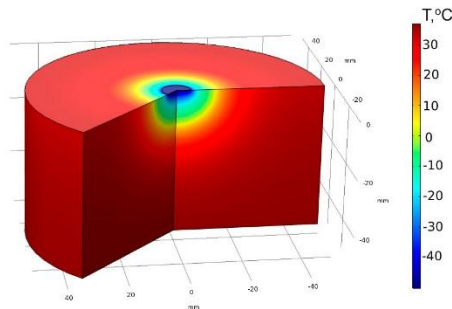
1. Анатъчук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. К.: Наукова думка, 1979. 766 с.
2. Самойлович А.Г. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. Черновцы: Рута, 2006. 226 с.
3. Константинович І.А., Рендигевич О.В. Про ефективність гіротропних термоелементів у режимі генерації // Термоелектрика. 2016. №1. С. 66–71.

## **Комп'ютерне моделювання процесу кріодеструкції шкіри людини при термоелектричному охолодженні**

Перспективним напрямом застосування термоелектрики в медицині є кріодеструкція – сукупність хірургічних методів лікування, заснованих на локальному заморожуванні біологічної тканини людського організму. Для здійснення кріодеструкції необхідно охолодити ділянку тіла людини до температури  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

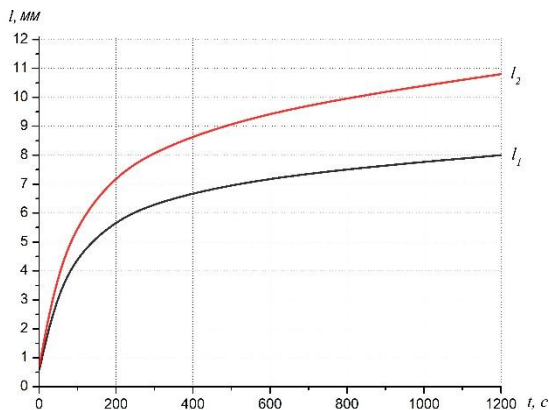
Створені до цього часу комп'ютерні моделі шкіри людини, на поверхні якої знаходиться охолоджуючий елемент, дають можливість проводити моделювання теплофізичних процесів із урахуванням кровообігу, теплообміну та процесів метаболізму, однак не враховують фазовий перехід у біологічній тканині при її охолодженні, що призводить до похибки при комп'ютерному моделюванні температур і теплових потоків.

За допомогою пакета прикладних програм Comsol Multiphysics було створено комп'ютерну модель процесу кріодеструкції шкіри людини з урахуванням фазового переходу в біологічній тканині. Розподіл температури в об'ємі шкіри при охолодженні її поверхні охолоджуючим елементом за температури  $T = -50\text{ }^{\circ}\text{C}$  наведено на рис.1.



*Рис.1. Розподіл температури в об'ємі шкіри людини, на поверхні якої знаходиться охолоджуючий елемент при температурі  $T = -50\text{ }^{\circ}\text{C}$*

На рис.2 наведено залежність руху зони фазового переходу від часу температурного впливу. Отже, максимальна глибина промерзання шкіри людини  $i$ , відповідно, біологічної тканини становить майже  $l \approx 10$  мм при температурі охолоджуючого елемента  $T = -50$  °С.



*Рис.2. Залежність руху зони фазового переходу (зони кристалізації біологічної тканини) від часу температурного впливу при температурі охолоджуючого елемента  $T = -50$  °С:  $l_1$  – рівень температури*

*$T = -8$  °С та  $l_2$  – рівень температури  $T = -1$  °С*

Отримані результати дають можливість прогнозувати глибину промерзання біологічної тканини при заданому температурному впливі з урахуванням фазового переходу для досягнення максимального ефекту при проведенні кріодеструкції шкіри людини.

### Список літератури

1. Анатичук Л.І., Кобилянський Р.Р., Федорів Р.В. Методика врахування фазового переходу в біологічній тканині при комп'ютерному моделюванні процесу кріодеструкції // Термоелектрика. – №1. – 2019.

2. Анатичук Л.І., Кобилянський Р.Р., Федорів Р.В. Комп'ютерне моделювання процесу кріодеструкції шкіри людини при термоелектричному охолодженні // Термоелектрика. – № 2. – 2019.

**Петро Федорук, Валентин Васильчак**  
Науковий керівник – доц. Шпатар П.М.

## **Методи соціальної інженерії в захисті інформації**

Найбільшу загрозу інформаційній безпеці як великих компаній, так і звичайних користувачів, являють методи соціальної інженерії, що застосовуються для злому існуючих засобів захисту. Основною причиною цього є те, що застосування соціальної інженерії не вимагає значних фінансових витрат і досконалого знання інформаційних технологій.

Соціальна інженерія – метод несанкціонованого доступу до інформації або до систем зберігання інформації без використання технічних засобів. Метод базується на використанні слабкостей людського фактора. Дослідження показують, що людям притаманні деякі поведінкові схильності, які можна використати для маніпулювання. Більшість зломів систем безпеки відбуваються завдяки використанню соціальної інженерії, а не електронному злому.

Першим етапом будь-якої атаки є дослідження. Соціоінженер повинен знати хто з працівників компанії має доступ до інформації, яка його цікавить, хто в якому підрозділі працює, де розташовані підрозділи, яке програмне забезпечення встановлено на корпоративних комп'ютерах і т.д. Соціальний хакер повинен орієнтуватися в термінології, володіти професійним жаргоном, знати внутрішні порядки компанії-жертви.

Наступним етапом в діяльності соціоінженера є розробка плану атаки. Найпоширенішими методами атак є: отримання, передача або несанкціонована зміна паролів; створення облікових записів (з правами користувача або адміністратора); запуск шкідливого ПЗ; отримання інформації про способи віддаленого доступу до корпоративної інформаційної мережі; несанкціоноване надання додаткових прав і можливостей зареєстрованим користувачам системи; передача або поширення конфіденційної інформації.

Схема дії соціальної інженерії: визначення мети впливу на об'єкт; збір інформації про об'єкт; виявлення найбільш зручної мішені впливу; створення необхідних умов для впливу; примус до виконання потрібної дії; досягнення потрібного результату.

Види шахрайства, складовою яких є соціальна інженерія.

Фішинг – процес відправки електронних або паперових листів, які начебто надходять від достовірного джерела. Мета – отримання конфіденційної інформації адресата.

Фармінг – встановлення на комп'ютери користувачів шкідливих програм, які після запуску збирають дані платіжних сайтів і надсилають їх зловмиснику.

Вішинг – процес отримання інформації за допомогою телефону. Зловмисники використовують підміну телефонного номера.

Уособлення – вид шахрайства, в якому соціальний хакер виступає в ролі іншої людини.

Зворотна соціальна інженерія. Мета соціоінженера – змусити жертву звернутися до нього за «допомогою».

Основним способом захисту від соціальної інженерії є навчання. Персонал підприємства повинен мати чіткі інструкції щодо спілкування зі сторонніми людьми. Всім працівникам у день прийому на роботу необхідно повідомити, що видані їм паролі є власністю компанії і їх не можна використовувати у власних цілях. Повинен існувати алгоритм для встановлення особи відвідувача. Компанія може витратити значні кошти на удосконалення технічних засобів забезпечення інформаційної безпеки, але вони будуть марними, якщо персонал буде нехтувати заходами з протидії соціальним хакерам. Робота з персоналом та навчання працівників застосуванню політики безпеки і технікам протистояння соціальним хакерам є необхідною складовою комплексної системи безпеки.

#### **Список літератури**

1. Natalia P. Koptzeva. Cultural and Anthropological Project at Social Engineering (Methodological Problem at Modern Applied Culture Studies) // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences . – 2009. – № 3. – P. 22-34.

**Денис Харина**

Науковий керівник – проф. Головацький В.А.

### **Вплив електричного поля на просторове розділення носіїв заряду у квантових точках другого типу**

Квантові точки вже довгий час знаходяться в центрі уваги науковців, як теоретиків так і експериментаторів. На даний час розроблено широкодоступні технології вирощування квантових точок (КТ) з різних напівпровідникових матеріалів. На їх основі вже працюють різні напівпровідникові прилади: світлодіоди, лазери, флуоресцентні мітки, сонячні елементи, які володіють унікальними характеристиками. Наприклад, ефективність світлодіодів на основі КТ досягає 90% за рахунок кращого перекриття хвильових функції просторово обмежених електронів та дірок. Довжина хвилі випромінюваного світла залежить від розміру КТ і менша від довжини хвилі, що випромінюється масивним напівпровідником. Більшість напівпровідникових КТ випромінюють у видимому діапазоні світлових хвиль. Для зміщення енергії випромінювання в область менших енергій використовують домішки. Але для отримання випромінювання в інфрачервоній (ІЧ) області цього недостатньо. Інший спосіб досягнути ІЧ-області – це використання квантових точок ядро-оболонка другого типу, в яких електрон і дірка локалізовані в різних шарах наносистеми (рис. 1).

У таких системах при рекомбінації просторово розділених електрона та дірки випромінюється електромагнітна хвиля більшої довжини, ніж це можливо отримати в окремо взятих напівпровідниках, з яких вирощена КТ [1].

Квантові точки ядро-оболонка другого типу досліджуються багатьма авторами [2-3] з метою створення сонячних елементів, для яких внаслідок просторового розділення носіїв заряду суттєво зменшується перекриття хвильових функцій електрона та дірки, а значить, зменшуються рекомбінаційні втрати.

Тут виконано дослідження впливу зовнішнього електричного поля на перекриття хвильових функцій електрона та дірки у квантових точках другого типу CdSe/ZnTe та ZnTe/CdSe.

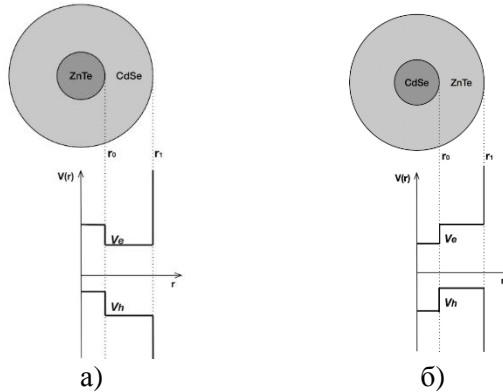


Рис. 1. Потенціальна схема КТ типу II: а) ZnTe/CdSe; б) CdSe/ZnTe

Енергії  $E_{nl}^{e,h}$  та хвильові функції  $\Phi_{nlm}^{e,h}(\vec{r})$  квазічастинок, без урахування їх взаємодії та впливу електричного поля, отримуються у вигляді точних розв'язків відповідних рівнянь Шредінгера.

Електричне поле порушує сферичну симетрію задачі й знімає виродження за модулем магнітного квантового числа.

Хвильові функції  $\psi_{jm}(\vec{r})$  та енергії станів електрона та дірки у наносистемі, поміщеній у зовнішнє електричне поле, розраховано матричним методом [4]

$$\psi_{jm}^{e,h}(\vec{r}) = \sum_n \sum_l c_{nl}^{jm} \Phi_{nlm}^{e,h}(\vec{r}).$$

Отримано залежність величини перекриття ХФ основного та збуджених станів від напруженості електричного поля при різних розмірах ядра та оболонки наносистеми.

### Список літератури

1. Abou-Elhamd A., Al-Sallal K., Hassan A. *Energies* 2019, 12, (1058).
2. Chafai A., Dujardin F., Essaoudi I., Ainane A. *Superlattices and Microstructures*. 2017, 101, 40-48.
3. Karatum O., Bahmani Jalali H., Sadeghi S., Melikov R., Srivastava S., & Nizamoğlu S. (2019). *Light-Emitting Devices Based on Type-II InP/ZnO Quantum Dots*. *ACS Photonics*.
4. Holovatsky V., Bernik I., Voitsekhivska O. *Cond. Matt. Phys.* 2014, 17 (13702).



### Особливості безпеки розподілених систем збирання та обробки інформації

Інтенсивний розвиток електроніки та телекомунікаційних технологій за останні десятки років призвів до того, що в більшості галузях діяльності людини почали розроблятися та впроваджуватися електронні системи збору інформації з дистанційним зняттям вимірних даних. До складу таких систем мають входити інтелектуальні сенсори, лінії зв'язку, апаратура передавання та приймання інформації, центральний диспетчерський пункт, в якому здійснюється збір і накопичення інформації тощо (рис. 1).



Рис.1 Структура розподілених систем збору та обробки інформації

Розроблені системи мають розподілену структуру і потребують надійного каналу зв'язку. Вимірювання і попередня обробка інформації інтелектуальними портативними приладами можуть здійснюватися на значній відстані від оператора і, відповідно, швидка передача даних вимірювання неможлива. Прокладання кабельних ліній зв'язку в даному випадку недоцільне і досить часто неможливе.

Головною проблемою в таких типах мереж є необхідність захисту переданої інформації, що розв'язується використанням різних механізмів захисту та шифрування даних, оскільки загрози інформаційним ресурсам, у деяких випадках, можуть бути визначними. Саме тому актуальним є дослідження методів підвищення ефективності захисту інформації.

До основних протоколів, що використовуються в бездротових мережах, відносять: WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wi-Fi Protected Access), WPA2 (Wi-Fi Protected Access II), а також стандарт IEEE 802.1X, що описує процес інкапсуляції даних EAP (Extensible Authentication Protocol). Найпростішим способом захисту від криптографічних атак є використання протоколу WPA2. На високому рівні WPA атаки можна розділити на дві категорії: атаки аутентифікації та атаки шифрування. Для підвищення безпеки мереж разом із реалізацією WPA2 слід додатково застосувати і інші додаткові рекомендації, зокрема: приховування паролів, використання MAC - фільтрації для під'єднання пристроїв та побудови складних паролів тощо.

Таким чином, при значному зростанні розробки та впровадження бездротових систем збору та обробки інформації є необхідність удосконалення механізмів безпеки, що включають комплексне розв'язання завдання захисту таких мереж. Найбільш доцільним в усіх типах бездротових мереж виявилось впровадження технології WPA2 із використанням методології, що включає створення пароля, плану забезпечення безпеки й захисту програмного забезпечення, що, з одного боку, ускладнює саму мережу, а з іншого, значно підвищує її безпеку.

#### **Список літератури**

1. Palagin, O. Smart portable sensor for bird blue express-diagnostics: principles of design / O. Palagin, V. Romanov, M. Starodub, I. Galelyuka, O. Skrypnyk, K. Skyba // *Intelligent Technologies and Applications: Intern. book series «Information Science and Computing»*. Supplement to International Journal «Information Technologies and Knowledge». – 2008. – No5–P. 80–84.
2. Юдін О., Конахович Г., Корченко О. *Захист інформації в мережах передачі даних*: підруч. К.: Вид-во ТОВ НВП «ІНТЕРСЕРВІС», 2009. – 714 с.

### Застосування штучної нейронної мережі Кохонена для кластеризації в ймовірнісному просторі ознак

Мережі та карти Кохонена використовуються для кластеризації множин та для візуалізації отриманих результатів. Мережа Кохонена (рис. 1) - це одношарова мережа, побудована з нейронів типу WTA («Winner Takes All»). Оскільки нейрони вихідного шару діють за принципом «переможець отримує все», що дозволяє однозначне віднесення поточного образу до деякої підмножини. Критерії кластеризації визначаються в режимі відносного самонавчання, коли «інструктор» задає початкові умови для визначення класів, а система уточнює ці умови в режимі перегляду навчальних зразків та не маючи інформацію про їх належність до класів.

Мережі (шари) Кохонена відносяться до самоорганізованих нейронних мереж. Самоорганізована мережа дозволяє виявляти кластери (групи) вхідних векторів, що володіють деякими загальними властивостями.

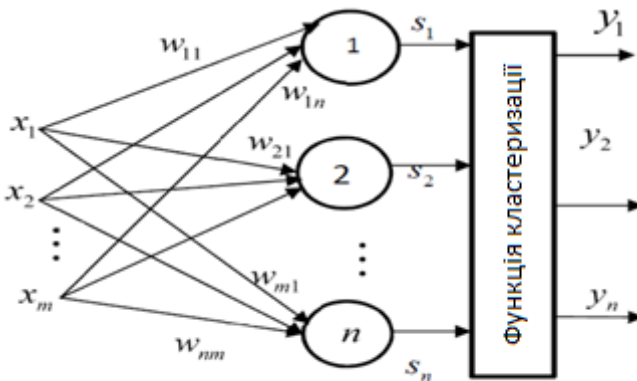


Рис. 1. Структура мережі Кохонена

Кластеризація - це поділ досліджуваної множини об'єктів на групи "схожих", які називаються кластерами. Завдання кластеризації принципово відрізняється від завдання класифікації. Розв'язком задачі класифікації є віднесення кожного з об'єктів до одного з заздалегідь визначених класів, а у задачі кластеризації відбувається віднесення об'єкта до одного з наперед невизначених класів.

За допомогою мереж Кохонена проводиться кластеризація об'єктів, описаних ймовірнісними кількісними характеристиками. Формально задача кластеризації описується наступним чином. Дано множину об'єктів  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ , кожен з яких характеризується вектором  $x_j, j = 1, 2, \dots, n$  атрибутів (параметрів):  $x_j = \{x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jm}\}$ . Потрібно побудувати деяку множину кластерів  $C$  і відображення  $F$  множини  $I$  на множину  $C$ , тобто  $F: I \rightarrow C$ :

$$c_k = \{i_j, i_p \mid i_j \in I, i_p \in I \text{ та } d(i_j, i_p) < \sigma\},$$

де  $\sigma$  - величина, яка визначає міру близькості для включення об'єктів в один кластер;  $d(i_j, i_p)$  - міра близькості (відстань) між об'єктами. У мережах Кохонена зазвичай застосовується евклідова відстань. Після поділу навчальної множини на кластерні підмножини для прикладного застосування результатів кластеризації у кожному кластері обчислюються статистичні або алгебраїчні параметри розташування у просторі ознак.

### Список літератури

1. Горбаченко В.И. Сети и карты Кохонена: [Электронный ресурс] // Научно-исследовательский центр самоорганизации и развития систем. М.: 2010-2014.  
URL: <http://gorbachenko.self-organization.ru/index.html>
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика: перевод на русский язык Ю. А. Зуев, В. А. Точенов. М.: Мир. 1992. - 102 с.

## **Випромінювання електромагнітних хвиль через структуру із паралельних провідників зі змінними конструктивними параметрами**

Сучасний стан телекомунікацій та засобів зв'язку вимагає нових поглядів на розвиток пристроїв передавання та приймання інформаційних сигналів. Поряд із цим необхідно забезпечити можливість функціонування в заданій смузі робочих частот, ширину діаграми спрямованості, коефіцієнт підсилення, ефективність енергозатрат на живлення, простоту у виготовленні та простоту контролю параметрами структури для забезпечення функціональності пристрою тощо. Перспективним у цьому напрямі є розробка антен та провідних каналів зв'язку на основі метаматеріалів. Вони являють собою штучно сформовані й особливим чином структуровані середовища, що володіють електромагнітними властивостями, яких складно досягнути технологічно або такими, які не зустрічаються в природі, і характеризуються незвичайними електромагнітними властивостями [1]. Важливою групою метаматеріалів є структури з паралельних провідників (СПП), які характеризуються від'ємним значенням діелектричної провідності [2].

Метою досліджень є модифікування антен шляхом використання структур із паралельних провідників, що дозволяє випромінювати ЕМ-хвилі на частотах, відмінних від робочих частот немодифікованої антени, та забезпечує контроль значеннями резонансних частот та смугою робочих частот.

Для досягнення цієї мети була створена матриця матриця  $17 \times 7$  металевих провідників довжиною  $L=100$ мм. Моделювання проводилося у CST Studio Suite, було розроблено модуль, що складається з хвилевідного порту та СПП (рис. 1,а). У процесі моделювання змінювалось значення радіуса провідників від 0,01 ... 1 мм, що відповідало зміні значення фактора заповнення

металом. Збільшення коефіцієнта заповнення металом призвело до зростання значення резонансу в діапазоні приблизно 40 МГц.

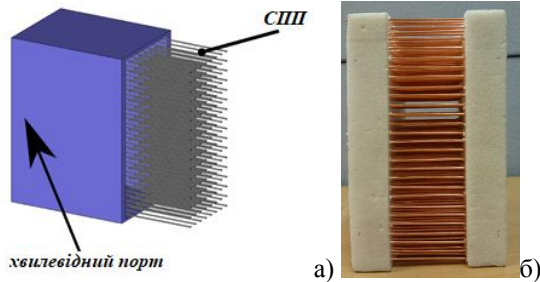


Рис. 1. CST-модуль досліджуваної системи (а) та експериментальний зразок (б)

Для експериментальних досліджень було виготовлено два СПП (рис. 1,б) з діаметром провідників та періодом їх розташування 1 мм та 10 мм і 1,5 мм та 6 мм відповідно. Експеримент підтвердив те, що збільшення радіуса провідників веде до зсуву резонансу як і в моделюванні[3]. Проте, досить цікавим виявився той факт, що зміна відстані між провідниками обернено пропорційна до ширини смуги робочих частот. На рівні -10 дБ смуга частот розширюється до 80 МГц.

Отже, отримані результати показали, що зменшення величини значення періоду розташування провідників СПП від 10 до 6 мм веде до розширення робочої смуги частот до 80 МГц, а зміна радіуса провідників від 0,01мм до 1 мм призводить до зростання значення резонансної частоти. Це дозволяє підбирати параметри СПП та контролювати смугою робочих частот антени та значенням резонансу.

#### Список літератури

1. Sihvola A. Metamaterials in electromagnetic, Physical Review Letters.- Oct. 2000.- Vol. 85.- №18.- P. 3966-3069.
2. Mykola Khobzei, Dmytro Vovchuk, Magdalena Michalska “Overview of Applications of Wire Medium in Radio Engineering Means”, IAPGOS, №4/2018, Pp. 32-35 (December, 2018).
3. Хобзей М. М. Структура із паралельних провідників як антена мікрохвильового діапазону частот: матеріали ХХІІ Міжнародного науково-молодіжного форуму “Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті” (Інформаційні радіотехнології та технічний захисту інформації), 17-19 квітня 2018, Харків, Т. 3, с. 7-9.

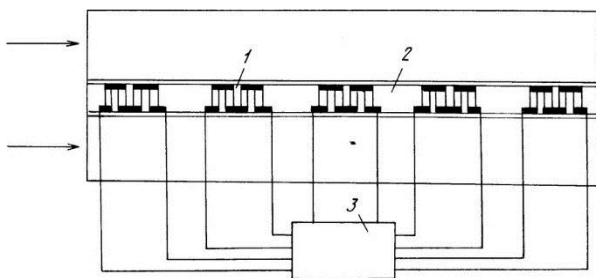
**Владислав Хриков**  
Науковий керівник – в. о. проф. Черкез Р.Г.

### Моделювання рідинного теплообмінника

Термоелектричне рідинне охолодження лежить в основі роботи багатьох термоелектричних приладів медичного призначення, що мають ряд переваг перед існуючими аналогами [1].

Для того, щоб при тривалих операціях знизити потребу тканин організму в кисні, вдаються до спеціального охолодження крові в теплообмінниках. При охолодженні організму (гіпотермії) знижується інтенсивність обміну речовин у тканинах та зменшується споживання кисню мозком, що дає можливість на певний час зменшити їх постачання кров'ю.

Головним перспективним напрямом при створенні систем рідинного охолодження і термостабілізації є використання напівпровідникових термоелектричних перетворювачів, які забезпечують побудову економічних, малогабаритних стабілізаторів температури з широкими функціональними можливостями щодо підтримання заданого теплового режиму. Основний споживач термоелектричних рідинних теплообмінників – це кардіохірургія, яка використовує у світі більше 600000 екземплярів на рік [2].



Фиг.1

Рис.1 Схема термоелектричного рідинного теплообмінника

З метою підвищення економічності щодо енергоспоживання батарея термоелектричних елементів виконана секційною, причому кожна секція під'єднана до джерела живлення через блок управління.

Пристрій являє собою рідинний теплообмінник, в якому теплообмін між потоками теплоносіїв здійснюється як через розділені потоки стінки 1 з високотеплопровідного матеріалу, так і за допомогою теплопередачі через секції батареї термоелектричних елементів 2. Секції під'єднані до блоку управління 3, який являє собою вузол живлення замість вузла автоматики.

Блок управління при цьому аналізує величину генерованої кожною секцією батареї ЕРС, яка пропорційна різниці температур потоків теплоносіїв у ділянці розташування даної секції, і в залежності від величини ЕРС (отже, і різниці температур) дана секція або залишається в режимі вимірювання, або під'єднується до джерела живлення.

Підвищення економічності теплообмінника можливе за рахунок забезпечення раціонального режиму роботи секцій батареї термоелектричних елементів, при цьому збільшується також надійність роботи термоелектричних елементів.

#### **Список літератури**

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник /Л.И. Анатычук. - К.: Наук. думка, 1979, - 769с .
2. Исмаилов Т.А, Магомедов К.А, Гаджиева С.М, Мурадова М.М. Термоэлектрический полупроводниковый теплообмінник Патент RU 2156424.-2000.



Денис Червенюк

Науковий керівник — асист. Олар О.В

### Адаптація веб-сайтів під віртуальну реальність (VR)

Віртуальна реальність у теперішній час розвивається дуже стрімко, постійно з'являється нове обладнання, нові технології для входження у віртуальний світ. Але для великих компаній VR в інтернеті не приносить прямих вигод, загалом це виникає через необхідність значної кількості приладдя і великих цін на них. Тобто, для того щоб зануритись у віртуальний світ, потрібно купити спеціальні окуляри, шолом, забезпечити себе програмних забезпеченням.

Альтернативою може стати використання веб-VR. **Веб-VR**— це експериментальний JavaScriptприкладного програмного інтерфейсу, який забезпечує підтримку пристроїв віртуальної реальності, таких як OculusRift, GoogleCardboardу веб-браузері.

Поки веб-VR досить примітивний. Немає тих функцій які є в прикладних програмах дають можливість повного занурення. Те ж саме стосується і доповненої реальності — AR. Веб-AR також дуже звичайний і не дозволяє виконувати масу функцій, доступних в додатках. Все, що можна зробити — це рахувати стандартні кольори і дивитись, на стандартні ефекти, які є в галереї. Але тим не менш, можна чути звуки, ходити по 3D-кімнаті, переглядати відео. Веб-VR виконує мінімальні функції сайту, при цьому виникає відчуття ніби перебуваєш уже там [1].

Також браузери вже дозволяють визначити розташування пристрою та його просторову орієнтацію. Ідею створення інтерфейсу в 3D-просторі цілком можна реалізувати сьогодні. Принаймі на робочому столі вже точно можна таке застосувати. Якщо замінити стереорендер на звичайний, а камеру повертати просто рухом миші, то отримаємо щось схоже на звичайну тривимірну іграшку, тільки з можливістю використовувати всі улюблені інструменти верстальника. Але також є і недоліки — у тих пристроїв, які є на ринку, є проблема із втомленням очей — читати напівпрозорий текст протягом тривалого часу можна, тільки якщо на тлі більш-менш однотонне і нерухоме.

Повідомлення подивитися можна, але читати на постійній основі — не бажано [2].

Крім того, було створено новий браузер — FirefoxReality. Команда Mozillарозробила його спеціально для роботи окремих гарнітур віртуальної та доповненої реальності (або змішаної реальності). У браузері є чисельна кількість особливостей. Серед яких є — можливість пошуку в Інтернеті за допомогою голосу. Також, за рахунок використання програми Quantum, браузер є надзвичайно плавним та потужним. Можна плавно перемикатися між 2Dі 3Dта переглядати відео у 360°. Компанія серйозно сприймає такі речі, як конфіденційність та прозорість. Тому, користуючись браузером, можна не хвилюватися за свою приватність[3].

Значна кількість причин зумовлюють провідне місце VR-технологій. Однією з яких є стрімкий розвиток удосконалення онлайн-відеоігр. Також було створено новий браузер для роботи Firefox, який оптимізований для роботи з веб-VR.

За віртуальноюреальністювеликемайбутнє. Веб-VRможе бути найкращим рішенням для інтернет-маркетингових кампаній, для архітекторів, для тих, хто займається 3D-моделюванням — для всіх, кому потрібні передати живі відчуття через 3D-простір.

#### Список літератури

1. Ольга Ш. Параллельнаяреальность: VR, веб-VR, AR, веб-AR [Електронний ресурс] / Шевченко Ольга – Режим доступу до ресурсу: <https://telegraf.design/parallelnaya-realnost-vr-veb-vr-ar-veb-ar/>.
2. Bogachev I. Делаем сайт для виртуальнойреальности. Встраиваеммонитор в монитор и размышляем о будущем [Електронний ресурс] / IvanBogachev – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/333400/>
3. White S. ExploretheimmersivewebwithFirefoxReality. NowavailableforViveport, Oculus, andDaydreamSeanWhiteSeptember 18, 2018 [Електронний ресурс] / SeanWhite – Режим доступу до ресурсу: <https://blog.mozilla.org/blog/2018/09/18/firefox-reality-now-available/>.

### **Дослідження та порівняльний аналіз змінення міцних властивостей зразків з нових деревних матеріалів**

При існуючих способах переробки деревної сировини в цілому по Україні корисно використовується близько половини, а те і лише третя частина біомаси дерева, що свідчить про незадовільний стан галузі. Основні витрати припадають на деревну зелень (лісосічні відходи), кору (відходи деревообробки), тирсу і стружки (відходи лісопиляння), на кожен з яких припадає 20-25% від загальної маси. Запаси відходів у країні надзвичайно великі. У зв'язку з вищезазначеним актуальність наукової роботи полягає у виявленні та дослідженні новітніх способів переробки деревної сировини. Як відомо, деревина є досить дешевим та доступним матеріалом, особливо в Україні, який має досить привабливі та цінні властивості: легкість, висока питома міцність, здатність добре оброблятися, можливість скріплюватися цвяхами, шурупами, болтами, клеями тощо, здатність поглинати удари та поштовхи завдяки своїй пружності, стійкість відносно деяких агресивних середовищ (слабким солям, кислота тощо), низька тепло-, звуко-електропровідність. До недоліків деревини та багатьох деревних матеріалів відносяться: вогнебезпечність, гігроскопічність, неоднорідність механічних властивостей у різних напрямках, дефекти будови, можливість грибкового руйнування.

Завдяки високим механічним властивостям, здатності добре оброблятися, наявності великих сировинних ресурсів найбільш придатні для машинобудування такі породи: сосна, ялина, модрина, яриця, європейський ясен, дуб, бук, березина, липа, дика груша. Механічні властивості деревини залежать від структури, умов використання, вологості, віку, направлення прикладених зусиль. При цьому відрізняють наступні категорії вологості деревини, які досить суттєво впливають на її властивості [1;2]:

- свіжезрубана деревина – вологість 35% і більше;
- сира деревина – понад 23%;
- повітряно суха – вологість 15-18%;

Разом із зменшенням вологості міцність деревини зростає. Опір стисканню вздовж волокон деревини більший, ніж у поперечному напрямку в 5-12 разів. З метою усунення вказаних вище недоліків весь час розробляються нові матеріали з деревини: фіброліт, мікродеревна фібра (МДФ), деревоволокнисті плити, фанера, арболіт, тирсобетон, шпон.

Слід зауважити що в наш час у деяких випадках спостерігається наступна ситуація: швидкість розробки та появи матеріалів із покращеними властивостями дещо випереджає інформацію про їх властивості у друкованих виданнях. Це створює певні незручності для користувачів. Внаслідок цього у лабораторії опору матеріалів кафедри професійної освіти та технологічної освіти і загальної фізики ЧНУ ім. Ю.Федьковича було прийнято рішення про проведення дослідження щодо змінення властивостей двох зі вказаних вище матеріалів у залежності від впливу вологості, а також встановлення часової залежності змінення міцних властивостей деревного матеріалу. Для цього було заготовлено 300 однакових стандартних зразків і кожного зі вказаних матеріалів, які зберігалися при однаковій атмосфері підвищеної вологості. Кожний місяць по 30 зразків з кожної партії зазнавали випробувань на стиск.

Такий підхід дав можливість скласти уяву про швидкість деградації параметрів міцності досліджуваного матеріалу, виявити часові інтервали, коли ця деградація найбільше помітна. Отримані дані експериментів також дають інформацію щодо допустимих термінів перебування досліджуваного матеріалу в умовах середовища з підвищеною вологістю.

### **Список літератури**

1. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: підруч. для студ. мех. спец. вищ. навч. закл./Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський; за ред. Г.С Писаренка. – 2 вид. –К.: Вища шк.,2004. -654 с.
2. Опір матеріалів: для студентів механічних спеціальностей вищ. навч. закл./Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка. –К:Вища шк., 2004. -655 с.

**Марина Чубрей**

Науковий керівник – проф. Головацький В.А.

## **Вплив електричного поля на енергію зв'язку та переріз фотоіонізації домішки у сферичній наносистемі**

Досліджено вплив постійного електричного поля на енергію зв'язку та переріз фотоіонізації домішки (ПФД) при різному її положенні в наносистемі  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}/\text{AlAs}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ . У наближенні ефективної маси та моделі прямокутного потенціалу сферичної плівки знайдено розв'язки рівняння Шредінгера матричним методом.

Сферична багатошарова квантова точка складається з ядра - потенціального бар'єра  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  ( $r < r_0$ ), сферичної оболонки  $\text{GaAs}$  – потенціальної ями ( $r_0 < r < r_1$ ) та зовнішньої оболонки  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $r_1 < r < r_2$ ). Наносистема поміщена у зовнішнє непроникне для електрона середовище (матрицю) ( $r > r_2$ ).

Гамільтоніан задачі має вигляд

$$H = -\Delta + eFr \cos \theta + U(r) - \frac{2Z}{|\vec{r} - \vec{r}_{imp}|}, \quad (1)$$

де

$$U(r) = \begin{cases} V_1, & r < r_0 \\ 0, & r_0 \leq r \leq r_1 \\ V_2, & r_1 \leq r \leq r_2 \\ \infty, & r > r_2 \end{cases}. \quad (2)$$

У випадку  $F=0$  та  $Z=0$  рівняння Шредінгера з гамільтоніаном (1) має точні розв'язки [1], на основі яких отримано хвильові функції (ХФ) електрона в наносистемі з домішкою з урахуванням впливу зовнішнього електричного поля

$$\psi_{jm}(\vec{r}) = \sum_n \sum_l c_{nl}^{jm} \Phi_{nlm}(\vec{r}). \quad (3)$$

Енергетичний спектр  $E_{jm}$  та коефіцієнти  $c_{nl}$  отримаємо з секулярного рівняння [1-2]

$$\left| H_{n'l, n'l'} - E_{jm} \delta_{n,n'} \delta_{l,l'} \right| = 0. \quad (4)$$

На основі ХФ та енергетичного спектра розраховано залежність енергії зв'язку електрона з домішкою від напруженості електричного поля та від положення домішки. Переріз фотоіонізації знаходиться за формулою [2]

$$\sigma(\hbar\omega) = \frac{4\pi^2}{n_r} \alpha_{FS} m^* \hbar\omega |d_{if}|^2 \Gamma / [\Gamma^2 + (E_b - \hbar\omega)^2]. \quad (5)$$

З рис. 1-2 видно, що при  $F=0$  ПФД максимальний у випадку, коли домішка локалізована в центрі потенціальної ями. Електричне поле, яке напрямлене протилежно до напрямку зміщення домішки, збільшує ПФД. У випадку, коли напрямок електричного поля збігається з напрямком зміщення домішки, ПФД нецентральної домішки спадає, а центральної – зростає. При  $F > 5$  кВ/см найбільше значення ПФД отримується для центральної домішки.

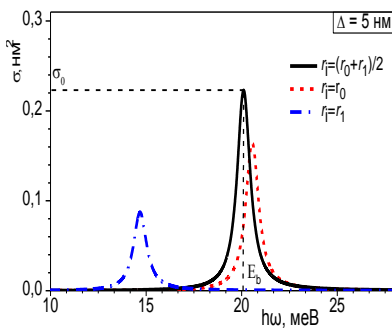


Рис. 1. Залежність ПФД від енергії падаючого фотона при різних положеннях домішки

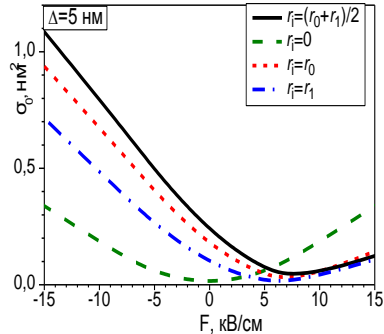


Рис.2. Залежність максимального значення ПФД від напруженості електричного поля

Положення максимуму ПФД визначається величиною енергії зв'язку електрона з домішкою, яка найбільша при розміщенні домішки в центрі потенціальної ями. При накладанні постійного електричного поля, що зміщує електрон від домішки, енергія зв'язку зменшується.

### Список літератури

1. Holovatsky V., Bernik I., Voitsekhivska O. Condens. Matter. Phys. 2014, 17 (13702).
2. M'zerd S., El-Haouari M. et. al. J. Appl. Phys. 2018, 124, 164303.

## **Сучасні підходи до проектування освітніх програм у закладах професійної освіти**

Запровадження в Україні європейських цінностей і стандартів вимагає відповідних системних змін у системі освіти. Необхідною умовою успішності таких змін є поліпшення якості освітнього процесу в закладах освіти, що передбачає підвищення якості підготовки педагогічних кадрів.

Європейська Комісія визначила завдання та стратегії розвитку європейської освіти та запровадила орієнтири щодо формування загальних компетенцій педагогів в Європі: знання: працювати з різними видами знань, технологіями та інформацією; співпрацювати з іншими учасниками освітнього процесу; діяти на місцевому, регіональному, національному, Європейському та глобальному рівнях [1]. Сформульовано також керівний принцип розвитку педагогічної професії в Європейському освітньому просторі – висока кваліфікація, що базується на партнерстві і вимагає неперервного навчання та мобільності [1; 2].

У зв'язку з цим виняткової актуальності набуває проблема поліпшення якості підготовки майбутніх педагогів, одним з елементів якої є ознайомлення їх з підходами до формування структури та змісту освітніх програм, здатних забезпечити якісну професійну діяльність у майбутньому, а також набуття ними навичок для їх професійного та особистісного розвитку [3].

Головним компонентом цієї проблеми є проблема змісту освіти, оскільки саме він потребує постійних змін і доповнень відповідно до розвитку сучасного виробництва – потрібно відходити від засвоєння студентом готової суми знань і формувати його в напрямі особистісно-зорієнтованих методик навчання. Це означає необхідність створення таких умов, коли вивчення теоретичного матеріалу та формування вмінь відходить на другий план, поступаючись місцем усвідомленій навчальній діяльності, формуванню здатності до самонавчання та життєвого само визначення. Це можливо за умови використання технологій, які

дозволяють студентам самостійно конструювати, а не запам'ятовувати наперед визначений зміст освіти.

Зміст професійної (професійно-технічної) освіти зумовлюється суспільними вимогами до рівня кваліфікації робітничих кадрів і визначається відповідними державними стандартами, на основі яких розробляється освітньо-кваліфікаційна характеристика випускника закладу.

Документом, що визначає освітній рівень вступника, цілі навчання, перелік обов'язкових навчальних предметів, механізм міжпредметних зв'язків, форми та періодичність, терміни контролю результатів навчання і кваліфікаційної атестації здобувачів освіти, вимоги до основних обов'язкових засобів навчання та планований рівень кваліфікації випускника, є навчальний план. Очікувані компетентності здобувача з кожної навчальної дисципліни визначає освітня програма.

Конструювання освітньої програми полягає у визначенні системи компетентностей та змісту навчальної діяльності щодо їх набуття. Воно виконується за два етапи: концептуальний і конструкторський. У цій доповіді розкриваються основні вимоги до обох етапів конструювання освітніх програм дисциплін загальнотехнічного спрямування для підготовки здобувачів освітнього рівня “молодший бакалавр” у закладах фахової передвищої освіти.

### Список літератури

1. Європа 2020: стратегія розумного, стійкого і всеосяжного зростання // Режим доступу: <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20-%202007%20%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>.
2. Пуховська Л. Європейська політика у сфері підготовки педагогічних кадрів // Збірн. матер. І Міжнар. наук.-практ. конфер. „Професійна освіта в умовах сталого розвитку суспільства” (Київ, 1 грудня 2016) /за заг. ред. В.О. Радкевич, Г.М. Романової. – Инст. проф.-тех. освіти НАПН України. – Павлоград, ІМА-прес, 2016. – С. 36-38.
3. Концепція розвитку педагогічної освіти (проект) // Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-povtorno-proponuye-do-gromadskogo-obgovo-rennya-proekt-koncepciyi-rozvitku-pedagogichnovi-osviti-pislya-doopracyuvan-nya-z-urahuvannyam-zauvazhen-i-propozicij>.



Іван Шпінтюк, Микола Білошицький

Науковий керівник – доц. Майструк Е.В.

## Вплив освітлення на фотоелектричні властивості гетероструктури p-Cu<sub>2</sub>O/n-CdTe

У даній роботі досліджені електричні властивості гетероструктур, сформованих шляхом нанесення тонкоплівкового Cu<sub>2</sub>O р-типу провідності на монокристалічну підкладку CdTe n-типу провідності методом ВЧ магнетронного розпилення.

Плівки Cu<sub>2</sub>O напильовали на підкладки CdTe в універсальній вакуумній установці УВН-70. Мішень Cu<sub>2</sub>O розпилювали в атмосфері Ar за допомогою ВЧ магнетронного розпилення при змінній напрузі. Підкладка CdTe розміщала на пічці, за допомогою якої підтримували температуру 200 °С для осадження плівки.

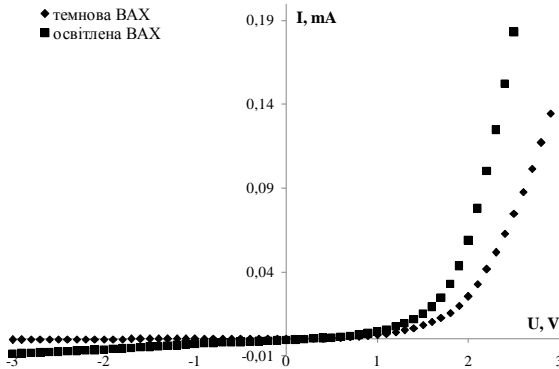


Рис. 1. ВАХ гетеропереходу p-Cu<sub>2</sub>O/n-CdTe:(до та після освітлення)

Перед початком процесу напильовання вакуумна камера відкачувалася до залишкового тиску  $5 \cdot 10^{-5}$  мм.рт.ст. Процес напильовання плівки Cu<sub>2</sub>O тривав 10 хв. при потужності магнетрона 200 Вт.

Вольт-амперна характеристика (рис. 1) одержаної структури p-Cu<sub>2</sub>O/n-CdTe була досліджена при кімнатній температурі 23°С.

Освітлена вольт-амперна характеристика вимірювалася при білому освітленні (80 мВт/см<sup>2</sup>).

Із одержаних вольт-амперних характеристик екстраполяцією прямолінійних ділянок прямих гілок до осі напруг було визначено висоту потенціального бар'єра гетеропереходу, яка становить до та після освітлення 1,8 еВ.

З освітленої вольт-амперної характеристики було визначено  $I_{кз} = 0,001$  мА та  $U_{xx} = 0,3$  В. Із темної вольт-амперної характеристики було визначено коефіцієнт випрямлення, який при  $|U| = 3$  В та  $T = 296$  К має значення  $RR \sim 272$  [1].

$$n = \frac{e\Delta V}{\Delta \ln(I)kT} \quad (1)$$

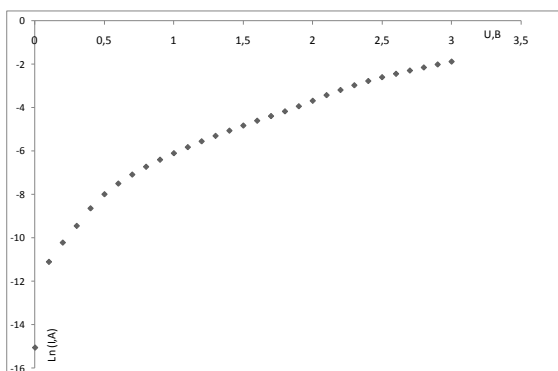


Рис.2.Прямі гілки ВАХ гетеропереходу в напівлогарифмічному масштабі

Завдяки даним рис.2. та формулі 1 були визначені коефіцієнти неідеальності для обох ділянок напруг  $0,1 < V < 0,7$  ( $n=6,8$ ) та  $0,7 < V < 1,8$  ( $n=14,6$ ). Отже, з даних розрахунків можна зробити висновок, що домінуючим механізмом струмоперенесення є тунелювання.

### Список літератури

1. Тонкі плівки оксидів металів та гетеропереходи на їх основі /Мар'янчук П.Д., Брус В.В. Чернівці: РОДОВІД, 2014. 292 с.

**Сергій Шумський, Ігор Гнідко**  
Науковий керівник – проф. Політанський Л.Ф.  
асист. Лесінський В.В.

## **DDoS-атаки та методи їх протидії на веб-серверах за допомогою кешуючого проксі NGINX**

Розподілена атака типу «відмова в обслуговуванні» – або DDoS (Distributed Denial of Service) – являє собою одночасну масову відправку інформаційних запитів на центральний сервер. Зловмисник формує такі запити за допомогою великої кількості заражених систем (бот-нетів).

Таким чином, зловмисник прагне витратити ресурси інтернет-з'єднання системи, що атакується, і оперативну пам'ять. Кінцевою метою є виведення з ладу цільової системи і завдання збитків компанії.

Існує два типи бот-нетів. Перший тип діє максимально швидко, перевагою його є те, що за короткий термін він перевантажує систему запитами, однак у системних логах з'являється одразу повністю, що дає змогу повністю заблокувати всі шкідливі IP-адреси. Другий тип діє поступово, напади проводяться хвилями, тому для боротьби з таким типом атаки доводиться витратити кілька днів, а в деяких випадках і тижнів.

При боротьбі з DDoS-атакою варто знати що злочинець буде звертатись до найбільш ресурсоємної частини системи, наприклад пошукової строки сайта, що проводить запити до бази даних. Рішенням даної проблеми може бути тимчасове відключення можливості пошуку.

NGINX підтримує нестандартний код 444, який дозволяє закрити з'єднання та не давати відповіді.

Якщо запити надходять тільки від ботів, наприклад, тому що на веб-ресурсі немає пошуку, а запити до location /search продовжують надходити, можна встановити на веб-сервер пакет ipst так заблокувати ботів shell-скриптом:

```
ipset -N ban iphash  
tail -f access.log | while read LINE; do echo "$LINE" | \
```

```
cut -d'"' -f3 | cut -d' ' -f2 | grep -q 444 && ipset -A  
ban "${L%% *}"; done
```

Варто також звернути увагу і на геолокацію клієнта. Такий спосіб боротьби з DDoS-атакою не є бажаним, адже відсіяти можна і легітимного користувача, але в критичну ситуацію можуть знадобитись усі можливі ресурси. NGINX має можливість під'єднання геомодуля, що дозволить відсікати трафік із окремих країн.

Необхідно аналізувати об'єм трафіку, час відкликання серверу та кількість помилок. У NGINX час відкликання сервера фіксується двома змінними `request_time` і `upstream_response_time`. Перша – повний час виконання запиту, включаючи затримки в мережі між користувачами та сервером, друга – повне виконання запиту, включаючи затримки в мережі між користувачем та сервером.

```
log_format http_log '$remote_addr - $remote_user [$time_local] '  
"$request" $status $body_bytes_sent '  
"$http_referer" "$http_user_agent" $request_time \  
$upstream_response_time';
```

NGINX дозволяє приблизно оцінити кількість запитів за секунду за допомогою команди:

```
echo $(( $(fgrep -c "$(env LC_ALL=C date --date=@$(( $(date \  
+%s)-60)) +%d/%b/%Y:%H:%M)" "$ACCESS_LOG"/60))
```

В порівнянні з нормальними показниками кількість запитів може як падати так і зростати. Зріст відслідковується якщо бот-нет почав свою атаку, а спад, якщо бот-нету вдалось спричинити обвал веб-ресурсу.

### Список літератури

1. Сайт CISCO [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cisco.com/>
2. Сайт Лаборатории Касперского [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.securelist.com/>
3. Цирульник С.М., Кисюк Д.В., Говорущенко Т.О. DDoS-атаки та методи боротьби з ними [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuu.gov.ua/>

**Петро Шутак**

Науковий керівник – асист. Козярьський І.П.

### **Отримання та оптичні властивості плівок $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$**

Тонкі плівки  $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$  *p*-типу електропровідності товщиною до 1 мкм виготовлялися методом спреї-піролізу 0,1 М водних розчинів двохлористих солей міді  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , цинку  $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  і марганцю  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , чотирьохлористого олова  $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  і тіосечовини  $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ . Для приготування розчинів використовувалася бідистильована вода. З метою одержання діркового типу провідності плівок  $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$ , який більш перспективний для сонячних елементів, використовувалася збільшена концентрація міді по відношенню до цинку, марганцю і олова  $[\text{Cu}]:[\text{Zn}(\text{Mn})]:[\text{Sn}]:[\text{S}] = 2,1:1:1:10$ . Дане співвідношення компонентів забезпечувалося відповідним розрахунком молярних мас хімічних реагентів. Збільшена концентрація тіосечовини ( $[\text{Zn}(\text{Mn})]:[\text{S}] = [\text{Sn}]:[\text{S}] = 1:10$ ) пов'язана з високою летучістю сірки при температурах піролізу та необхідністю забезпечення складу плівок близького до стехіометричного по відношенню до сірки. Також враховувалося, що при недостатній кількості  $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$  утворюються нерозчинні комплекси металів [1], які роблять розчин мутним і непридатним для спреї-піролізу.

Температура піролізу для отримання зразків плівок на підкладках скла і ситалу становила  $T_S = 290$  °С. Підкладки перед нанесенням плівок знежирювалися в аміачно-перекисному розчині  $\text{H}_2\text{O}_2:(\text{NH}_2)\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$ , оброблялися у розчині двохромокислого калію  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  і промивалися в бідистильованій воді.

Дослідження оптичних коефіцієнтів проводили за допомогою спектрофотометра СФ2000 в діапазоні довжин хвиль від 0,2 до 1,1 мкм.

Одержані залежності  $\alpha=f(h\nu)$  були перераховані в  $\alpha^2=f(h\nu)$  і побудовані відповідні залежності для отриманих плівок  $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$  (рис. 1).

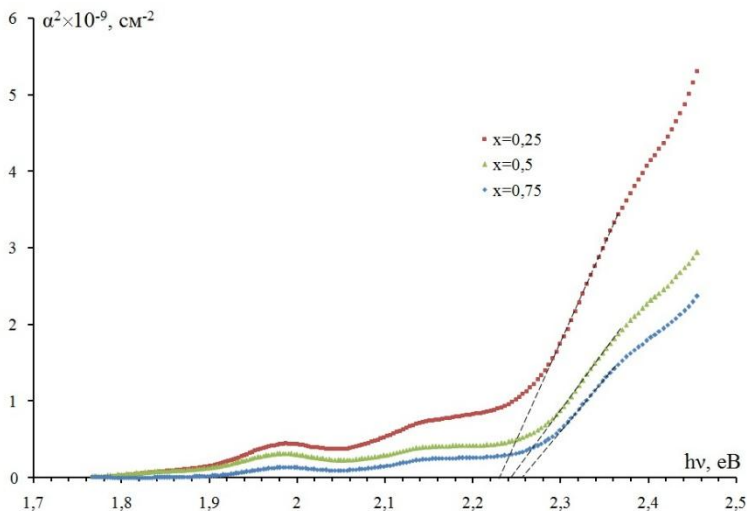


Рис. 1. Залежність  $\alpha^2=f(h\nu)$  для плівок  $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$  ( $0,25 \leq x \leq 0,75$ )

Спектральні залежності  $\alpha^2 = f(h\nu)$  для плівок  $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$  (рис. 1) підтверджують участь прямих оптичних переходів при поглинанні квантів світла при різному складі  $0,25 \leq x \leq 0,75$ . Екстраполяція прямолінійних ділянок до  $\alpha^2 = 0$  енергії фотонів  $h\nu$  вказує величину оптичної ширини забороненої зони  $E_g$  для досліджуваних плівок. Ширина забороненої зони твердих розчинів  $\text{Cu}_2\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{SnS}_4$  збільшується з вмістом у плівках марганцю від  $E_g = 2,23$  еВ ( $x = 0,25$ ) до  $E_g = 2,26$  еВ ( $x = 0,75$ ) (рис. 1).

Матеріали з такими оптичними властивостями перспективні для використання в якості фронтального шару для фотоперетворювачів на основі сполук  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ .

### Список літератури

1. Seboui Z., Gassoumi A., Kamoun-Turki N. Evolution of sprayed  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  // Materials Science in Semiconductor Processing 26 (2014) 360–366.

### **Актуальність кераміки в наш час**

Кераміка — неоціненний помічник у вивченні стародавньої історії. На відміну від дерева, тканини, кості, паперу, випалена глина не боїться вогню, вологи, атмосферних впливів. На противагу золоту, сріблу та іншим металам, випалену глину не можна перетопити[1].

З давніх часів й до сьогодні гончарство в Україні вважається дуже розвинутим промислом, незважаючи на те, що з кожним днем воно все більше втрачає свою актуальність серед молоді.

З розвитком новітніх технологій, промисловість збереглася тільки як культурна спадщина в музеях, а відомих майстрів-гончарів можна «порахувати на пальцях».

Кераміка зуміла поєднати в собі декілька різних наук, таких як: матеріалознавство, хімія, фізика, екологія (адже, предмети з якими працює гончар є екологічно чистими та тільки природніми), математика (та з розвитком новітніх технологій - навіть інформатика), художня творчість та медицина: роботою з екологічними матеріалами, розвивається моторика рук, емоційний відпочинок та емоційність людей.

Різновиду кераміка зазнає з додаванням до неї різних домішок та матеріалів для оздоблення художньої кераміки, таких як: глазур, глазуровані фарби, молоко, глиняні фарби, та інші барвники.

Під «художніми» розуміються вироби, прикрашені особливо тонким рельєфом або ліпниною. Звичайно ж, інших відмінностей від звичайної кераміки фактично немає, але в технології виготовлення є чимало своїх нюансів та тонкощів[1].

Сама по собі глина має високу міцність, тому її використовують у різних промислах:

1) зі звичайної глини виготовляють горщики для квітів, глечики, миски та інший посуд;

- 2) з білої глини виготовляють порцеляновий та фаянсовий посуд (горнятка, тарілки, чайники), реактивні двигуни, різноманітні технічні деталі[2];
- 3) є особлива глина, яка йде на виготовлення вогнетривкої цегли та посуду, який не тріскається навіть за дуже високої температури;
- 4) глини жовтого, рожевого, червоного, сірого, зеленого кольорів залежно від їхніх властивостей використовуються для виготовлення цегли, черепиці, облицювальних плиток, домашніх прикрас (декоративних статуєток, вазонів для квітів), гончарного посуду;
- 5) глини використовуються у медицині (як абсорбент), застосовують при виробництві паперу, фарб, гуми, мила, цементу, алюмінію;
- 6) У ливарному виробництві використовуються глини як зв'язувальний компонент формувальних сумішей для виготовлення ливарних форм; крім того, глини входять до складу ливарних фарб у вигляді глинистої суспензії, яка у зваженому стані підтримує протипригарний матеріал. У цій галузі промисловості застосовуються як вогнетривкі, так і тугоплавкі глини, а також бентонітові, які мають високу зв'язувальну властивість[2].

Отже: сучасне керамічне виробництво має складне технічне обладнання, застосовує більш досконалу технологію і нові матеріали[3].

### Список літератури

1. Кераміка – це... Виробництво кераміки. Джерело: <https://faqukr.ru/biznes/104213-keramika-ce-virobnictvo-keramiki-hudozhnja.html>. Назва з екрана.
2. Глина. – Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0>. Назва з екрана.
3. Технологія виробництва керамічних виробів. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://ukrefs.com.ua/89470-Tehnologiya-proizvodstva-keramicheskikh-izdeliyy.html>. Назва з екрана.



**p-i-n-фотодіод на основі кремнію p-типу провідності  
зі зменшеним темновим струмом охоронного кільця**

Для зменшення темного струму охоронного кільця (ОК), а саме його поверхневої складової, застосовують додаткове охоронне кільце, ізотипне до матеріалу кристала фотодіода - у нашому випадку  $p^+$  типу провідності, яке називають стопорним кільцем (СК) [1; 2]. Доступ неосновних носіїв заряду, генерованих на периферії кристала фотодіода, які мають  $p$ -тип провідності, до охоронного кільця ( $n$ -типу провідності) і просуваються до ОК по поверхневим каналам, може бути обмежений створенням СК. Такий крок здатен зменшити темновий струм ОК.

Відстань між ОК та СК має бути з одного боку мінімальною, з іншого боку, при відстані 300 мкм спостерігається збільшення коефіцієнта взаємозв'язку між ОК та фоточутливим елементом (ФЧЕ), що приводить до їх фотоелектричного зв'язку. Обидва елементи фотодіода працюють як один елемент, що не припустимо. Коефіцієнт взаємозв'язку також залежить від ширини області просторового заряду (ОПЗ) на поверхні кристала фотодіода, яка у свою чергу визначається величиною робочої напруги на ОК та ФЧЕ.

Розв'язання вищезгаданої проблеми лежить у площині зміни конструкції кристала фотодіода. А саме - запропонована конструкція  $p$ - $i$ - $n$ -фотодіода, в якій відстань СК від ОК визначається з наступних умов:

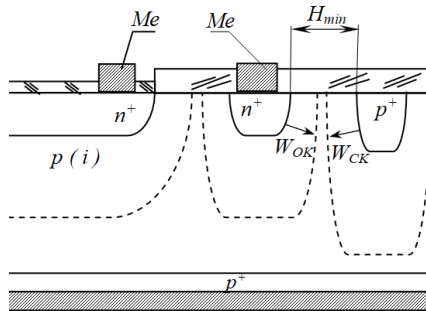
1. СК має знаходитись максимально близько до ОК для зменшення ефективної площі генерації носіїв заряду;

2. СК має знаходитись на відстані, яка має забезпечити неможливість перетинання ОПЗ від ОК ( $W_{OK}$ ) та ОПЗ від СК ( $W_{СК}$ ) по поверхні при робочій напрузі на фотодіоді.

Враховуючи вищевикладене, мінімальна відстань СК від ОК ( $H_{min}$ ) визначається за співвідношенням:

$$H_{min} \leq W_{OK} + W_{СК}. \quad (1)$$

На рисунку наведено схематичне зображення конструкції ділянки кристала фотодіода, яка містить ФЧЕ, ОК та СК.



При встановленні на фотодіоді оберненого зміщення область просторового заряду ОК розширюється і досягає СК. При цьому повністю збіднюється простір між охоронним кільцем і каналом. Носії, що генеруються на периферії кристала під впливом оберненого зміщення, спрямовуються до області охоронного кільця по поверхневим каналам, оскільки носіями заряду в основному є позитивно заряджені іони. Їх рух до охоронного кільця закінчується, коли вони досягають ОК. Таким чином, відсікається вплив периферії на величину темнового струму охоронного кільця.

Оскільки ОПЗ ОК та СК не перетинаються, то така конструкція працездатна. При робочій напрузі мінус 250 В ширина зазору має бути близько 250 – 300 мкм, при цьому питомі значення темнового струму охоронного кільця при температурі 293 К складають від 0,8 до 0,45 мкА. На відміну від аналога, в якого це значення складає майже 100 мкА при температурі 293 К.

### Список літератури

1. Добровольський Ю.Г. Особливості конструкції та технології кремнієвих р-і-n-фотодіодів / Ю.Г. Добровольський, А.А. Ащеулов // Фізика і хімія твердого тіла Т.2. №3. 2001. С.441-447.
2. Добровольський Ю.Г. Кремниевый р-і-n-фотодиод с малым темновым током / Ю.Г. Добровольский, А.А. Ащеулов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. № 3. 2011. С.27-31.

**Аліна Яковенюк**  
Науковий керівник – асист. Кобилянський Р.Р.

### **Термоелектричний прилад для кріодеструкції у гінекології**

Встановлено, що при дії низьких температур на уражену ділянку біологічної тканини гинуть усі патогенні мікроорганізми, а також те, що холод активізує імунну систему організму людини, мобілізує ендокринну і нейрогуморальну системи, забезпечує стійкість до стресів і перевантажень, поліпшує самопочуття і працездатність людини [1; 2].

Використання кріохірургії дозволяє поліпшити результати лікування багатьох захворювань у таких областях медицини, як онкологія, гінекологія, урологія, отоларингологія, офтальмологія, проктологія та ін. Перевагою використання термоелектричного охолодження в гінекології є безболісність і мінімальна травматичність. Кріохірургічний метод лікування хворих у дітородному віці ефективніший порівняно з діатермокоагуляційним у зв'язку з тим, що після його застосування залишаються менш виражені рубцеві зміни тканин, які можуть порушувати розкриття шийки матки при пологах [1, 2].

Тому актуальним є розробка термоелектричних приладів для гінекології, вдосконалення їх конструкції та технічних характеристик.

В Інституті термоелектрики НАН та МОН України було розроблено термоелектричний кріоекстрактор (рис.1). Прилад призначений для використання в хірургічній практиці при лікуванні різноманітних захворювань в онкології, гінекології, дерматології, офтальмології та інших галузях медицини.

Прилад складається з каскадної термоелектричної батареї, до якої прикріплений теплопровідний циліндр із зовнішньою тепловою ізоляцією [3]. До кінця циліндра монтуються робочі інструменти різної конфігурації. Температура робочих інструментів складає  $-40^{\circ}\text{C}$ . Прилад дає можливість

здійснювати циклічні охолодження необхідної частоти. Споживана електрична потужність приладу – 160 Вт.



*Рис.1. Термоелектричний кріоекстрактор [3]*

Основними перспективними напрямками застосування термоелектрики в хірургії є охолодження хірургічних інструментів, охолодження фізіотерапевтичних розчинів при хірургічних операціях та розробка термоелектричних хірургічних приладів для деструкції онкозахворювань внутрішніх органів.

Встановлено, що термоелектричне охолодження дає можливість точно задавати необхідну температуру поверхні робочого інструмента, час температурного впливу на відповідну ділянку людського організму, а також забезпечувати циклічну зміну режимів охолодження і нагрівання.

#### **Список літератури**

1. Анатychук Л.И. Термоэлектрические устройства: справочник. – К.: Наук. Думка, 1979. – 768 с.
2. Коленко Е.А. Термоэлектрические охлаждающие приборы. Изд. 2-е. – Л.: Наука, 1967. – 283 с.
3. Патент UA 53914. Термоелектричний кріоекстрактор / Кушнерик Л.Я., Стародуб Ю.Р. – 2003.

**Ганна Ямрозик**  
Науковий керівник – асист. Солован М.М.

## **Оптичні і електричні властивості тонких плівок графіту отриманих різними методами**

В останні роки у вчених появився значний науковий і практичний інтерес до методів отримання тонких вуглецевих шарів. Це обумовлено їх унікальними властивостями, хорошою електропровідністю, високою рухливістю носіїв заряду при кімнатній температурі, прозорістю, хорошими механічними властивостями [1,2].

За декілька останніх років науковців почали більше цікавити безвакуумні методи отримання тонких плівок, найдешевшим з них для виготовлення плівок графіту є метод «олівець-на-напівпровіднику». В цьому методі відбувається перенесення нарисованої плівки графіту на кварцову підкладку і формується якісний оптичний контакт.

Ми використовували два методи для отримання тонких плівок графіту: безвакуумний - «олівець-на-напівпровіднику» та електронно-променево випаровування.

Виготовлені тонкі плівки графіту безвакуумним методом також були відпалені. Відпал отриманих тонких плівок графіту проводили протягом 5 годин при температурі 920 К у вакуумі в електропечі СНОЛ 15/1300 з мікропроцесорним регулятором температури типу RT26-S765.

Спектри пропускання щойно напилених та відпалених тонких плівок графіту виміряно за допомогою спектрофотометра СФ-2000. Експериментальні точки знімалися в області довжин хвиль 200 – 1200 нм з кроком 1 нм.

Границі зерен у графіті і графітоподібних матеріалах суттєво впливають на фізичні властивості матеріалу. Електричне поле зарядів на границі зерен утворює енергетичні бар'єри  $E_b$  для руху носіїв заряду. Між кристалітами утворюються області товщиною  $\delta$ , які збіднені на основні носії заряду.

Якщо провести відпал тонких плівок графіту, то можна покращити їхню структурну досконалість і, тим самим, зменшити енергетичні бар'єри для кращої провідності.

Для визначення висоти бар'єрів  $E_b$  на границях зерен у тонких плівках графіту була використана температурна залежність електропровідності у діапазоні  $300 \text{ K} < T < 380 \text{ K}$  побудована у координатах  $\ln(\sigma \cdot T^{1/2}) = f(10^3/T)$  (рис.1.)

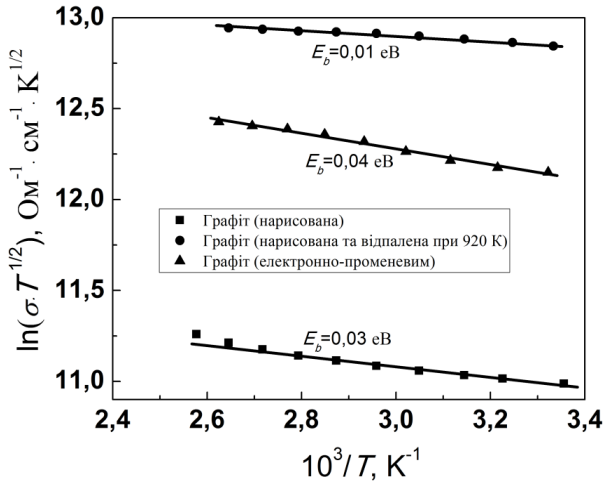


Рис.1. Температурні залежності електропровідності плівок графіту, отриманих різними методами

Висота бар'єра на границях зерен для нарисованих плівок графіту становить  $E_b = 0,03 \text{ eV}$ , для відпаленої  $E_b = 0,01 \text{ eV}$  та для тонких плівок графіту виготовлених електронно-променевою випаровуванням  $E_b = 0,04 \text{ eV}$ . Видно, що для відпаленої плівки висота бар'єру є найменшою.

### Список літератури

1. E. Rollings, G.-H. Gweon, S.Y. Zhou, B.S. Mun, J.L. McChesney, B.S. Hussain, A.V. Fedorov, P.N. First, W.A. de Heer, A. Lanzara. J. Phys. Chem. Sol., 67, 2172 (2006).
2. S. Tongay, T. Schumann, X. Miao, B.R. Appleton, A.F. Hebard. Carbon, 49, 2033 (2011).

### **Онлайн сервіс отримання статистичної психологічної оцінки особистості**

Дедалі частіше в Україні спостерігається тенденція, коли при прийомі на роботу або до закладу освіти таке поняття як психологічна оцінка стану та здоров'я особи відходить на другий план. Зумовлено це важливістю насамперед чисто робочих якостей та комерційною складовою. У більшості випадків оцінка дається або після розмови з людиною, або не виконується взагалі. Тому питання популяризації вказаної практики залишається відкритим [1].

Метою даної роботи є створення програмного забезпечення для автоматизації складання психологічної оцінки особи. В основі сервісу закладено дані низки психологічних тестів, тому будь-яка особа за власним бажанням або за вимогою директора, керівника, вчителя, психолога, матиме змогу отримати статистичну оцінку свого психологічного стану.

Наразі існує досить невелика кількість програм-аналогів, що пропонують подібний спектр послуг або частково відтворюють його. Найбільш відомим є сервіс MINDSCORE, що дозволяє створити примітивний психологічний портрет особи. Основним недоліком цього сервісу є те, що інформація не є конфіденційною і доступна будь-кому.

Актуальність обраної тематики досліджень надзвичайно висока, оскільки більшість психологічних проблем проявляються саме тоді, коли людина змінює звичну для себе зону комфорту, місце проживання, роботи і т. д.

Головним завданням розробки є створення зручного в користуванні безкоштовного онлайн сервісу, який би за лічені хвилини дозволив зменшити різного роду ризики виникнення або розвитку психологічних проблем дорослої людини чи дитини у новому середовищі.

Сервіс базуватиметься на платформі ASP.Net Core, головною перевагою якої є незалежність від операційної системи, а також передбачає використання потужного фреймворка компанії Microsoft – Entity Framework Core [2]. Візуальна частина

включатиме стек технологій HTML, CSS, JavaScript, Razor Pages [3]. MS SQL Server обрано як середовище управління базами даних.

Структурно проект нагадуватиме соціальну мережу з двома рівнями доступу:

- Корпоративні облікові записи (наприклад школа, лікарня, організація).
- Облікові записи кінцевих користувачів.

Після реєстрації користувач зможе пройти тести з переліку наявних і переглянути свої результати. Заклад зможе додавати до своєї структури обраних користувачів і надавати перелік тестів, необхідних для проходження саме для цього типу установи. Результати будуть доступні для корпоративного акаунту.

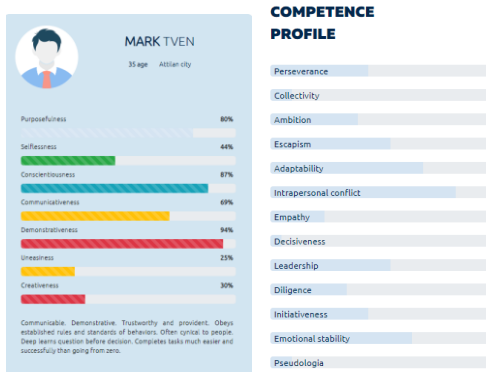


Рис. 1. Метрика психологічної оцінки працівника

Приклад прототипу зовнішнього вигляду метрики психологічної оцінки працівника ІТ відділу наведено на рис.1. Коректність отриманих результатів оцінки буде забезпечуватися попередньо зібраними даними по різних тестах.

### Список літератури:

1. Лідія Орбан-Лембрик. Соціальна психологія. Книга 1. Соціальна психологія особистості і спілкування. 2010 – 464 с.
2. Джефрі Ріхтер. CLR via C#. 2013 - 896 с.
3. Джон Дакет HTML and CSS: Design and Build Websites. 2011-512 с.



## **Сервіс для розвитку стратегічного типу мислення**

Стратегічна гра – це складна, багатопланова діяльність, що передбачає не тільки усвідомлення ігрового задуму, сюжетної лінії, а й певну послідовність спрямованих сукупних дій усіх учасників гри.

В RTS (від англ. Real Time Strategy, стратегія в реальному часі) геймплей стає можливим і цікавим за умови здатності її учасників передбачити можливі наслідки своїх дій, готовності до планування послідовних кроків, уміння визнавати помилки та вчасно корегувати їх, знаходити нестандартні способи розв'язання проблеми.

У стратегічній грі є конфліктна ситуація (двох і більше свідомих конфлікуючих сторін), де відсутня інформація про дії супротивника, про його стратегію. Гравцеві для досягнення мети необхідно застосовувати стратегічне мислення, і воно протиставляється швидким діям і реакції, які, як правило, не є обов'язковими для успіху в іграх жанру стратегія [1].

Метою даної роботи є створення програмного забезпечення для розвитку та тренування здатності прогнозування результату власних дій та дій опонента. За допомогою сервісу, людина зможе покращити свої вміння нестандартного мислення.

В даний час програм зі схожим типом ігрового процесу небагато. Одним з відомих продуктів зі схожими механіками і тематикою є Sea Empire. Основним недоліком цієї гри є мала кількість контенту і відсутність онлайн доступу. Дана розробка передбачає реалізацію багатокористувацького режиму, що суттєво розширить можливості користувачів.

Додаток розроблений на платформі Unity яка має низку переваг, зокрема дозволяє створювати додатки, що працюють на більш ніж 20 різних видах пристроїв [2]. Логічна частина розроблена з використанням модуля UnityEngine мовою програмування C# [3]. Мультиплеєрна гра буде реалізована за принципом: один з гравців сервер, інші клієнти. Графічна частина

складається з власноруч розроблених моделей і текстур, а також з ресурсів, наявних у вільному доступі.

Сценарій гри полягає в тому, щоб колонізувати певну кількість островів через управління кораблями, які доставляють потрібні ресурси і воїнів які можуть захопити острів іншого гравця. Починаючи з одного острова гравцеві необхідно виконати поставлене завдання: накопичити вказану кількість ресурсів або захопити острови, побудувати кораблі, або накопичити армію і знищити опонента швидше за інших гравців. Управління полягає в тому що віддавати накази кораблям і будувати споруди на острові і здобути перевагу в морських баталіях. Бойові одиниці трьох типів: лучники, щитоносці, пікінери кожен з яких має бонус проти одного типу і слабкість перед іншим, тому їх потрібно комбінувати в залежності від дій противника.



Рис. 1: Макет гри на комп'ютері та телефоні

Приклад прототипу зовнішнього вигляду і доступних функцій будівництва на одному з підконтрольних островів.

### Список літератури:

1. Мартін Клеппман. Designing Data-Intensive Application. The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable System, 2018–640 с.
2. Сергій Ларкович. Unity на практике. Создаем 3D-игры и 3D-миры. 2019-272 с.
3. Джефрі Піхтер. CLR via C#, 2013– 896 с.

## **Дослідження та аналіз платформ для створення програмного забезпечення на основі мікросервісної архітектури**

В умовах безперервної еволюції інформаційних технологій, виклики сучасності щодо вирішення нетривіальних задач вимагає все нових і нових інноваційних рішень у сфері розробки програмного забезпечення. Основним аспектом, який постає у процесі розробки програм є питання вибору архітектурного стилю. Одна з найбільш поширених архітектур програмного забезпечення на сьогодні є мікросервісна архітектура.

Мікросервісна архітектура – це принципова організація розподіленої системи на основі сервісів і їх взаємодії один з одним і з середовищем по мережі, а також принципів, що направляють проектування архітектури, її створення та еволюцію. Тобто, це підхід, при якому єдиний додаток будується як набір невеликих сервісів, кожен з яких працює у власному процесі і взаємодіє з іншими сервісами використовуючи легковагові механізми, як правило НТТР. Ці сервіси будуються навколо потреб і розгортаються незалежно з використанням повністю автоматизованого середовища.

Основні властивості мікросервісної архітектури:

- 1) високий рівень незалежності (незалежна розробка та розгортання);
- 2) незалежне масштабування;
- 3) простота зміни однієї реалізації сервісу іншою;
- 4) простота додавання нового функціоналу;
- 5) ефективне використання ресурсів;
- 6) відмовостійкість (вихід із ладу одного з сервісів зазвичай не приводить до виходу з ладу всієї системи);
- 7) сервіси організовані відносно задачі, яку вони виконують;
- 8) кожний сервіс може бути реалізований за допомогою будь-якої мови програмування та СУБД;

9) архітектурно побудовані за симетричним принципом виробник-споживач.

З урахуванням того, що на сьогоднішній день різноманіття мов програмування, які диктують різні принципи та сповідують діаметрально протилежні парадигми є надзвичайно великими, для розгляду предметної області дослідження, було обрано одну з найпопулярніших мов програмування – Java.

Розглядаючи платформи, які забезпечують реалізацію мікросервісної архітектури у контексті екосистеми Java, серед усіх вартує виділити наступні:

1) Spring і Spring boot – безумовні лідери у сфері розробки додатків на Java. Основною перевагою над конкурентами є дотримання філософії – “впевненої конфігурації”, що дозволяє легко розгортати сервіси використовуючи налаштовані шаблони. Висока гнучкість та надзвичайно широкі інтеграційні можливості забезпечують домінування на ринку;

2) Dropwizard – на відміну від Spring сповідує виключно принципи мікросервісної архітектури. Ця платформа своєю унікальністю завдячує надзвичайній гнучкості у налаштуванні, що робить його актуальним при реалізації нетипових задач;

3) Micronaut – має швидкий час запуску, що робить його чудовим для мікросервісів. Будучи спеціально розробленим для реалізації принципів мікросервісної архітектури Micronaut має чудову вбудовану підтримку розгортання у хмарних середовищах;

4) Quarkus – це молода Java платформа для розробки додатків з підтримкою мікросервісної архітектури. Мета Quarkus полягає в тому, щоб зробити Java провідною платформою в Kubernetes для контейнерно-оркестрового використання.

### Список літератури

1. Вікіпедія [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікросервіси> (дата звернення – 04.03.2020)

## Зміст

1. <i>Агаронян С.</i> Реверсний аналіз як метод протидії шкідливому програмно-апаратному забезпеченню	3
2. <i>Алексєєв А.</i> Інформаційна безпека фінансових структур	5
3. <i>Андрусів Т.</i> Компресія зображень з використанням вейвлет-перетворень	7
4. <i>Бакай Михайло, Щербанюк Тарас.</i> Фізичні властивості тонких плівок $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , виготовлених методом спреї-піролізу	9
5. <i>Балан А.</i> Ультразвукові дослідження гідратації бетону	11
6. <i>Баськов Володимир</i> Виготовлення моделі автомобільного підвісного моста	13
7. <i>Безпальчук О.</i> Термоелектричний прилад для визначення теплового потоку з поверхні очей.	15
8. <i>Боднарчук І.</i> Структура і властивості коростишівських гранітів.	17
9. <i>Бонтуш Олександр</i> Особливості розрахунку та складання дерев'яної механічної моделі «Таймер» та можливість застосування її в навчальному процесі	19
10. <i>Бортник І.</i> Спектр і спектрограма сигналу від базових станцій GSM-900 в м. Чернівці за допомогою пристрою RTL-SDR	21
11. <i>Браславець Д.</i> Енергетичний спектр локалізованої квазічастинки, взаємодіючої з двома незалежними фононними модами при $T=0\text{ K}$ .	23
12. <i>Бужняк С., Бієн Д.</i> Автомат сходового освітлення	25
13. <i>Буковецька Д.</i> Моделювання мінливості кліматичних сезонів для території м. Чернівці	27
14. <i>Бурак Іван</i> Розробка та побудова конструкції маятникового копра	29

15. *Бялковський Олександр* Завдання системи професійно-технічної освіти України для забезпечення критеріїв якості освіти в країнах ЄС 31
16. *Вакарюк Олександр*. Вплив технологічних режимів вирощування на процеси компенсації в монокристалічному CdTe:Cl 33
17. *Вербовський О.* Термоелектричні охолоджувачі для рентгенівських та інфрачервоних детекторів. 35
18. *Вигонний В.* Використання термоелектричного охолодження для кріодеструкції в дерматології. 37
19. *Вітвіцький Б.* Дефектна структура високоомних кристалів CdTe:Cl за даними високороздільної X-променевої дифрактометрії 39
20. *Вітковський М.* Система комплексного захисту інформації в мікросервісах 41
21. *Волович В.* Дослідження похибок при вимірюванні параметрів термоелектричних модулів охолодження абсолютним методом. 43
22. *Ворнік Д.* Термоелектричний генератор на твердому паливі. 45
23. *Гаврилюк Д.* Використання елементів доповненої реальності в поліграфічній продукції. 47
24. *Галиць Р.* Отримання несанкціонованого доступу до інформації програмним засобом типу «KeyLogger» 49
25. *Гальчук У.* Створення інклюзивного освітнього середовища в кабінеті фізики. 51
26. *Гаманжій Ю.* Синтаксичний аналізатор тексту на основі нейронної мережі та клітинних автоматів. 53
27. *Гандзюк О.* Особливості електронної будови та міжатомної взаємодії в кристалах антимоніду кадмію. 55

28. *Гев'юк А.* Застосування дослідницького підходу у навчанні школярів 57
29. *Глушко Андрій* Метод проектів як засіб розвитку творчих здібностей учнів у процесі вивчення предмета «Технології» 59
30. *Гнатюк С.* Удосконалення метрологічного забезпечення ультразвукових медичних зображень 61
31. *Голик А.* Термоелектричний генераторний елемент з розвиненим бічним теплообміном. 63
32. *Голіней І.* Тунелювання, як можливий механізм кріорелаксації термомеханічних напружень у кристалах з нелінійними механічними властивостями 65
33. *Головацька Я.* Магнітна пружина на основі кільцевого постійного магніту. 67
34. *Гордей А.* Застосування детермінованого хаосу в ризик-менеджменті безпеки інформаційних систем 69
35. *Горкун М. Вольницький Д.* Комплексний алгоритм шифрування з динамічним ключем 71
36. *Господарюк О., Господарюк С.* Перспективи розвитку штучних нейромереж у сфері телекомунікацій 73
37. *Гребеножко В.* Методи управління корпоративними мережами 75
38. *Грималюк О.* Апаратно-програмне забезпечення для налаштування параметрів цифрових відеокамер 77
39. *Гринько Д.* Одометр на основі Arduino 79
40. *Гришко Едвін-Валентин, Яговдік Микита.* Отримання та оптичні властивості плівок  $\text{CoO}$  81
41. *Гулик С.* Пружні властивості кристалів з ґратками ГЦК та типу алмаза. 83
42. *Гуменюк В., Мотреску Д.* Методика комп'ютерного моделювання процесу вирощування термоелектричних матеріалів на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  із пропусканням електричного струму. 85

43. *Гуменюк С.* Дослідження криптостійкості псевдовипадкової бінарної послідовності на основі двовимірних КА 87
44. *Гунько В.* Еволюційні алгоритми синтезу музики. 89
45. *Гуральська Ю.* Аналіз підходів відтворення скелетона оптичного поля 91
46. *Дабика Віталій* Аналіз сучасних технологій підвищення зносостійкості поверхонь деталей машин 93
47. *Дардіюк Анастасія.* Отримання пластівців графену за допомогою блендера та дослідження їх фізичних властивостей 95
48. *Джал С.* Порівняльний аналіз джерел живлення для електрокардіостимуляторів. 97
49. *Дідичук Ірина* Апаратна частина платформ Arduino 99
50. *Добрянська Г.* Керування дослідницькою роботою учня в рамках Малої академії наук. 101
51. *Довганюк Андрій.* Електричні властивості ізотипних гетеропереходів ІТО/МоN/n-CdTe 103
52. *Долгий А.* Визначення колірної температури джерел світла за допомогою цифрової відеокамери 105
53. *Дронишенець В.* Перспективи Li-Fi інформаційних систем 107
54. *Дубець В.* Розробка програмного забезпечення для ведення обліково-фінансової інформації підприємства. 109
55. *Єсипчук А.* Розробка AR-додатку доповненої реальності для музеїв та виставок. 111
56. *Жадан І.* Метеостанція на основі модуля ESP 8266 113
57. *Жмендак А.* Аналіз способів захисту від з'єднання з фальшивою точкою доступу у Wi-Fi-мережах 115
58. *Жмурко А.* Енергетичні характеристики хімічного зв'язку ZnSb. 117



59. <i>Запотінський Н.</i> Ультразвуковий далекомір з вимірюванням температури	119
60. <i>Захарчук Т.</i> Гіротропні термоелементи охолодження.	121
61. <i>Зелінський О.</i> Використання асоціативних правил в задачах пошуку аналогів медичних препаратів	123
62. <i>Зозуля О., Снозик О.</i> Порівняльний аналіз можливостей компіляторів створення інтерактивних видань.	125
63. <i>Зуєв О.</i> Створення та запуск особистого DNS-сервера для поліпшення швидкості доступу до мережі при Інтернет-серфінгу.	127
64. <i>Івасюта П.</i> Реалізація веб-сервісу для розсилки SMS та E-mail повідомлень на основі платформи ASP.Net MVC.	129
65. <i>Івачук Н., Медвідь Р.</i> Потoki енергії в поліхроматичних полях, утворених як суперпозиція хвиль із різними частотами та відносно простими хвильовими поверхнями	131
66. <i>Ільчук Д.</i> Керування зовнішніми пристроями через технологію IoT та ОС Android.	133
67. <i>Казаченко В.</i> Сучасний стан безпеки у сфері електронної комерції	135
68. <i>Карфік Євген.</i> Напівпровідникові гетероструктури $W_2N/CdTe$	137
69. <i>Касьянчук А.</i> Технологія honeypot як засіб інформаційної безпеки	139
70. <i>Качула Вадим, Прокопчук Петро.</i> Електронний спектр короткоперіодичних надграток [001] $(CdTe)_n/(Cd_{1-x}Hg_xTe)_m$	141
71. <i>Кібак А.</i> Термоелектричний кондиціонер для одягу.	143

72. *Кіндзерський Дмитро*. Завадостійкість медичних пристроїв у безпроводних системах 145
73. *Клюсик О*. Використання перетворення Гільберта для розв'язку оберненої фазової задачі в оптиці 147
74. *Коваль О*. Вплив непараболічності, описуваної моделлю Фіваза, на електричний контактний опір термоелектричний матеріал-метал. 149
75. *Козак М*. Музичний плеєр для Linux-подібних операційних систем 151
76. *Колещук П*. Дослідження умов формування плоского фронту кристалізації при вирощуванні термоелектричного матеріалу на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  методом вертикальної зонної плавки. 153
77. *Колотило Юлія* Можливості вільно поширюваного редактора GIMP для навчання комп'ютерної графіки 155
78. *Коняга С*. Оптичні властивості кристалізованого складного полімеру 157
79. *Копко Т*. Реалізація алгоритму Apriori як метод пошуку асоціативних правил. 159
80. *Кормиш Е*. Сервіс для конвертування текстових та графічних файлів у PDF-формат. 161
81. *Костанюк Ю*. Моделювання температурної залежності електропровідності металів. 163
82. *Котла Владислав, Злий Назар*. Вплив освітлення на фотоелектричні властивості гетероструктури  $\text{ZnO:Al/Si}$  165
83. *Кравець І*. Сейсмодатчик із термоелектричним джерелом живлення. 167
84. *Крулик І, Мушак А*. Розробка веб-галереї з ефектом Lightbox на основі HTML 5 CSS 3. 169
85. *Крючко Б*. Момент імпульсу квазімонохроматичного гауссового пучка 171

86. *Кудряшов П., Николаєв В.* Мюллер-матрична диференціація лінійного та циркулярного двоприменезаломлення біологічних шарів. 173
87. *Кулеш О.* Задача Юнга та її застосування. 175
88. *Куриш В.* Інтернет-радіоприймач на ESP8266 177
89. *Куриш І., Штефуряк Д.* Система локалізації в приміщенні на основі модулів BLUETOOTH 179
90. *Лакуста В.* Реалізація двошарової нейронної мережі способом невідконтрольного навчання. 181
91. *Левко В.* Програма та пристрій для калібрування напівпровідникових сенсорів температури 183
92. *Лезун Є.* Теоретичні розрахунки моделей хімічного зв'язку  $\text{Vi}_2\text{Te}_3$ . 185
93. *Лисюк О* Про моделювання пластичної деформації в ауксетиках. 187
94. *Литвинюк М.* Термоелектричні джерела живлення одноразової дії. 189
95. *Літва Михайло.* Бездротове управління ПІД-регулятором при технологічних процесах мікроелектроніки 191
96. *Ломпас Степан, Маєр Владислав.* Рівноважні властивості  $\text{CdTe:Sn,Ge}$ , отриманого різними способами 193
97. *Лужецький К.* Фішинг, та методи протидії 195
98. *Луник М.* Створення веб-сайту та його просування. 197
99. *Мазур Анастасія* Розвиток творчих здібностей учнів на уроках трудового навчання (технологій) під час навчання техніки вишивки 199
100. *Макаровський Віталій.* Електричні характеристики контактів графіт/ $\text{CdMnTe}$  201
101. *Макотяк Д.* Вплив води на органічно-неорганічні гібридні перовскітні сонячні батареї 203

102. *Малиш Ю., Вишинський В.* Шифрування мовного сигналу методом додавання псевдо шумового сигналу 205
103. *Мартинюк Б., Сочован М.* Коефіцієнт шуму симетричного спінового детектора 207
104. *Мельничук Наталія* Метод проєктів для розвитку творчих здібностей учнів на уроках трудового навчання 209
105. *Миндюк Богдан, Логойда Андрій, Боднарюк Сергій.* Варіометр на основі мікроконтролера Atmega 328 211
106. *Мирчик А.* Системи безпеки із перетворювачем коду RFID в ТМ 213
107. *Мицканюк Н.* Температурні залежності термоелектричних характеристик перехідного шару термоелектричний матеріал – метал з урахуванням явища перколяції та без нього. 215
108. *Мороз М.* Організація MPI-кластера на базі комп'ютерного класу 217
109. *Мотреску Д.* Вплив відпалу на термоелектричні властивості термоелектричних матеріалів на основі  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  -  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  -  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ . 219
110. *Моцак Михайло, Бицкало Ярослав.* Оптичні і електричні властивості тонких плівок графітизованого піролітичного вуглецю 221
111. *Наливайко Й.* Термоперетворювач для державного еталона змінної напруги. 223
112. *Никирса Іван* Методика активізації пізнавальної діяльності учнів засобами сучасних педагогічних технологій 225
113. *Околита М.* Багатохвильова дифракція X-хвиль у плівках телуриду вісмуту на підкладці  $\text{BaF}_2$ . 227
114. *Онищук А.* Система аналізу ринку трудових ресурсів на базі Django Framework. 229

115. *Орлецький О.* Аналіз деяких способів підвищення ефективності термоелектричних осушувачів повітря. 231
116. *Павловська Юлія* Розвиток творчих здібностей учнів у процесі вивчення декоративно-прикладного мистецтва на уроках трудового навчання 233
117. *Палій І.* Системи автоматизованого керування навчальним процесом. 235
118. *Панімарчук С.* Термоелектричне охолодження центрального процесора. 237
119. *Пелипенко Євгеній, Ширяєв Микола.* Електричні властивості гетероструктур FTO/ZnSe, виготовлених методом спреї-піролізу 239
120. *Перко В'ячеслав, Перко Вадим.* Структурні особливості лазерно-епітаксійних шарів, сформованих на кристалах CdTe та  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  241
121. *Перон В.* Система оплати комунальних послуг «EasyPay». 243
122. *Плеван К.-В.* Ідентифікація сигналів LTE в м. Чернівці за допомогою платформи RTL-SDR 245
123. *Подольчук Валентин* Віртуальний навчальний стенд «Деревообробні верстати» 247
124. *Пожар Е.* Специфіка застосування сегментних матеріалів для проникних генераторних термоелементів. 249
125. *Потерейко Каріна* Методика розвитку дивергентного мислення учнів у процесі трудового навчання 251
126. *Прус Іванна* Нетрадиційні підходи до проведення уроків трудового навчання в старших класах 253
127. *Романюк І.* Термоелектричний холодильник у квазістаціонарному режимі. 255
128. *Ромашук Н.* Властивості спектральних характеристик електрона у двобар'єрній наносистемі в моделях

просторово-залежних ефективної маси та потенціальної енергії.	257
129. <i>Ростоцький В.</i> Цифрові методи поліпшення офтальмологічних зображень	259
130. <i>Руда Наталія</i> Можливості використання мистецтва писанкарства для розвитку творчих здібностей учнів	261
131. <i>Рудий Р.</i> Неграфічні обчислення на графічних процесорах за допомогою технології CUDA	263
132. <i>Руснак В.</i> Сучасні WEB-технології	265
133. <i>Сафронов І., Мойсюк О.</i> SPICE-модель автодинного спіну-детектора ядерного квадрупольного резонансу	267
134. <i>Свищ Микола</i> Використання системи автоматизованого проектування AutoCAD у навчальному процесі	269
135. <i>Семешкін В.</i> Вирощування монокристалів на основі $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ у тонких щілинах.	271
136. <i>Сербин М.</i> Властивості нелегованих твердих розчинів на основі $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ .	273
137. <i>Сімоченко А.</i> Комп'ютерне моделювання алгоритму відновлення інформації оптичного поля	275
138. <i>Скицько Вадим</i> Розвиток творчих здібностей учнів засобами інформаційних технологій	277
139. <i>Сліпенюк М.</i> Перетворювач напруга-частота	279
140. <i>Собіль О.</i> Моделювання проникного термоелемента в режимі генерації електричної енергії.	281
141. <i>Сойма Ю.</i> Електричні властивості $\text{CdHgTe}$ як матеріалу для детекторів X- і гамма випромінювання	283
142. <i>Сокол Т.</i> Властивості масового оператора і вироджений спектр дворівневої квазічастинки, взаємодіючої з фононами.	285
143. <i>Соловонюк І.</i> Розвиток бездротових технологій передавання даних видимим світлом	287

144. *Сопель Б.* Оптичні пастки, сформовані двома хвилями з різними частотами 289
145. *Столяр Ю.* QoS-маршрутизація в мультисервісних мережах 291
146. *Сугак І.* Алгебраїчна кластеризація в ймовірнісному просторі ознак із перетином областей розміщення. 293
147. *Тащук Т.* Анізотропія механічних властивостей лужних металів. 295
148. *Типусяк М.* Вплив розмірів та геометрії зразків на точність вимірювання теплопровідності абсолютним методом. 297
149. *Тищенко А.* Інтерактивний електронний підручник як елемент освітнього середовища. 299
150. *Ткач В.* Електронний ключ із фрактальним кодом доступу 301
151. *Ткач О.* Тематичні квести як форма поглибленого вивчення окремих тем з фізики в ЗОШ. 303
152. *Тодерян В.* Розпізнавання образів у Tensorflow 305
153. *Тодорович Іван* Навчальний програмний комплекс «Мова розмітки HTML та CSS» 307
154. *Туркевич Микола.* Фізичні властивості діодів Шоттки Mo/p-Si 309
155. *Унгурян М.* Анізотропія твердості реальних монокристалів. 311
156. *Фарбатюк А.* Гіротропний термоелектричний генератор. 313
157. *Федорів Р.* Комп'ютерне моделювання процесу кріодеструкції шкіри людини при термоелектричному охолодженні. 315
158. *Федорук П., Васильчак В.* Методи соціальної інженерії в захисті інформації 317

159. *Харина Д.* Вплив електричного поля на просторове розділення носіїв заряду у квантових точках другого типу. 319
160. *Хитик Д., Марик Т.* Особливості безпеки розподілених систем збирання та обробки інформації 321
161. *Хмелевська А.* Застосування штучної нейронної мережі Кохонена для кластеризації в ймовірнісному просторі ознак. 323
162. *Хобзей М.* Випромінювання електромагнітних хвиль через структуру із паралельних провідників зі змінними конструктивними параметрами 325
163. *Хриков В.* Моделювання рідинного теплообмінника. 327
164. *Червенюк Д.* Адаптація веб-сайтів під віртуальну реальність. 329
165. *Чорнієвич Олексій* Дослідження та порівняльний аналіз змінення міцнісних властивостей зразків з нових деревних матеріалів 331
166. *Чубрей М.* Вплив електричного поля на енергію зв'язку та переріз фотоіонізації домішки у сферичній наносистемі. 333
167. *Шийчук Тарас* Сучасні підходи до проектування освітніх програм у закладах професійної освіти 335
168. *Шпинтюк Іван, Білошицький Микола.* Вплив освітлення на фотоелектричні властивості гетероструктури р-Cu<sub>2</sub>O/n-CdTe 337
169. *Шумський С., Гнідко І.* DDoS-атаки та методи їх протидії на веб-серверах за допомогою кешуючого проксі NGINX 339
170. *Шутак Петро.* Отримання та оптичні властивості плівок Cu<sub>2</sub>Zn<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>SnS<sub>4</sub> 341
171. *Шушкова Ніна* Актуальність кераміки в наш час 343



172. *Яворський Юрій*. р-і-п-фотодіод на основі кремнію р-типу провідності зі зменшеним темновим струмом охоронного кільця 345
173. *Яковенюк А.* Термоелектричний прилад для кріодеструкції у гінекології. 347
174. *Ямрозик Анна*. Оптичні і електричні властивості тонких плівок графіту отриманих різними методами 349
175. *Янчак А.* Онлайн сервіс отримання статистичної психологічної оцінки особистості 351
176. *Ярема В.* Сервіс для розвитку стратегічного типу мислення 353
177. *Ясінський А.* Дослідження та аналіз платформ для створення програмного забезпечення на основі мікросервісної архітектури. 355