

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



90
РОКІВ

ХАРКІВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ
УНІВЕРСИТЕТУ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

1930-2020

МАТЕРІАЛИ

XXIV МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**РАДІОЕЛЕКТРОНІКА
ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ**



Том 1

Харків 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ
XXIV МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У XXI СТОЛІТТІ»**

7 – 9 квітня 2020 р.

Том 1

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ЕЛЕКТРОННА, ЛАЗЕРНА
ТА БІОТЕХНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»**

Харків 2020

XXIV Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2020. – 216 с. – pdf 4,6 Mb.

В збірник включені матеріали
XXIV Міжнародного молодіжного форуму
«Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті»

Видання підготовлено
факультетом електронної та біомедичної інженерії
Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел./факс: (057) 7021397

E-mail: mref21@nure.ua

© Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2020

Програмний комітет конференції

- Бондаренко І. М.** проф., зав. каф. МЕПП ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Мачехін Ю. П.** проф., зав. каф. ФОЕТ ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Аврунін О. Г.** проф., зав. каф. БМІ ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Бих А. І.** доктор фіз.-мат. наук, проф., ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
- Малюкін Ю.В.** член-кореспондент НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор, заступник директора з наукової роботи інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України, м.Харків, Україна.
- Пятикоп В.О.** доктор мед. наук, проф., зав.каф. нейрохірургії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна.
- Вербицький В. Г.** проф., директор НДІ Мікроприладів, м. Київ, Україна.
- Максименко В. Б.** проф., зав. каф. БМІ НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна.
- Мачулін В.Ф.** Академік НАН України, директор Інститута фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАНУ, м. Київ, Україна.
- Негрійко А. М.** член-кореспондент НАН України, заступник директора з наукової роботи інституту Фізики НАН України, м. Київ, Україна.
- Петлицький А.Н.** директор ДЦ «Белмікроаналіз», г. Мінск, Білорусь.

**ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ,
ВКЛЮЧАЮЧИ МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОННІ**

НАПІВПРОВІДНИКОВИЙ ТЕРМОМЕТР З ДІОДНИМ ДАТЧИКОМ, ПРАЦЮЮЧИЙ В ІМПУЛЬСНОМУ РЕЖИМІ

Кузнецов Д. А.

Науковий керівник – к.ф.- м.н., ст. викл. каф. МЕЕПП Глухов О. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702 -13-62)
e-mail: dmitro.kuznetsov1@nure.ua

Currently, they operate more than a billion instruments for measuring various types of indicators, from the simplest, such as scales, thermometers, pressure gauges, to all kinds of complex systems that provide ultra-precise measurement in space, energy, navigation and other industries. At the moment, one of the main tasks in the field of modern measuring equipment and instrumentation is the selection of the most reliable of all existing methods used to measure temperature in production, as well as the creation of devices with the necessary measurement accuracy, stability and speed of action.

Основним із вимірювальних параметрів по праву можна враховувати температуру, тому що її треба вимірювати в багатьох складних технологічних процесах.

Для виміру температури існує декілька видів термометрів:

- Ртутний;
- Інфрачервоні (безконтактні) – дозволяє не доторкаючись виміряти температуру;
- Інфрачервоні (вушні) – майже зразу вимірює температуру (2-7с.);
- Електронний – служить для виміру температури оральним, ректальним або аксиллярним способом;

Оцінка якості пристроїв, які використовуються для виміру температури здійснюється за такими критеріями:

- Чутливість;
- Легкість калібрування;
- Стабільність;
- Частотний діапазон пристроя, який повинен відповідати полосі частот, в якій відбувається змінення вимірюваних параметрів;
- Діапазон – набір усіх значень вимірюваного параметра;
- Точність;
- Простота використання;

З часом термометри вдосконалювались та на зміну ртутним прийшли електронні, але проблема з швидкістю вимірювальних датчиків залишалась не вирішеною. Тому для скорочення виміру температури зчитувальний датчик нагрівали до температури яка вища за об'єкт вимірювання. Цей метод у разі скоротив час проведення експериментів [1].

Завдяки своїм майже ідеальним характеристикам операційні підсилювачі майже повністю замінили використання окремих транзисторів в аналоговій схемотехніці.

В схемі з діодним датчиком перший операційний підсилювач працює як джерело постійної напруги. Оскільки більшість температурних вимірювань проводиться в діапазоні 0-100°C, другий підсилювач використовується для компенсації діодної напруги стосовно необхідному температурному діапазону, а також для забезпечення підсилення.

Потенціометри, регулюючи рівень нуля і коефіцієнт підсилення, повністю незалежні, тому процедура калібрування значно спрощується. Оскільки вхідний струм діода та струм через потенціометр для регулювання нуля визначаються опорною напругою, будь які коливання цих струмів, викликані флуктуаціями опорної напруги, швидко затухають.

Важливою характеристикою при розробці термометра є використання термо датчиків на основі діодів, через стабільність їх параметрів. А також використовуючи операційний підсилювач, можна виготовити простий, але достатньо точний та швидкодіючий вимірювач температури.

Для дослідження та аналізу напівпровідникового термометра з діодним датчиком, працюючим в імпульсному режимі використовують програму Micro-Cap 9.

Напівпровідниковий електронний термометр з діодним датчиком відноситься до медичного обладнання тому к даному пристрою пред'являються вимоги безпеки згідно ДСТУ 60601-1:2015 «Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик» [2].

Для огороження від електростатичних, а також електромагнітних полів дозволяється використовувати спеціальні екрани, при екранні фільтри, та інші індивідуальні засоби захисту, за вимоги наявності відповідних гігієнічних сертифікатів та проходження іспитів в акредитованих лабораторіях.

На сьогоднішній день термометри грають дуже велику роль як у повсякденному житті людини так і на усіляких виробництвах, тому що майже усі технологічні процеси залежать від температури. Розробка нових швидкодіючих термометрів із малою похибкою, та більшим діапазоном робочих температур дозволить значно скоротити усі технологічні та хімічні процеси, а також надасть можливість оперативно виміряти температуру тіла людини для надання ще більш швидкої допомоги.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. Основи схемотехніки: Підручник. – [2-е вид.]. – Одеса: Фенікс, 2009. – 388с.
2. ДСТУ EN 60601-2-37:2015 online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=88665

ДВОВИМІРНІ СТРУКТУРИ У СУЧАСНІЙ ЕЛЕКТРОНІЦІ

Скляренко К.О.

Науковий керівник – к.ф. - м.н, ст. викл. каф. МЕЕПП Глухов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф МЕЕПП, тел. (057)702-14-84)

e-mail: karyna.skliarenko@nure.ua

The relevance of the work is that new two-dimensional crystals with specified electronic properties can be synthesized on the basis of graphene by chemical modification of graphene. It has been shown that graphene can react with atomic hydrogen or fluorine, which turn this highly conductive half-metal with a zero band gap into a dielectric (graphane and graphone). Graphene immediately proved to be a real candidate for the role of one of the main materials of microelectronics in the post-silicon era. The paper describes the physical effects and properties of graphene, as well as devices based on it.

Відкриття графена відразу зробило його однією з найгарячіших точок сучасної фізики твердого тіла [1]. І найдивовижнішим виявилось навіть не те, що графен є двовимірним кристалом, які раніше були невідомі, і вважалося, що вони не можуть існувати у вільному стані. Електрони в графені підкоряються законам квантової електродинаміки, мають нульову масу спокою і подібні релятивістським частинкам.

Першопричиною унікальних властивостей графена є не навколосвітлові швидкості, а симетрія кристалічної решітки. Це призводить до того, що електрони в графені описуються рівнянням Дірака, а не рівнянням Шредингера, традиційного в твердотільній фізиці. Фактично, графен відкриває нову наукову парадигму – "релятивістська" фізика твердого тіла.

Незабаром після появи нового фізичного об'єкта, були відкриті нові фізичні ефекти. Першим, і може бути найяскравішим свідченням справедливості теоретичних уявлень про графен, став напівцілий або "релятивістський" квантовий ефект Холла, при якому Холлівська провідність квантується при напівцілих значеннях постійної Клітцинга. Іншою незвичайною особливістю є те, що провідність графена залишається кінцевою навіть при прагненні до нуля концентрації носіїв і, більш того, близька за величиною до кванту провідності [2].

Інша незвичайна система – графен, товщиною в два атомних шару, який принципово відрізняється як від одношарового графена, так і від багатшарових плівок графіту. У двошаровому графені спостерігається новий тип квазічастинок, більше не мають аналогів в природі. Електрони в ньому мають ненульову масу спокою, але успадковують елементи симетрії кристалічної решітки моношарового графена, що і визначає унікальність електронних властивостей.

Перші реалізовані прототипи майбутніх пристроїв на основі графену: вертикальний тунельний транзистор на основі графена. Біполярний польовий транзистор, який використовує низьку щільність станів в графені і його моношарову товщину. Фактично, структури є вертикальними гетероструктурами, що складаються з графена і тунельних шарів нітриду бору або дисульфиду молібдену.

Рідкокристалічні дисплеї і сонячні батареї. Графен має високу оптичну прозорість ($I/I_0 \sim 98\%$), низький питомий опір і високу хімічну стабільність. Це робить його чудовим кандидатом для використання в різних оптоелектронних пристроях в якості прозорого і провідного електрода.

Стандарт опору. В графені, в досить сильних магнітних полях ($H > 20\text{T}$), спостерігається квантовий ефект Холла навіть при кімнатній температурі ($T = 300\text{K}$), що може мати важливе значення для створення і використання метрологічного стандарту на основі кванта опору.

Газові датчики. Експериментально продемонстровано, що графенові датчики володіють екстремальною чутливістю до різних газів, що дозволяє реєструвати ступінчасті зміни опору при адсорбції або десорбції навіть однієї молекули.

Хоча цей спосіб отримання поки дає самі високоякісні зразки графена, для практичних застосувань потрібні інші, більш продуктивні методи, що дозволяють тиражувати цей матеріал в промислових масштабах [3]. В останні роки технологія отримання графена розвивалася стрімко і такі методи вже продемонстровані. Найбільш перспективними методами на сьогоднішній день є епітаксціальний ріст графена на поверхні карбиду кремнію і на поверхні деяких металевих плівок.

Література:

1. В. Гусинін, В. Локтєв, С. Шарапов Графен: Неймовірне стало можливим. 2010, с. 55
2. Е.В. Горбар, С. Г. Шарапов: Основи фізики графену. 2013, с. 12
3. Tzahi Cohen-Karni, Quan Qing, Qiang Li, Ying Fang, Charles M. Lieber. Graphene and Nanowire Transistors for Cellular Interfaces and Electrical Recording. -Nano Lett. 2010, 10, 3, p.1098-1102.

ОСНОВНІ КЛЮЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ 5G

Березанський А.В

Науковий керівник – к.ф.-м.н, ст. викл. каф. МЕЕПП, Глухов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки,14, каф. МЕЕПП, тел. (057)702-14-84)

e-mail: andrii.berezanskyi@nure.ua

Within 5G, wireless communication applications are expected to expand into new market segments with many new features. 5G systems should support emerging new use cases, including applications requiring very high data rate, a large number of connected devices, ultra-low latency and high reliability. This paper briefly introduces the key technologies that enable future wireless systems to meet most challenging 5G performance requirements.

Очікується, що основні майбутні прориви включатимуть вдосконалення технологій радіоінтерфейс, вдосконалена антенна техніка, міліметрові хвилі зв'язку, повнодуплексні радіоприймачі, Пізнавальні радіо та нові технології розгортання, такі як ультра щільні мережі, орієнтовані на пристрої архітектури, програмно визначені мережі / віртуалізація функцій мережі, заснована на хмарі обчислювальної техніки.

1. Технології для покращення радіоінтерфейсу. Основні вимоги до 5G будуть мати високу спектральну ефективність, стійкість до перешкод, обробку високої пропускної здатності швидкості передачі даних сигналів і низької затримки передачі. Також є вимоги до синхронізації, обчислювальна складність та витрати на впровадження, енергоефективність тощо відмінний вибір для 5G. Однак є кілька нових форм хвиль, які можуть принести нові переваги за певних умов: фільтруючий банк багатопровідний (FBMC), Universal Filtered MultiCarrier (UFMC), відфільтрований OFDM тощо.

Ортогональні схеми множинного доступу, такі як FDMA / TDMA / CDMA / OFDMA, були використовувалися в минулому. Для вирішення таких завдань, як вища спектральна ефективність, масивний зв'язок та нині затримка, неортогональні схеми множинного доступу (NOMA) в даний час досліджуються, такі як NOMA з доменною потужністю, множинний доступ із поширенням низької щільності, розріджений код множинного доступу (SCMA), багатокористувацький спільний доступ (MUSA), множинний доступ поділу шаблонів (PDMA) тощо. Багатокористувацькі MIMO, кооперативні MIMO та масові MIMO, а також 3D-формування ключові методи для досягнення кращої ефективності спектру.

2. Розгортання технологій та нових мережевих топологій. Посилена інтеграція між різними технологіями радіодоступу, які зазвичай називають гетерогенними мережами, є ще однією ключова особливість 5G. Визначення, який стандарт використовувати, а яку базову станцію або

користувача пов'язати з буде справді складною завданням комбінаторної оптимізації в майбутніх мережах.

Оскільки надзвичайно ефективним способом збільшення ємності мережі є зменшення розміру комірок, 5G, ймовірно, буде зосереджено навколо щільних розгортань дрібних клітин, таких як пікоцелі та фемтоцелі мають діапазон, подібний до Wi-Fi, а також розподілені антенні системи. Можливо, орієнтована на клітинку архітектура докорінно зміниться у 5G, оскільки розгортання комірок із значно різними покриттями призведе до роз'єднання низхідній лінії зв'язку та висхідної лінії зв'язку таким чином, що дозволяє передавати відповідну інформацію через різні набори вузлів. Традиційні концепції висхідної / низхідній лінії зв'язку та контролю / даних канал буде переосмислений.

5G буде потрібна інфраструктура, яка є дуже гнучкою, ресурсно ефективною і може масштабувати будь-який час на задоволення динамічних потреб нових послуг, що швидко розвиваються. Ключові тенденції технології віртуалізація функцій мережі та визначена програмним забезпеченням мережі. Хмара RAN – стільникова мережева архітектура для втілення цих обох парадигм. Вона відокремлює базовий діапазон, який є відповідальний за функції обробки сигналу в BS, починаючи з передачі сигналів RRH радіоінтерфейс.

На даний момент в світі існує п'ять поколінь мобільного зв'язку, п'яте покоління мобільного зв'язку інтенсивне впроваджується на основі різноманітних версій технології. Однак, згідно з умовним правилом «десяти років» (кожне нове покоління мобільного зв'язку з'являлося приблизно через 10 років після появи попереднього), перші мережі 5G з'явилися приблизно в 2019 році, якщо вважати, що перше покоління з'явилося на початку 80- років. Вже зараз відомі приклади, що для мережі 5G в даний час ведуться роботи по розробці концепції майбутнього стандарту п'ятого покоління.

Література:

1. Вимоги до 5G - від технології до вертикалі. Панель 1 24-ї європейської Конференції з мереж та комунікацій (EuCNC'15), 29 червня – 2 липня 2015 р., Париж, Франція.

2. Представлення ДПП 5G в інфраструктурі - запуск Європейської ініціативи 5G - частина I,II. SPS09, SPS10 24-ї Європейської конференції з мереж та комунікацій (EuCNC'15), 29 червня-2 липня 2015 року, Париж, Франція.

3. Рекомендація МСЕ-R M.2083-0: "Бачення ІМТ - Рамка та загальні цілі "майбутній розвиток ІМТ на 2020 рік і далі».

АКТУАЛЬНІСТЬ ОПТИЧНИХ МІКРОРЕЗОНАТОРІВ В СУЧАСНІЙ ФОТОНІЦІ

Разумний А.О.

Науковий керівник – к. ф.- м. н, ст. викл. каф. МЕЕПП, Глухов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057)702-14-84)
e-mail: artem.razumnyi@nure.ua

In this article, the devices of optical resonators in a modern photonics was considered. We get concepts about whispering gallery modes, their origin and devices with their application.

Невід'ємним елементом майже будь-якого оптичного або НВЧ пристрою являється резонатор. Прогрес в розвитку резонаторів часто приводив у фізиці до якісно нових результатів. Лорд Стрет в 1910 році вирішив розібратися з феноменом в соборі Святого Павла в Лондоні. У галереї під куполом цього собору дві людини можуть перешіптуватися, стоячи в двох віддалених точках біля круглої стіни. Виявилось, що звукові хвилі в приміщенні такої геометрії можуть поширюватися майже не затухаючи, багаторазово відбиваючись уздовж стіни. Такі хвилі стали називати модами шепочучої галереї.

У 1939 році Р. Рихтмайер, припустив, що аналогічні моди можливі для електромагнітних хвиль в осесиметричних діелектричних тілах за рахунок ефекту повного внутрішнього відображення. Оскільки частина поля просочується в навколишній простір і втрачається, повне внутрішнє відображення не є абсолютним, але розрахунок показав дивовижний факт – величина добротності, може бути надзвичайно велика, навіть якщо розміри резонатора порівняні з довжиною хвилі.

В середині 80-х років було показано, що дискові НВЧ резонатори з модами шепочучої галереї, виготовлені з високочистого кристала штучного сапфіра (Al_2O_3), мають при кімнатній температурі добротність вище $Q = 10^5$ і при гелієвих температурах вище 10^9 . Аналогічний криогенний резонатор забезпечує стабільний зв'язок із Землею станції «Кассіні» на орбіті Сатурну. У 1989 році уперше продемонстровані вже оптичні резонатори у вигляді мікросфер діаметром близько $d = 100$ мкм з добротністю на декілька порядків більшої, ніж у відомих до цього резонаторах порівняного розміру. Мікросфери виготовлялися з надчистого плавленого кварцу. У 1996 році в таких мікросферах була продемонстрована гранична добротність близько 10 мільярдів. Як вважалося раніше, така велетенська добротність можлива тільки в резонаторах типу Фабрі-Перо метрового розміру з супердзеркалами. Для збудження мод шепочучої галереї за допомогою випромінювання лазера використовується ефект порушеного повного внутрішнього відображення

в призмі, розташованій на малій відстані від мікросфери. На тому ж ефекті засновані і запропоновані пізніше інші типи елементів зв'язку.

У 2003 році в Калтехі були розроблені кварцеві мікродиски, які поєднували метод формування поверхні за рахунок сил поверхневого натягнення. Такі резонатори, незважаючи на меншу добротність, мають ряд технологічних переваг перед мікро сферами. Паралельно в лабораторії космічного агентства США велися дослідження оптичних резонаторів. У 2004 році ними була розроблена технологія виготовлення дискових мікрорезонаторів з різних кристалічних матеріалів. У дисках з надчистого флюориту (CaF_2) була продемонстрована фантастична добротність 3×10^{11} . Резонатори з нелінійних оптичних кристалів дозволили створити широку гамму різних приладів для оптичної обробки інформації. Висока добротність означає вузьку смугу пропускання, яка потрібна для створення різних фільтрів, дискримінаторів, для звуження лінії генерації лазерів. Оскільки частина поля циркулює поблизу поверхні резонаторів, їх частота і добротність залежать від оточення, що дозволяє створювати різні датчики і сенсори хімічних і біологічних агентів в розчинах і атмосфері. Зокрема, було показано, що за допомогою оптичних мікрорезонаторів можна детектувати окремі віруси грипу. Останнім часом велика увага приділяється оптомеханічним експериментам, де за допомогою мікрорезонаторів реєструються коливання механічних наноосциляторів на рівні квантових меж чутливості.

В 2004 році був виявлений нелінійний ефект гіперпараметричної генерації, Цей ефект ґрунтується на виродженому чотирьоххвильовому змішенні між двома фотонами накачування. Ефект призводить до появи оптичної потужності в резонаторі на інших частотах, в двох модах, сусідніх з модами резонатора. В 2007 році виявлено, що після перевищення порогу гіперпараметричної генерації, вона може розвиватися каскадно. Оптичні гребінчасті спектри, що виходять при безперервному одночастотному накачуванні, можуть містити сотні і тисячі ліній, з періодом повторення, що відповідає області вільної дисперсії резонатора і перекривати оптичний діапазон в сотні нанометрів. Отже, можна зробити висновок, що оптичні мікрорезонатори можуть використовуватись в медицині, електроніці та промисловості завдяки високій добротності, чутливості та малим розмірам.

Література

1. Н. Kogelnik and T. Li. Laser beams and resonators. Applied Optics, 5:1550– 1567,1966.
2. Ильченко М. Е. Электродинамика диэлектрических резонаторов / М. Е. Ильченко, А. А. Трубин. – К.: Наукова думка, 2004. – 265 с.

СИСТЕМА ОГИБАННЯ ПЕРЕШКОД НА БАЗІ РОБОТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ TI-RSLK

Чекубашева В.А.

Науковий керівник - к.ф.-м.н, ст. викл. каф. МЕЕПП, Глухов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-14-84

e-mail: valeriia.chekubasheva@nure.ua

In this article considered principles of designing an automated system with a system for recognizing obstacles and then overcoming them. It is the prototype of a device that analyzes the environment in places of difficult access for people. Sensors for collecting environmental information for building a 2D terrain model are considered.

Сьогодні популярні автоматизовані системи, які можуть приймати рішення в реальному часі та можуть переміщуватися в динамічних умовах. Особливо актуальний у виробництві симбіоз ML (машинного навчання) і AL (штучного інтелекту), якого домагаються за допомогою використання великої кількості датчиків для збору системою інформації про довкілля.

Модель штучного інтелекту спирається на інтегровані процесори, які мають багатий периферійний набір для взаємодії з різними датчиками, можливість швидкої обробки алгоритмів машинного зору, спосіб прискорити виведення сформованого на подразник відгуку. Ці можливості повинні працювати ефективно, з низьким енергоспоживанням і малим розміром системи. У даній роботі реалізована роботизована система на базі конструктора TI-RSLK: The Maze Edition, яка виконує складні комплексні завдання, такі як проходження «лабіринту». Вона може бути використана для збору даних про місцевість (наприклад, в місцях обвалів) для оцінки стану будівлі або розвідки. Перевагами даної системи перед її аналогами є розробка на базі мікроконтролера MSP432P401R, який підтримує програми з низьким енергоспоживанням, які вимагають підвищеної швидкості процесора, пам'яті, аналогової і 32-розрядної продуктивності.

Алгоритм наступний: використано правило «однієї руки», тобто аналізується середовище по одну сторону від системи, і вона буде рухатися, поки не упреться в перешкоду. Потім датчики проаналізують середовище на наявність проходу; якщо він є, робот рухатиметься туди.

В системі аналізу навколишнього середовища використані наступні аналізатори. Вимикач 55AC1159 застосовується в якості датчика для виявлення перешкод і зіткнень. На передній стороні приладу використовується 6 таких датчиків для видалення «сліпих зон».

Датчик проходження лінії 55AC1158 дає можливість виявляти лінії або прилеглі об'єкти. Датчик працює, виявляючи відбите світло, що виходить від власного інфрачервоного світлодіода. Вимірюючи кількість відбитого інфрачервоного світла, він може виявити переходи від світлого

до темного або навіть об'єкти прямо перед роботом. Це потрібно для реалізації алгоритму проходження по заздалегідь прокладеній лінії.

Для виявлення перешкод також вище розташовано три інфрачервоних сенсора 55AC7015, також допомагають фіксувати перепони на шляху. Перевага інфрачервоних датчиків перед ультразвуковими полягає перш за все в тому, що вони не залежні від матеріалу: наприклад, вовняні поверхні можуть поглинати ультразвуковий сигнал, і перешкоду система не виявить.

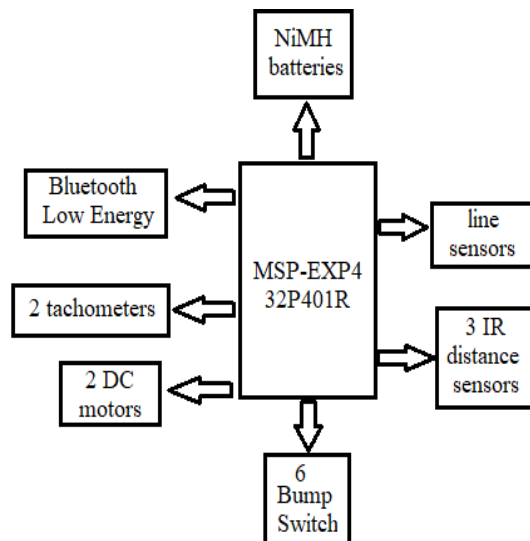


Рисунок 1 – Блок-схема пристрою

Також в роботі використовується датчик двигуна. Для вимірювання кількості обертів на мотори кріпиться невеликий магніт, а поруч нерухомо приєднаний датчик Холла (55AC7013). У відсутності магнітного поля сигналу на виході датчика нема (логічний 0). Під час проходження магніту повз датчика на його виході під дією магнітного поля з'являється сигнал, майже рівний напруженню живлення (логічна 1). Цей сигнал надходить на вхід мікроконтролера, який шляхом підрахунку кількості імпульсів за певний інтервал знаходить потрібний параметр – частоту обертання.

За допомогою підключеного BLE система може передавати дані на інші пристрої, які також займаються даною задачею. Таким чином, дана система аналізує навколишнє середовище за допомогою систем датчиків. На основі цих даних можна будувати 2D модель зон, ускладнених для вивчення людиною власноруч: обвали будинків, обмежений простір.

Література:

1. Уолкер Дж. Как пройти через лабиринт не заблудившись / Дж. Уолкер // В мире науки и техники. – М: Мир, 1986. – Вып. 2. – С. 96-102.
2. TI-RSLK Texas Instruments Robotics System Learning Kit The Maze Edition – Basic. – Texas: Texas Instruments Incorporated, 2018. – 242 p.
3. Виглеб Г. Датчики: Пер. с нем. / Г. Виглеб. – М.: Мир, 1989. – 196 с.

МЕТОДИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДВОВИМІРНИХ ФОТОННИХ КРИСТАЛІВ

Поплавський А.В.

Науковий керівник - к.ф.-м.н, ст. викл. каф. МЕЕПП, Глухов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-14-84)

e-mail: andrii.poplavskyi@nure.ua

In the article considered a numerical algorithm for the study of two-dimensional waveguide systems. To construct this algorithm, the finite-time-domain finite difference method (FDTD), the TS / SF method, and the ideal consistent layer method (PML) are used. This algorithm is used to study two-dimensional photonic crystals and devices based on them.

Фотонні кристали – це оптичні матеріали, для яких характерні наступні дві властивості: діелектрична проникність змінюється періодично з періодом, яке можна порівняти з довжиною хвилі світла, і наявність пов'язаної з періодичністю кристала повної забороненої зони в спектрі власних електромагнітних станів кристала. Друга властивість відрізняє фотонний кристал від звичайної дифракційної решітки [1]. Вона означає, що в певному спектральному діапазоні світло будь-поляризації не може поширюватися в ФК ні в якому напрямку в одному, двох або трьох вимірах. Це і є унікальна властивість фотонного кристала, з яким прийнято пов'язувати можливі революційні події в техніці оптичного зв'язку, фізики лазерів і оптичної комп'ютерної технології [2].

Фотонні кристали надають нові можливості управління світловими потоками завдяки наявності повної забороненої зони в щільності електромагнітних станів в заданій області частот. Внесення спотворень в структуру кристала дозволяє створювати різні пристрої, наприклад хвилеводи, резонатори, фільтри, розгалужувачі, і ін. [3, 4]. Через відсутність природних фотонних кристалів першочерговим завданням є створення штучних фотонно-кристалічних структур.

Поширення електромагнітного поля в такому кристалі описується рівняннями Максвелла. Для дослідження фотонних кристалів і пристроїв, заснованих на них, будується чисельний алгоритм, що дозволяє обчислювати поширення електромагнітного імпульсу через таку структуру. Обчисливши спектр падаючого поля і спектр минулого поля, вдається відразу визначити спектральні властивості хвилевідної системи в певному діапазоні частот, що є перевагою перед розглядом даного завдання в частотній області.

FDTD-метод, можливо, найпопулярніший чисельний метод рішення нестационарних задач електродинаміки. В даний момент існує велика кількість модифікацій даного методу. Цей метод дозволяє виразити значення компонентів електромагнітного поля на наступному часовому шарі через значення на поточному шарі. Недоліком методу є обмеження кроку за часом і потреба великих обчислювальних ресурсів.

Для постановки поглинаючих граничних умов використовується PML-метод (Perfectly Matched Layer). Однією з важливих проблем чисельного моделювання хвильовідних систем, особливо відкритих, є проблема обмеження області, в якій будується рішення. При вирішенні нестационарних задач для обмеження області зазвичай використовуються поглинаючі граничні умови.

Для збудження хвильовідної системи використовується метод total-field / scattered-field (TF / SF). Даний метод полягає в розділенні розрахункової області на дві підобласті: область загального поля і область розсіяного поля. Так як рівняння Максвелла лінійні, то електромагнітне поле можна представити у вигляді суми падаючого і розсіяного полів. Описані методи були застосовані для моделювання проходження електромагнітного імпульсу через фотонний кристал.

Література:

1. Yablonovitch E. Inhibited spontaneous emission in solid-state physics and electronics // Phys. Rev. Lett., 58, P.2059-2062 (1987).
2. Ravi Kanth Kumar V. V., George A. K., Reeves W. H., Knight J. C., Russell P. St. J. Extruded soft glass photonic crystal fiber for ultrabroad supercontinuum generation//Opt.Express.-2002.-Vol. 10.N.25.-PP. 1520-1525.
3. Benoit M. and others. A p-Strategy with a Local Time-Stepping Method in a Discontinuous Galerkin Approach to Solve Electromagnetic Problems // Journal of Computational Methods in Physics. Vol. 2013, p.1-13.
4. Снайдер А., Лав Д. Теория оптических волноводов / Пер. с английского - 1987.-М.:Радио и связь.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ InGaN/AlGaN ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯЦІЙНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ

Чекубашева В.А.

Науковий керівник - к.ф.-м.н., доцент каф. МЕЕПП, Галат О.Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-14-84)

e-mail: valeriia.chekubasheva@nure.ua

Modulation spectroscopy is an efficient method of obtaining data on a system of crystal energy levels, mechanisms of interaction of light with matter, transfer, and conversion of excitation energy in a crystal and photoconductivity. This method allows evaluating the properties of the crystal on its spectrum, multiphoton processes at laser excitation and nonlinear effects in the crystal.

За допомогою модуляційних методик можна краще виявити і посилити структуру, обумовлену електронними переходами в критичних точках дисперсійної кривої, пов'язаних з екстремумами діелектричної проникності ϵ . Оскільки показник відбивання визначається відносним показником заломлення середовища, тобто його діелектричною функцією, за знятими характеристиками оптичних коефіцієнтів можна робити висновки про електричні властивості зразка. У гетероструктурах шари матеріалів представлені різними структурами, а отже, відбувається відбиття світла на кордоні розділу шарів. Коли сигнал реєструється, можна спостерігати інтерференцію променів: посилення або послаблення випромінювання. Шари з відмінними компонентами тензора провідності ($\sigma_{xx} \neq \sigma_{zz}$) вносять різний внесок у формування спектру модуляційного відображення, що дозволяє виділяти спектральні особливості від різних шарів.

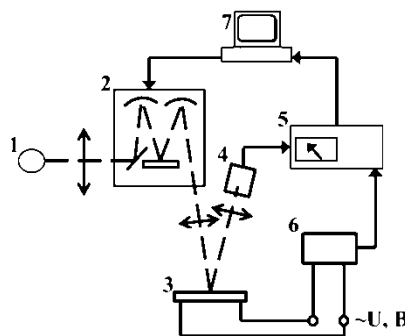


Рисунок 1 – Блок-схема установки для зняття спектрів:

1 – джерело світла; 2 – монохроматор; 3 – зразок; 4 – кремнієвий фотодіод, підключений до малошумлячого підсилювача; 5 – синхронний детектор; 6 – генератор; 7 – персональний комп'ютер [2]

Розраховано поверхнєве електричне поле в ямах InGaN: $F_s = 6 \cdot 10^5$ В/см; електрооптичну енергію: $\hbar\theta = 0,04$ еВ; за параметром уширення $\Gamma = 80$ меВ визначено енергетичний час релаксації носіїв заряду: $\tau = \frac{\hbar}{\Gamma} = 8,22 \cdot 10^{-15}$ с. Відстані від енергії переходу E_0 до екстремумів m -ної

осциляції: $\Delta E_1 = 0.041$ еВ, $\Delta E_2 = 0.048$ еВ, $\Delta E_3 = 0.038$ еВ, $\Delta E_4 = 0.033$ еВ, $\Delta E_5 = 0.03$ еВ. Для більш детального аналізу спектр, приведений на рис. 2, було апроксимовано за моделлю Аспнеса [2]. Параметри апроксимації: енергія першого екстремуму спектра електровідбиття $E_i = 2,757$ еВ, фазовий параметр $\varphi = -5,414$.

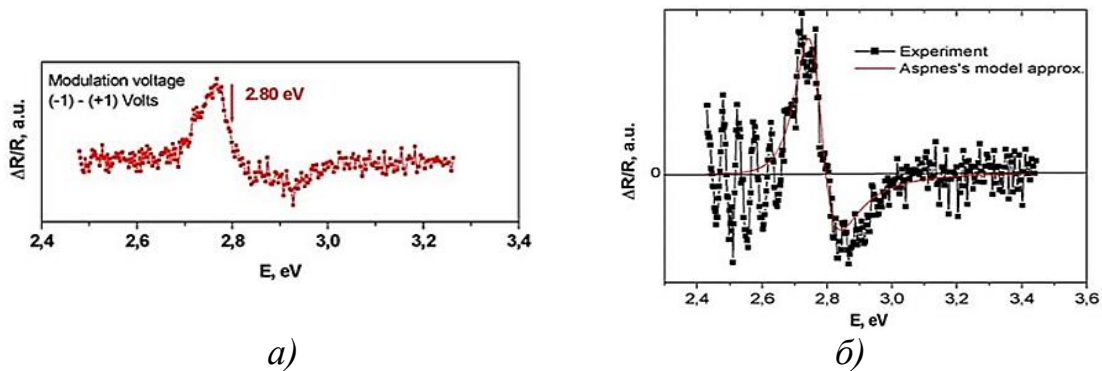


Рисунок 2 – Спектри електровідбивання гетероструктури світлодіода: а) експериментально знятий; б) апроксимований за моделлю Аспнеса

В позначених на малюнку областях $A = (123 \pm 5)$ нм, $B = (29 \pm 3)$ нм, $n_0=2,8$. Оцінено товщину шарів, згідно з формулою:

$$n(\lambda) = n_0 + \frac{a}{\lambda} + \frac{b}{\lambda^2} \quad (1)$$

Шари (2.6 ± 0.8) мкм та (0.23 ± 0.08) мкм спричиняють явище інтерференції. Вони виражені n-GaN та p-GaN відповідно [3]. У деяких структурах спостерігається інтерференція з різними періодами. Ймовірно, вона обумовлена не тільки багаторазовим відображенням між поверхнями кристала, але також між активною областю і поверхнею кристала з боку р-області.

Література:

1. Кардона М. Модуляционная спектроскопия / М. Кардона. – М.: Мир, 1972. – 416 с.
2. Авакянц Л.П. Автоматизированная установка для регистрации спектров фотоотражения с использованием двойного монохроматора / Л.П. Авакянц, П.Ю. Боков, А.В. Червяков. – ФТИ им. А.Ф.Иоффе, ЖТФ, 75, 10, 2005. – С. 66-68.
3. Avakyants L.P. Piezoelectric field compensation in the InGaN quantum wells of GaN/InGaN/AlGaN LEDs structures: Electroreflectance experiment / L.P. Avakyants and other. – Phys. Status Solidi C 7, No. 7–8, 1863–1865, 2010.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ВІДСТАНІ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO

Хроменко А.Г.

Науковий керівник – к.ф.-м.н, ст. викл. каф. МЕЕПП, Глухов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки,14, каф. МЕЕПП, тел. (057)702-14-84)

e-mail: artem.khromenko@gmail.com

This article describes the algorithm for creating an ultrasonic distance meter based on the ARDUINO platform using inexpensive modules and components. A feature of the device is the application of two different methods of filtering values, which makes the device comparable in accuracy with industrial analogs, and at cost several orders of magnitude cheaper.

У повсякденному житті ми нерідко стикаємося з потребою вимірювання відстані (або довжини) до об'єкта, будь то стіна, стеля, висота приміщення і т.п. Не завжди в таких випадках зручно застосувати класичний вимірювальний інструмент у вигляді лінійки, рулетки або столярного метра, зважаючи на особливості вимірювання, сфери використання та ін.

Метою роботи є розробка портативного кишенькового вимірювача відстані достатньої точності, на відносно дешевій елементній базі, для застосування його в будівельних, столярних, або побутових цілях, як універсального пристрою для вимірювання невеликих відстаней. Прилад повинен задовольняти такі вимоги: компактність (ергономічність), низьке енергоспоживання, дальність вимірюваного відстані до 4-5м, похибка при вимірюванні 1 - 2 мм, цифрове відображення інформації.

Для реалізації конструкції вимірювача відстані, в якості основного модуля була використана платформа ARDUINO Nano на мікроконтролері Atmega 328. В якості вимірювача відстані застосований ультразвуковий датчик HC SR04. Виведення інформації здійснюється на 4-х значному семисегментному дисплеї, на контролері 74HC595. В якості елементів живлення були застосовані звичайні батарейки типорозміру AA. Надалі планується оснастити прилад літій-іонним акумулятором з можливістю його підзарядки. Модульна схема конструкції наведена нижче на рис.1.

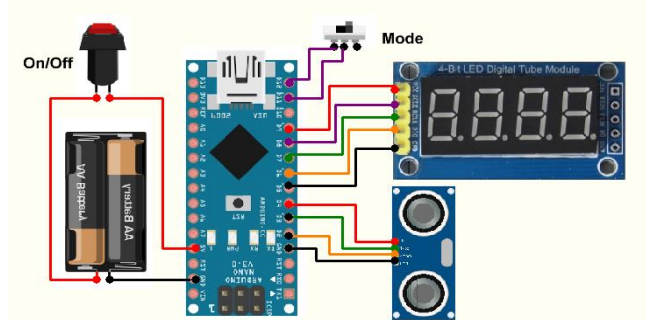


Рисунок 1 – модульна схема вимірювача відстані

Використання платформи ARDUINO дозволило написати програмний код із застосуванням декількох методів фільтрації вихідних значень. Це дозволяє істотно покращити результати вимірювання, а саме мінімізувати шуми які створює ультразвуковий датчик за рахунок конструктивних особливостей його будови. В результаті аналогово-цифрового перетворення сигналів з УЗ датчика ми можемо отримати ряд значень, в якому одне, або декілька будуть істотно відрізнятися від сусідніх. Якщо спробувати використовувати класичний лінійний фільтр, то можна помітити, що «аномальне» значення буде мати значний вплив на вихідний результат. Кращим рішенням в цьому випадку буде використання медіанного фільтра. Для парних значень « n », медіану зазвичай визначають як середнє арифметичне двох середніх відліків впорядкованої послідовності, тобто на відміну від середнього арифметичного він знаходить "середнє серед середніх", а не серед усіх значень, тим самим відсіваючи різкі «викиди» аномальних значень. Нижче на графіку представлений результат роботи фільтру проти «викидів»: синій графік - реальне значення, червоний - фільтроване.



Рисунок 2 – Графік роботи медіанного фільтру

Для досягнення максимальної точності також був застосований алгоритм фільтра «ковзне середнє» - це метод згладжування часових рядів з метою виключення впливу випадкової складової. Метод полягає в заміні фактичних значень членів ряду середнім арифметичним значенням декількох найближчих до нього членів. Набір усереднюючих значень утворює так зване вікно ковзання. Член, значення якого замінюється на середнє по вікну, займає в вікні середнє положення. Застосування двох видів фільтрації в програмному коді, дозволило істотно підвищити точність приладу до похибки всього в 1 мм.

Література:

1. Гольденберг, Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов. Справочник. Радио и связь/ Л.М. Гольденберг. - Москва, 1985.- 312 с.
2. Бокселл, Дж. Изучаем ARDUINO. 65 проектов своими руками / Дж. Бокселл. - Питер, 2017. – 400 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СПАЙЗЕРОВ В МЕДИЦИНЕ

Белоцерковская А.И.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Курской Ю.С.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Микроэлектроники, электронных
приборов и устройств,
тел. (057) 702-14-84
e-mail: anzhela.bilotserkivska@nure.ua

This paper discusses the use of nanolaser in medicine. A nanolaser known as a spaser can be used as a super-bright, water-soluble, biocompatible probe that can detect metastatic cancer cells in the bloodstream and then kill them. A spicer can be used as an optical probe to which folic acid is attached, which allows it to find cancer cells. But the use of a nanolaser in medicine and other industries requires the development of a theory and practice of controlling their parameters such as: power and width of the radiation line.

Устойчивым трендом современной фотоники и электроники является миниатюризация устройств, что является условием низкого энергопотребления и плотной упаковки на чипе [1]. Примером таких устройств служат наноразмерные лазеры, которые предполагается использовать для создания систем передачи и обработки данных, инструментов и методик лечения и исследования.

Одна из разновидностей нанолазеров – спазеры – металлические наночастицы, поддерживающие плазмонные возбуждения и взаимодействующие с усиливающей средой с инверсной населенностью. Возбуждение поверхностных плазмонов происходит благодаря диполь-дипольному взаимодействию наночастиц и диполей усиливающей среды и ближнепольному механизму переноса энергии, интенсивность которого много выше, чем вероятность излучения фотона в вакуум. Уменьшение размера системы приводит к тому, что омические потери начинают преобладать над радиационными. Размеры спайзера не превышают нескольких десятков нанометров

Для описания динамики спайзеров используются уравнения Максвелла-Блоха, определяющие распределение поля E , а также поляризацию P и инверсию населенности N усиливающей среды. Для одномерной плазмонной структуры эти уравнения имеет вид.

$$\nabla \cdot \nabla \cdot E + \frac{\varepsilon_0}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = -\frac{4\pi}{c^2} \frac{\partial^2 P}{\partial t^2}, \quad \frac{dP}{dt} + \left(\frac{1}{T} + \nu_0\right)P = \frac{i}{\hbar} d_{12} (d_{12}^* \cdot \varepsilon) N$$

где ε_0 , ε , c , t , T , ν_0 , d_{12} — диэлектрическая постоянная, диэлектрическая проницаемость среды, скорость света, время, время релаксации, частота и дипольный момент перехода соответственно.

Усиливающая среда в приведённой модели рассматривается локально (в уравнения не входят пространственные производные), что

связано с пренебрежением эффектами квантового взаимодействия между соседними квантовыми точками. Взаимодействие с полем рассматривается в дипольном приближении.

Специалистами, как перспективный, рассматривается вопрос использования нанолазеров в медицине. Спайзер предлагается использовать в качестве оптического зонда, к которому прикреплена фолиевая кислота, что позволяет ему находить и нейтрализовать раковые клетки – попав внутрь организма (через инъекцию или в растворе) наночастица прикрепляется к опухолевым клеткам и, абсорбирав свет лазера накачки, разрушает их мембрану ударной волной, предотвращая образование метастазов (рисунок) [2, 3].

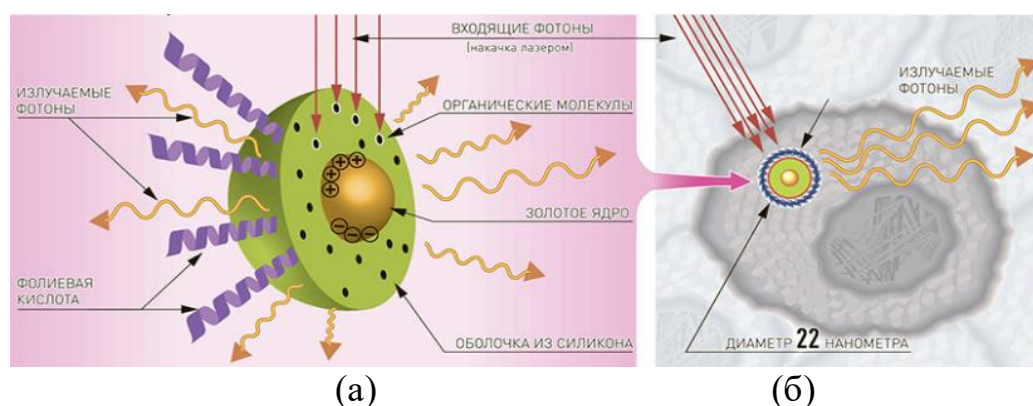


Рисунок. — Конструкция спайзера (а); Воздействие спайзера на раковую клетку (б).

Несмотря на существующий прогресс в сфере нанофотоники, широкое применение нанолазеров в медицине и других отраслях, например телекоммуникациях, требует разработки теории и практики обеспечения высокого уровня стабильности и управления параметрами излучения такими как: мощность, степень монохроматичности, поляризация.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Humak M. and Yun S.H. Intracellular microlasers//Nat. photonics.– 2015.–Vol.9–P.572.
2. Новости Сибирской науки. [Электронный ресурс] Новосибирские ученые разрабатывают новый способ лечения рака. Режим доступа – <http://www.sib-science.info/ru/institutes/nayti-i-unichtozhit-16082017>.
3. Альманах медицинских событий. [Электронный ресурс] Нанолазер, уничтожающий циркулирующие раковые клетки. Режим доступа – https://medalmanah.ru/publications/news/nanolazer_unitozhajuschij_tsirkuliruju_schie_rakovye_kletki.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СВЧ-СЕНСОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

Падалко Е.А., Щербань И.Н.

Научные руководители – д.ф.-м.н., проф. Гордиенко Ю.Е.,

к.ф.-м.н., доц. Свидерская Л. И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МЭПУ, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

In this work, we discuss the prospects of using the numerical method in solving problems associated with modeling the probe-sample structure in local microwave diagnostics. Peculiarities of modeling in software packages based on solving the Maxwell equations by the finite element method are considered. The prospects of micro-scanning objects in depth using local microwave diagnostics are discussed. The dependences of the electric field distribution in the three-layer structure of an object with different degrees of doping are presented, which were obtained using the COMSOL Multiphysics package.

Сканирующая микроволновая микроскопия (СММ) [1] является одним из самых молодых, и очень быстро развивающимся инструментарием зондовых методов контроля свойств различных материалов. Основной особенностью СММ является многопараметровость диагностики. Поскольку становится возможным не только измерение профиля поверхности, но и профилей основных электрофизических параметров объектов ϵ , $\text{tg}\delta$ и σ как по глубине, так и по поверхности исследуемого материала.

Решение такой задачи может быть получено численным методом. На сегодняшний день общепризнанным методом численного анализа является метод конечных элементов (МКЭ) [2]. Созданные на его основе комплексы программ широко используются в различных областях. Известно достаточно много конечно-элементных пакетов прикладных программ (ППП), в которых расчеты доведены до совершенства. Это такие программы, как ANSYS Multiphysics, Maxwell, COMSOL Multiphysics, ELCUT, Elmer и Code Aster (Salome). Весь расчет с помощью таких программ проводится обычно в интерактивном режиме. При этом не нужно писать сложные векторные уравнения теории поля. Программа сама разбивает моделируемое пространство на конечные элементы (треугольники, прямоугольники, тетраэдры, параллелепипеды и пр.). Необходимо только построить модель, ввести свойства материалов и граничные условия, запустить расчет и вывести его результаты в числовом и графическом виде. Весь процесс анализа весьма нагляден, как правило, он сопровождается графическими построениями на экране компьютера. Наш выбор был сделан на программе COMSOL Multiphysics. Пакет позволяет моделировать практически все физические процессы, которые

описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. Программа содержит различные решатели, которые помогут справиться даже с самыми сложными задачами, а простая структура приложения обеспечивает простоту и гибкость использования. Кроме того, пакет имеет некоторое преимущество перед остальными, заключающееся в том, что COMSOL Multiphysics по сути, является инструментом пакета MATLAB и работает под его управлением, т.е. все возможности программирования, доступные в MATLAB, могут быть использованы и в COMSOL.

Исследования выполнены с помощью пакета COMSOL Multiphysics для рабочей частоты в области 10 ГГц и радиуса острия $R_{1t}=20$ мкм.

На рис. 1 представлены результаты распределения поля в трехслойной структуре с различной степенью легирования. Полученные зависимости отчетливо убеждают в возможности определения ϵ , $\text{tg}\delta$, а значит и σ объекта с достижимой локальностью по глубине в субмикронном диапазоне.

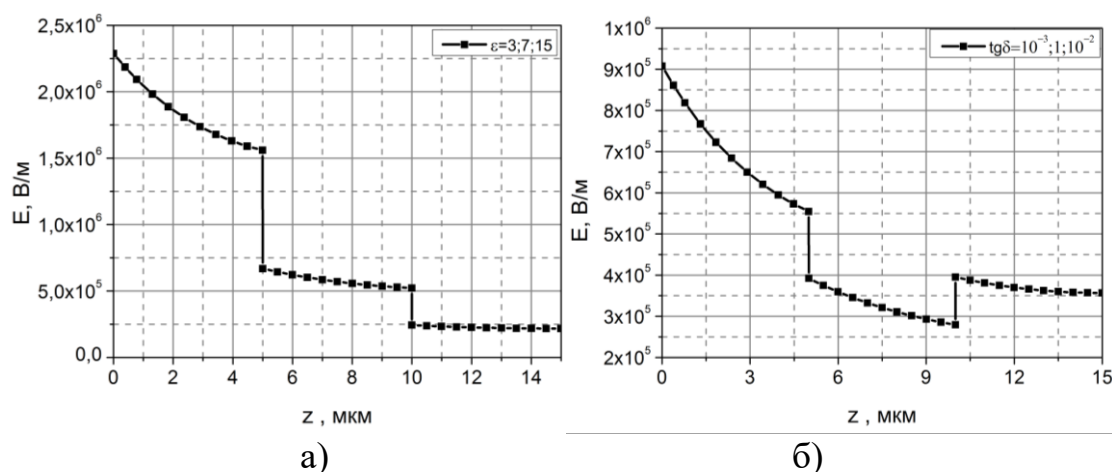


Рис. 1 – Распределение поля по глубине в трехслойной структуре неоднородно легированной по ϵ (а) и $\text{tg}\delta$ (б)

Из данных зависимостей видно, что в отличие от атомно-силовой микроскопии (АСМ) и сканирующей туннельной микроскопии (СТМ), которые могут отражать данные лишь о профиле поверхности, СММ дает возможность получать профиль распределения таких электрофизических параметров как ϵ , $\text{tg}\delta$ и σ по глубине с локальностью в широком диапазоне.

Список литературы:

1. Гордієнко Ю.О. Скануюча мікрохвильова мікроскопія як інтелектуальна вимірювальна система / Інтелектуальні вимірювальні системи на основі мікроелектронних датчиків нового покоління: монографія // за ред. Я.І. Лепіха, В.О. Романова, Одеса: Астропринт, 2011. – С. 176–246.

2. Григорьев А.Д. Методы вычислительной электродинамики // М.: Физматлит, 2012. — 432 с.

БІОЛОГІЧНІ І ХІМІЧНІ СЕНСОРИ НА ПОЛЬОВИХ ТРАНЗИСТОРАХ

ст. гр. МНТМН-16-1 Кірюхін О. І.

Науковий керівник ст. викл. каф. МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр.Науки,14, каф. МЕЕПП, тел. 057 702-13-62

E-mail: oleksandr.kiriukhin@nure.ua

A chemical sensor is a rather small, often portable device that allows one of the components of a complex mixture to be detected with high selectivity. Ideally, the sensor does not require preliminary sample preparation, and its response to analyte concentration does not depend on the other macro- and microcomponents. A chemical sensor consists of a receptor sensing element and a transducer of the response of the receptor to an electrical signal. The principle of operation of the device involves its placement directly in the analyzed sample. Promising sensors turned out to be devices based on a field-effect transistor, in which there is no metallization on the gate from a thin layer of silicon oxide.

Сучасні прилади мікро- та наносистемної техніки створюються на основі поєднання нано- та мікромеханічних елементів та електронних систем обробки сигналів на єдиному кристалі, або в одному корпусі. Серед сенсорних елементів МСТ особлива увага в останні роки приділяється первинним вимірювальним перетворювачам, чутливим до виявлення іонів і молекул з метою контролю біологічних об'єктів та навколишнього середовища. Електронні методи дозволяють створити мініатюрні пристрої для контролю на місці, оминаючи процедуру вилучення матеріалу проби для лабораторного дослідження.

Серед різних потенціометричних методик контролю значну увагу через можливість мініатюризації, паралельного зондування, швидкодії та повної відповідності виробничим процесам інтегральних схем, привернули методи, засновані на використанні польових транзисторів. Поняття іонно-чутливого польового транзистора було введено на початку 1970-х років, як похідне від метало оксидного напівпровідника (МОН). Було показано, що МОН-транзистор з сітчастим металевим затвором, вкритий іонно селективною мембраною можна використовувати для детектування іонів водню.

Потенціал чутливого електроду вимірюється по відношенню до еталонного (опорного) електроду. Вимірний потенціал є сумою багатьох між фазних потенціалів, однією зі складових якої є потенціал між зразком і затвором, що змінюється в залежності від наявності певних іонів. Виділення цієї «корисної» складової є доволі складним схемотехнічним завданням.

Існує багато різних структур МОН сенсорів та чутливих матеріалів мембран. Поряд з іншими аналітичними приладами ці системи мають

загальну структуру (рис.). Інформація, отримана зі зразка, перетворюється в електричний сигнал МОН-структурою. Потім сигнал можна посилити, обробити і відобразити відповідним чином.

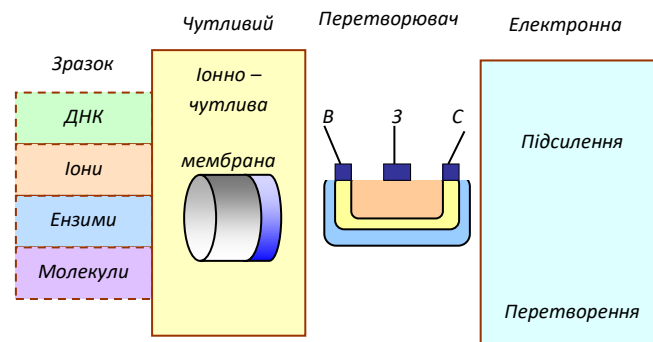


Рисунок – Узагальнена структура аналітичних приладів

Розроблено іонно чутливі пристрої, що мають два затвори (DG–ISFET), де один затвор є зондом, а інший – контрольним. При хімічному зондуванні один затвор резервується для контролю і може використовуватися як джерело зміщення, тоді як інший служить вікном для зондування зразку.

Модуляція величини зміщення дозволяє змінювати характеристику перетворювача за рахунок управління процесом формування поверхневого заряду в області затвора. Це надає можливість змінювати чутливість, лінійність та діапазон вимірювань для первинного перетворювача. Структура DG–ISFET використовує додатковий зворотній зв’язок, що дає збільшений нахил характеристики датчика. Це викликано ємнісним зв’язком між зазвичай тонкими верхніми воротами та товстими нижніми воротами.

Для загального біохімічного зондування, найбільш прийнятною структурою перетворювача є транзистор з розширеною базою (EGFET), конструкція якого нагадує як звичайні конструкції затвору МОН з мембраною, так затвор у вигляді сітки з відповідним чутливим покриттям. У цій структурі сенсорний елемент поширюється з корпусу мікросхеми і контакт зі зразком здійснюється через зовнішній порт. Таким чином, багато кристальна конструкція пристрою спрощує поєднання технологій виготовлення первинного перетворювача і електричної схеми обробки сигналу. Застосовані технології схожі з виробничими процесами інтегральних схем за виключенням власне, зони контакту зі зразком. Порівняно з технологіями із сітчастим затвором, EGFET перетворює сигнал від середовища з високим імпедансом до низького, що фізично значно спрощує схему узгодження сигналу з інтерфейсом.

Недоліки сенсорів на основі польових транзисторів, пов’язані з невисокою надійністю в роботі внаслідок низької захищеності структур від впливу навколишнього середовища, мають прискорювати подальші дослідження в області розробки напівпровідникових сенсорів.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ ДЛЯ СЕНСОРІВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХНЕВОГО МОНТАЖУ

ст. гр. ЕЕПС-16-1 Косоног Є.Р.

Науковий керівник – ст. викл. каф МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв, тел. 057 702-13-62

e-mail: yehor.kosonoh@nure.ua

This article describes the recommendations of PCB design when used surface mounted temperature sensors (e.g. packages types: DFN, WSON, DSBGA). Presented tips are aimed at creating conditions for reducing the heat mass, creating thermal insulation and improving heat exchange between the body and the measuring element.

При використанні цифрових та аналогових сенсорів температури поверхневого монтажу для вимірювання температури тіла слід звернути увагу на деякі особливості розробки конструкції друкованої плати для якнайкращої передачі тепла від об'єкта до термочутливого елемента. Представлені рекомендації направлені на створення умов для зменшення теплового опору, створення теплової ізоляції від зовнішнього середовища та покращення теплообміну між тілом на датчиком (рис 1).

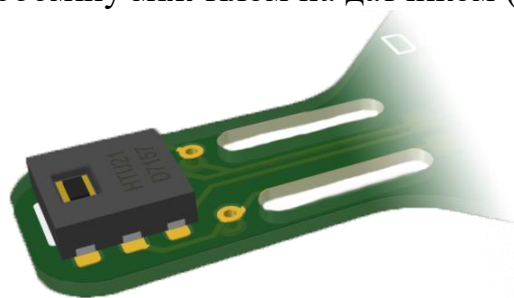


Рисунок 1 – Цифровий сенсор температури поверхневого монтажу на платі

Одним з варіантів є використання тонкого конструктивного матеріалу друкованої плати.

Зазвичай для плат електронних пристроїв використовується фольгований текстоліт товщиною 1,6 мм, що дає добру жорсткість конструкції та можливість використання багатьох шарів металізації, без чого неможливо виконати трасування складних схем. Але у конкретному випадку правильним вибором стане текстоліт товщиною 0,6/0,8 мм, або навіть 0,1 мм (гнучка плата) – це дозволить зменшити габарити пристрою та дасть можливість зменшити тепловий опір між об'єктом та датчиком.

Порівнявши залежність теплопередачі від часу для плат різної товщини та ціни їх виробництва очевидним вибором буде плата з текстолітом товщиною 0,8 мм, бо різниця у теплопередачі між нею та гнучкою є дуже малою, а ціна виробництва сильно різниться на користь першої.

Застосування перехідних отворів та мідних площадок під сенсором температури.

Зі спрощеної конструкції цифрового сенсору у корпусі DFN [1] видно, що для термічного зв'язку застосовано спеціальний тепловий контакт, який знаходиться знизу датчика. Таким чином цей контакт буде знаходитися на текстоліті, який є поганим провідником теплоти. Щоб зробити передачу тепла найбільш ефективною з обох боків плати створено мідні майданчики та додатково додані наскрізні перехідні металеві отвори, що дає можливість якнайкраще відводити тепло майже напряму до термочутливого елемента.

Для уникнення теплообміну між датчиком та іншими електронними компонентами (особливо силовими) його розміщено осторонь від них, а металеві доріжки, по яких здійснюється передача сигналів та живлення мають найменш можливу ширину та достатню довжину.

Для запобігання збільшення теплової маси слід відмежовувати корпус мікросхеми від полігону землі, і крім цього робити його не суцільним, а сітчастим.

Незважаючи та погану теплопровідність текстоліту можна сформувати додаткові отвори на платі між основними компонентами та мікросхемою сенсора температури, що дасть ще краще відмежування та теплову ізоляцію (рис.2).

Крім цього для ще кращої теплопередачі корпус сенсора температури доцільно використання теплопровідних смол/клеїв.

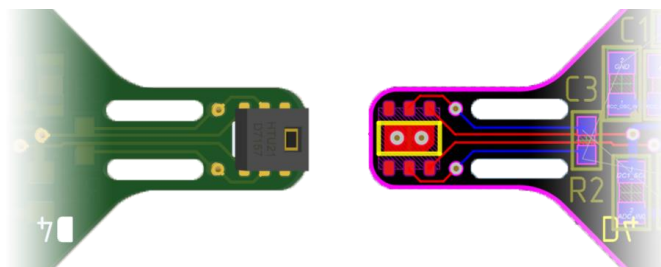


Рисунок 2 – Топографія плати з розміщеним датчиком температури *HTU21D* у корпусі *DFN* з урахуванням зазначених рекомендацій

Література

1. Denton E. *Wearable Temperature Sensing Layout Considerations Optimized for Thermal Respons* [Електронний ресурс] / E. Denton, A. Heng, B. Fisher. – 2015.
2. Heng A. *Design Considerations for Measuring Ambient Air Temperature* [Електронний ресурс] / A. Heng, M. Anderson, B. Fisher. – 2017.

ДОРОГОЦІННА ЕНЕРГІЯ

ст. гр. МНТМН- 18-1 Дубіцький А. Є.

Науковий керівник – ст. викл. каф. МЕЕПП Карнаушенко В. П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: artur.dubitskyi@nure.ua

The article describes an alternative source of electricity and principles of its operation due to Seebeck effect. The device, unlike solar panels, and the various generators that need to be supplied with fuel, operates at the expense of the temperature difference between two plates and does not require refueling. It is also a versatile means of generating electricity at any conditions.

Проблема енергетики є невирішеною на сьогоднішній день для багатьох регіонів земного шару. Багато місць на планеті залишається за зоною доступу до централізованого енергопостачання. Є різні засоби для продукування енергії, але вони є недоступними для таких місць у силу недостатньої інфраструктури, недосконалості технологій.

У такому випадку постає питання про забезпечення електроенергією. Вирішенням є сонячна енергетика. Ця галузь та механізми збереження енергії стрімко розвиваються, але сонце може бути недоступним через погодні умови, або через географічне положення. Що робити у такому випадку, або якщо ми бажаємо генерувати енергію у ночі?

Рішенням може бути термоелектричний генератор, що використовується відкрите у 1821 р. Зеєбеком явище термоелектрики. Якщо два провідники з різних металів A і B з'єднати кінцями в замкнутий контур і місця з'єднання (спаї 1 та 2) розмістити при різних температурах T_1 і T_2 , то в контурі виникне електричний струм (рис. 1). Зміна знака різниці температур спаїв супроводжується зміною напрямку струму.

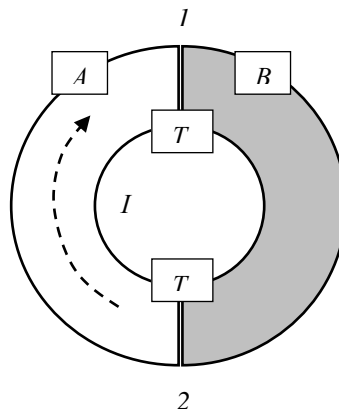


Рисунок 1 – Замкнуте електричне коло з двох різнорідних металів, спаї яких мають неоднакову температуру

Технологія доволі проста – дві плоскі металеві пластини, одна розташована над іншою. Використання різниці температур між двома пластинами призводить до продукування термо-ЕРС, і як наслідок, чим більша різниця температур, тим більша потужність пристрою (рис. 1).

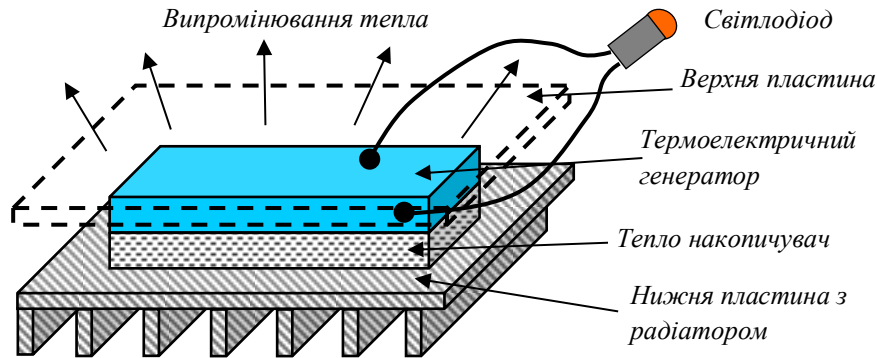


Рисунок 2 – Схема термоелектричного генератора

Прилад складається із двох пластин з різнорідного металу, розташованих у корпусі таким чином, щоб одна з пластин була обернена до неба, а інша до поверхні землі, на якій стоїть прилад. Верхня пластина контактує із холодним нічним повітрям, через що охолоджується швидше, у той час як нижню обернуто до поверхні, від якої йде тепліше повітря.

Підключивши серію термоелектричних генераторів, встановлених на стінах будинків, технологія могла б помітно полегшити енергетичне навантаження будинків. Звичайно, навряд чи термоелектричні прилади коли-небудь замінять акумуляторну батарею, але можуть знайти застосування, як нічний рятувальник сонячної батареї.

Слід зазначити, що у сухому кліматі такий прилад працюватиме краще, адже волога із повітря менше конденсується на пластинах, тим самим збільшуючи різницю температур. Збільшити потужність також можна замінивши пласкі радіатори рифленими, що збільшить тепловіддачу за рахунок збільшення площі контактуючої поверхні.

Звісно такий прилад потребує подальшого вдосконалення і не зважаючи на те, що сонячні панелі ефективніше в 20 разів, а проста батарейка коштує чверть ціни приладу, але все ж енергія з холодного нічного неба може бути в нагоді.

Література

1. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: науково-навчальне видання: у 3 томах / за ред. З. Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2003. – Т.1. – 595 с.
2. Дж. Фрайден. Современные датчики: справочник. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

ст. гр. ЕЕПС -16-1 Кутєпов Д. А.

Науковий керівник ст. викл. каф. МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр.Науки,14, каф. МЕЕПП, тел. 057 702-13-62)

E-mail: denys.kutiepov@nure.ua

Most important in material inspection is noninvasive techniques to determine the integrity of a material and component. Eddy Currents are most effectively used to check for cracking located at the surface of metals such as rails. It is important to emphasize at this stage that ultrasonics and eddy currents are complementary inspection methods and should not be used exclusively of one another.

Методи неруйнівного контролю (НРК) широко застосовуються в різних галузях виробництва, не оминаючи також і електроніку. За допомогою неруйнівного контролю можна проводити аналіз якості продукції не тільки на кінцевому етапі випуску, а і підчас проміжних етапів виробничого процесу. Такий підхід надзвичайно актуальний при виготовленні виробів сучасної мікроелектроніки. Значний обсяг серед етапів виробництва інтегральних схем займають технологічні процеси, пов'язані з формуванням тонких плівок, які застосовуються в якості елементів міжз'єднань, екранів, так званих «полігонів» та структурних елементів приладів мікроелектромеханічних систем. Контроль товщини плівок є важливим елементом дотримання технологічних умов, що забезпечують якість продукції та показники економічної ефективності. Існуючі методи зазвичай пов'язані з процедурами, що руйнують об'єкт контролю. Це оптичні, вагові, та інші методи, в числі яких є навіть такі, що безпосередньо не пов'язані з об'єктом виробництва.

Крім того, сучасні технології виробництва інтегральних схем, потребують експрес методів контролю, що дозволяють отримати інформацію безпосередньо на виробничій лінії, не перериваючи технологічний процес.

До таких методів відноситься віхрострумний контроль. Вихрострумний метод заснований на взаємодії електромагнітного поля, що виникає в обмотках первинного перетворювача з вихровими струмами в досліджуваному зразку. Результуюче поле створює на обмотці первинного вимірювального перетворювача ЕРС, величина якої залежить від багатьох факторів, таких як: електропровідність об'єкту контролю, товщина матеріалу, а також наявність дефектів (Рис.).

На активність і розподіл віхрових струмів в об'єкті впливають не тільки його форма і електричні параметри а також розташування самого об'єкту по відношенню до вимірювального перетворювача, яким найчастіше служить одна і більш індуктивних котушок з імпульсним струмом. Під впливом електромагнітного поля вихрових струмів в перетворювачі змінюється електричний опір і напруга, величина яких

відображає відомості про властивості об'єкта і, в загальному випадку, його розташування по відношенню до перетворювача.

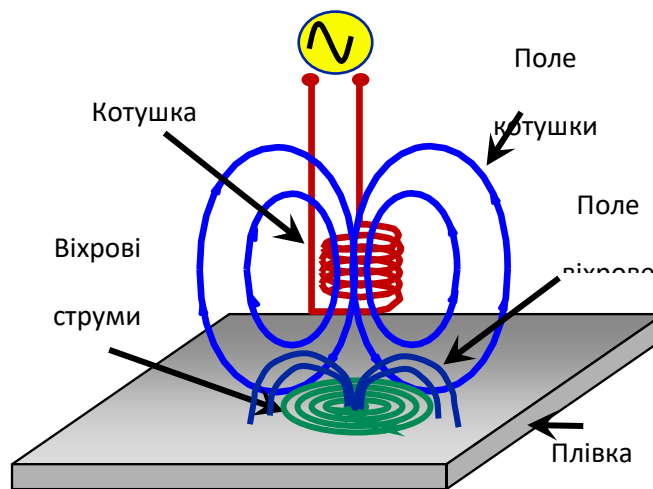


Рисунок – Принцип дії віхрострумowego вимірювача товщини плівок

Вихрострумова дефектоскопія дозволяє оцінювати електрофізичні властивості досліджуваних об'єктів і виявляти поверхневі і внутрішні неоднорідності на глибині до 200 мкм і більше, в залежності від товщини скін-шару.

Для виявлення дефектів в структурі плівки (порожнини, острівна структура) доцільно застосовувати ультразвуковий метод неруйнівного контролю. Ультразвуковий метод заснований на реєстрації проходження і відбиття коливань високої частоти в досліджуваному об'єкті. Звукові хвилі не змінюють траєкторії руху в однорідному матеріалі. Відбиття акустичних хвиль надходить від границі розділу середовищ з різними питомими акустичними опорами. Чим більше розрізняються акустичні опори, тим більша частина звукових хвиль відбивається від границі розділу. Так як дефекти плівок містять розриви однорідності структури, що мають значно більший акустичний опір, ніж сам матеріал плівки, то відбиття хвиль буде практично повне.

Роздільна здатність акустичного вимірювання, тобто здатність виявляти дрібні дефекти окремо один від одного, визначається довжиною звукової хвилі, яка в свою чергу залежить від частоти акустичних коливань. Тому, як правило, частоту ультразвуку прагнуть підвищувати. З іншого боку, при підвищенні частоти коливань швидко зростає їх згасання, що скорочує можливу область контролю.

Таким чином, застосовуючи комбінований метод неруйнівного контролю товщини тонких плівок, як методу експрес – контролю параметрів технологічного процесу, можна отримати значно більшу ефективність виробництва приладів мікроелектроніки та мікро системної техніки.

РОЗРОБКА ГРАФІЧНОГО СЕНСОРНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ПОРТАТИВНИХ ПРИСТРОЇВ

ст. гр. ЕЕПС–18–1 Шум А.В.

Науковий керівник – ст. викл. каф. МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки,

електронних приладів та пристроїв,

e-mail: andrii.shum@nure.ua тел. (050)613-41-95)

The idea to make this type of device has come to mind, because wherever you go, people use electronic equipment that helps them in their daily lives. These equipment have different format, different functioning, some of them we use at work, at home, etc. Today's topic will be the development of a graphical touch interface for portable devices.

Розробники графічного інтерфейсу для портативних пристроїв доволі часто стикаються з проблемою вибору компонентної бази для побудови системи керування пристроями відображення інформації. Зазвичай для цієї цілі застосовуються або спеціалізовані мікропроцесори, або мікроконтролери, або, для економії коштів, використовуються бюджетні рішення, які згодом потребують коштовної модернізації.

В разі, якщо проект розробляється в якості системи, що в подальшому планується розвивати, оптимальним рішенням є застосування програмованої логіки (ПЛІС), як інструменту, що забезпечує максимальну гнучкість в рішенні складних задач проектування інформаційних та інформаційно – вимірювальних пристроїв та комплексів.

Програмовані схеми знаходять застосування практично в будь-якій сфері, включаючи зв'язок, обробку інформації, обробку сигналів та інше. Зараз ПЛІС заповнюють чотири великі частини ринку: замовні інтегральні схеми, цифрова обробка сигналів, системи на основі вбудованих мікроконтролерів і мікросхеми, які забезпечують фізичний рівень передачі даних. Крім того, з появою ПЛІС з'явився новий сектор ринку – системи з реконфігураційною архітектурою або reconfigurable computing.

Для більшості електронних виробів малої та середньої серійності найбільш перспективною є їх реалізація на базі ПЛІС, які звільнили проектувальників від необхідності складання розроблюваних пристроїв з окремих мікросхем малого і середнього рівня інтеграції. Структура ПЛІС приведена на рис. 1.

Застосування ПЛІС в промислових системах управління викликає великий інтерес через зростаючий рівень вимог до системних та графічних контролерів. Використання ПЛІС дозволяє реалізувати спеціальну паралельну архітектуру, яка може бути адаптована до потреб розробника. ПЛІС успішно використовуються в різних системах управління графічними пристроями, що вимагає реалізації нечітких логічних контролерів, контролерів кодування тощо.

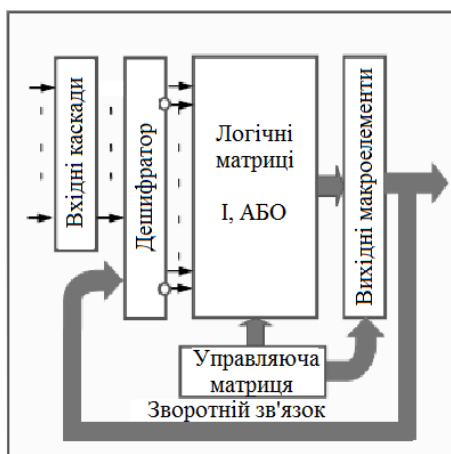


Рисунок 1 – Структура програмованої логічної інтегральної схеми

Контролери зображення можуть використовувати можливості паралельної обробки на ПЛІС. Для створення цифрових проектів на базі ПЛІС використовуються системи автоматизованого проектування (САПР), що дозволяють задати бажану структуру пристрою у вигляді схеми електричної принципової або програми на спеціальних мовах опису апаратури.

Розробка включає наступні функціональні елементи:

- модуль сполучення з зовнішніми джерелами даних;
- блок пам'яті з двох банків по 16 МБ;
- контролер живлення;
- апаратний драйвер графічного дисплею;
- генератор опорного сигналу;
- модулі АЦП і ЦАП.

Драйвер дисплею забезпечує можливість підключення графічних модулів, а також моніторів комп'ютерів (рис.2).

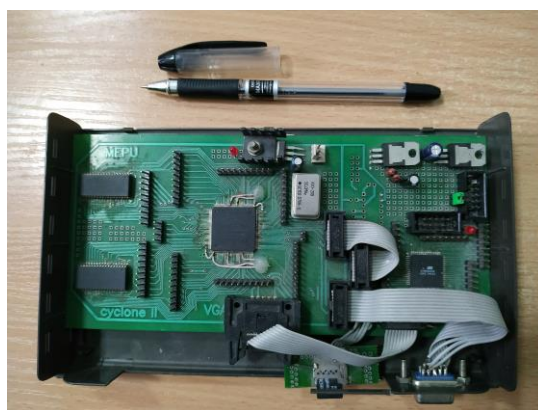


Рисунок 2 – Модуль відображення інформації на ПЛІС

Література

Муравьев А.Н. Разработка цифровых схем на базе программируемой логики: учеб. пособие. Самара, 2010.

ПРЕДОБРАБОТКА И СЕГМЕНТАЦИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Гончаров А. С., Близнюк И. Ю.

Научный руководитель – д. ф-м н., проф. Бондаренко И. Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Микроэлектроники, электронных
приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62)
E-mail: sanekfreedom@gmail.com

Pre-processing is understood as the execution of certain operations on the image, such as the use of enhancement filters, contrasting, noise removal, the use of various masks, and image segmentation is performed to select objects and their subsequent analysis. Image segmentation is the distribution of multiple image pixels into objects and background areas that differ from each other in any way, for example, color, brightness, geometric characteristics. Today, segmentation is an important component in the field of computer vision allowing obtaining data on objects in images, which makes it possible to solve the problem of detection, target auto tracking.

Под предобработкой понимается выполнение определённых операций над изображением, таких как применение фильтров улучшения, контрастирование, удаление шумов, применение различных масок, а для выделения объектов и их последующего анализа производится сегментация изображения. Сегментацией изображения — это распределение множества пикселей изображения на объекты и области фона, которые отличаются друг от друга по каким-либо признакам, например, цвет, яркость, геометрические характеристики. На сегодняшний день сегментация является важной составляющей в области компьютерного зрения, позволяющая получать данные об объектах на изображениях, что даёт возможность решать задачи обнаружения, автосопровождения целей. Методы сегментации находят своё применение на медицинских, инфракрасных изображениях, спутниковых снимках, в машинном зрении, в распознавании образов.

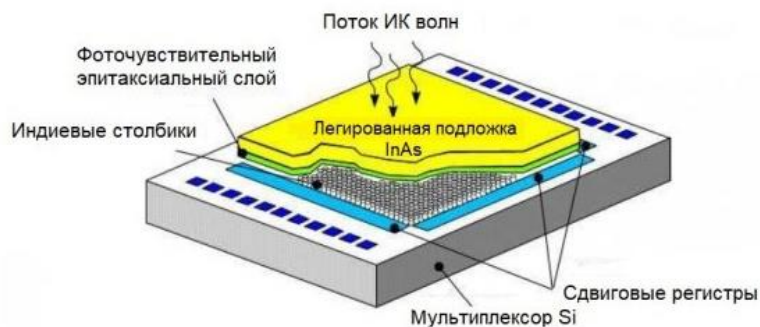
За последние несколько лет наблюдается прогресс в разработках методов сегментации изображений, но не все из них удовлетворяют заданным требованиям, например, высокоскоростные алгоритмы не всегда позволяют выделить особо важные нелокальные свойства образа.

Задача состоит в разработке методов, отличных от существующих, которые позволяют выполнять сегментацию на инфракрасных изображениях.

Для достижения такой цели важно, чтобы метод обладал следующими свойствами: высокая эффективность, работа в реальном времени на видеопоследовательностях; выделение особо важных видимых областей с возможностью оценки их характеристик; уменьшение вероятности ошибок.

Структурно-функциональная схема типового приемника ИК излучения приведена на рисунке.

Приемник ИК излучения изготавливается из полупроводникового материала, генерирующего электрический сигнал под действием падающих на него ИК-лучей. Сигнал обрабатывает электроника, формирующая изображение на дисплее.



Структурно-функциональная схема приемника ИК излучения

Лучшие модели тепловизоров обладают функцией наложения изображений и чувствительностью в 0,05 и менее градусов.

Например, тепловизор TVS-250SL оснащен матрицей 120x120 с чувствительностью – 60 мК (0.06°C). Диапазон измеряемых температур от -20 °С до 250 °С [1].

Высокая чувствительность тепловизора TVS-250SL обеспечивает детектирование самых слабых температурных аномалий, что важно при поиске скрытых объектов. Подобные модели тепловизоров обладают функцией совмещения изображения, для реализации которой используют различные алгоритмы и способы совмещения ИК и видимого изображений. Все современные модели умеют взаимодействовать с компьютером, сами анализируют данные и представляют удобные отчеты в любом подходящем формате. С учетом уже имеющихся набора функций и конструктива современных тепловизоров развитие метода сегментации на основе выделения определенных важных областей изображения и формирования связанных участков для описания дополнительных характеристик объектов [2] может быть реализовано коррекцией или разработкой соответствующего программного обеспечения.

Литература

1. Тепловизор TVS-250SL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ukrintech.com.ua/teplovizor-tvs-250sl/>
2. Логинов И. Д. Обработка и сегментация тепловизионных изображений // Молодой ученый. — 2017. — №13. — С. 62-72.

**ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ
СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ «ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ»**

Доля А.С.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Грицунов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: doliaanatolii@gmail.com.

Contemporary internet technologies for the implementation of hardware and software packages for remote automatic control of industrial processes are discussed in the paper. The most prospective among ones is so-called “internet of things” (IoT), a system of interrelated computing devices, mechanical and digital machines that are provided with the ability to transfer data over a network without requiring human-to-human or human-to-computer interaction. Industrial applications of IoT, also known as industrial internet of things (IIoT), are the most promising instruments for building of a completely automatic manufacture. Some problems of the realization of controllers for the next IIoT systems are shown up; and possible ways to their overcoming are proposed.

У доповіді розглядаються види датчиків контролю технологічних процесів і мікроконтролерів, які можна вважати перспективними для інтегрування в системи віддаленого автоматизованого контролю параметрів середовища у виробничих приміщеннях за допомогою автоматичної або ручної зміни його характеристик з застосуванням технології «інтернету речей» (“internet of things,” IoT).

Система контролю – це програмно-апаратний комплекс, який регулює фізичні фактори, важливі для коректної роботи приладів. Наприклад, практично в будь-якій сучасній апаратурі є датчики температури. Це пристрої, які дозволяють виміряти температуру об’єкта або речовини, використовуючи при цьому різні властивості і характеристики вимірюваних тіл або середовища. Незважаючи на те, що всі термодатчики здатні вимірювати температуру, різні типи датчиків роблять це по-різному.

У процесі створення продукції на виробництві потрібна підтримка певних кліматичних параметрів у цехах, часто дуже суворих і стабільних. Створення потрібного мікроклімату в приміщенні досягається узгодженою роботою цілого ряду приладів. Управління цими приладами в ручному режимі створює безліч незручностей. Необхідно кожен раз налаштовувати їх роботу у відповідності до кліматичних умов, часу доби і т.п.

У наш час управління кліматом здійснюється найчастіше за допомогою персонального комп’ютера (ПК), в поєднанні з додатковим обладнанням. Суттєвою частиною цього обладнання, якщо керування здійснюється в дистанційному режимі (наприклад, для герметичних цехів), є системи передачі отриманих з датчиків сигналів даних про параметри

виробничого середовища та зворотного потоку керуючої інформації. Оскільки контроль і моніторинг мають відбуватися в реальному часі, до систем зв'язку висуваються специфічні вимоги. На сьогоднішній день найбільш дешевим та надійним способом їх задовільнити є інтегрування системи контролю технологічних процесів як складової частини загальносвітової технології IoT.

До структурної схеми системи входять [1]:

- первинні перетворювачі сигналів (датчики);
- аналогово-цифровий перетворювач;
- оптична розв'язка;
- персональний комп'ютер;
- канали передачі інформації.

Оскільки параметри, що контролюються: вологість, температура, освітленість тощо не є електричними, в схемі встановлені відповідні аналогові датчики, які перетворюють ці параметри в електричні величини, подальшою обробкою яких займається АЦП.

Враховуючи виключну технічну значимість проблеми, особливу увагу приділено надійності взаємодії усіх її ланок. Найважливішою ланкою мікропроцесорних систем є контролер, який являє собою складний технічний пристрій, призначений для обробки цифрової інформації. Зазвичай він будується на базі певного типу мікропроцесора, що найкращим чином забезпечує необхідні функції мікропроцесорної системи в цілому, або ж використовується ПК.

Для надійної передачі даних особливо важливу роль у побудові IoT відіграють такі характеристики, як ефективність, відмовостійкість, адаптивність, можливість самоорганізації. Деякі з цих проблем можуть бути вирішені стандартними засобами цифрової схемотехніки [2], інші вимагають програмних рішень.

В результаті аналізу зроблено висновок про те, що система IoT дозволяє організувати складну керуючу систему з великою кількістю міжпрограмових розгалужень відповідно до мети управління і стану первинних перетворювачів. Можливості сучасних мікроконтролерів і їх малі габарити створюють передумови для реалізації компактних вбудованих в обладнання цифрових керуючих систем, здатних до інтегрування в систему IoT.

Література

1. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович. М: Додэка-XXI, 2015. – 528 с.
2. Глудкин, О.П. (ред.). Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров. М: Горячая линия – Телеком, 2017. – 768 с.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК, ВЫРАЩЕННЫХ ПО МЕТОДУ САМООРГАНИЗАЦИИ

Слабый К.Г.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доц. Пащенко А.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки 14, каф. Микроэлектроники, электронных
приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: kostiantyn.slabyi@nure.ua, т. 0637164571

Quantum dots have a number of unique properties that can be useful when used in microelectronics. A necessary condition for the occurrence of spontaneous self-organization of quantum dots in the Stransky-Krastanow growth regime is that the parameter of the mismatch of the crystal lattices is within certain limits. Pairs of materials suitable for spontaneous self-organization of quantum dots in the growth mode of Stransky-Krastanov are selected.

Квантовые точки обладают рядом уникальных свойств, которые могут быть полезны при использовании их в микроэлектронике.

Необходимым условием для возникновения спонтанной самоорганизации в режиме роста Странского-Крастанова является пребывание параметра рассогласования кристаллических решеток в пределах $\varepsilon_0 \approx 2 - 10 \%$ [1]. При рассогласовании параметров решеток $\varepsilon_0 < 2\%$ релаксация упругих напряжений происходит благодаря образованию дислокаций несоответствия. При $\varepsilon_0 > 10 \%$ происходит рост по механизму Фольмера – Вебера.

При подборе пар материалов (подложка/напыляемый материал), оптимальных для выращивания квантовых точек по методу самосогласованного роста Странского-Крастанова, необходимо оценить параметр несоответствия постоянных решеток по формуле:

$$P = \frac{c_1 - c_2}{c_1}, \quad (1)$$

где P – параметр рассогласования решетки (в абсолютном значении), c_1 – постоянная решетки материала с большим её значением и c_2 – с меньшим её значением.

В таблице 1 приведен перечень самых распространённых полупроводниковых материалов, используемых в современной микроэлектронике, а также диэлектриков (SiO_2 , ZrO_2) и их постоянных решетки. Более сложные полупроводниковые соединения III-V группы, представляющие собой смесь более простых бинарных соединений, имеют очень широкий разброс параметров, подбираемых по необходимости. В данной работе они не рассматриваются при подборе пар материалов пригодных для выращивания квантовых точек по механизму роста Странского-Крастанова.

Таблица 1

Материал	Полупроводники							Диэлектрики	
	Si	Ge	GaAs	InAs	InP	GaP	AlAs	SiO ₂	ZrO ₂
Постоянн. решет., Å	5,4307	5,66	5,6533	6,0584	5,8688	5,4505	5,6601	5,4052	5,135

В таблице 2 приведены рассчитанные параметры рассогласования решетки пар материалов по формуле 1 (в процентах). В таблице 3 представлен итоговый результат.

Таблица 2

%	Ge	GaAs	InAs	InP	GaP	AlAs	SiO ₂	ZrO ₂
Si	4,05	3,94	10,36	7,46	0,36	4,05	0,47	5,45
Ge	-	0,12	6,58	3,56	0,36	0,002	4,5	9,28
GaAs	-	-	6,69	3,67	3,59	0,12	4,39	9,17
InAs	-	-	-	3,13	10,03	6,57	10,78	15,24
InP	-	-	-	-	7,13	3,56	7,9	12,5
GaP	-	-	-	-	-	3,7	0,83	5,79
AlAs	-	-	-	-	-	-	4,5	9,28
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	5

Таблица 3

Пригодные пары материалов ($\epsilon_0 \approx 2 - 10 \%$)	Не пригодные пары материалов	
	$\epsilon_0 < 2 \%$	$\epsilon_0 > 10 \%$
Si-Ge; Si-GaAs; Si-InP; Si-AlAs; Si-ZrO ₂ ; Ge-InAs; Ge-InP; Ge-SiO ₂ ; Ge-ZrO ₂ ; GaAs-InAs; GaAs-InP; GaAs-GaP; GaAs-SiO ₂ ; GaAs-ZrO ₂ ; InAs-InP; InAs-AlAs; InP-GaP; InP-AlAs; InP-SiO ₂ ; GaP-AlAs; GaP-ZrO ₂ ; AlAs-SiO ₂ ; AlAs-ZrO ₂ ; SiO ₂ -ZrO ₂	Si-GaP; Si-SiO ₂ ; Ge-GaAs; Ge-GaP; Ge-GaAs; GaAs-AlAs; GaP-SiO ₂	Si-InAs; InAs-GaP; InAs-SiO ₂ ; InAs-ZrO ₂ ; InP-ZrO ₂

Как видно из таблицы 3 большинство приведенных пар напыляемого материала и подложки пригодны для выращивания квантовых точек по самосогласованному методу Странского-Крастанова.

Список литературы:

1. Дубровский В.Г. Теоретические основы технологии полупроводниковых наноструктур: уч. пос. / Санкт-Петербург, 2006. 156 с.
2. Перспективные материалы / Астахов, М.В., Белый А.В., Капуткина Н.Е. Витебск: УО "ВГТУ Витебск", 2009. - 76 с.
3. Физика квантовых низкоразмерных структур / Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А. М.: Логос, 2000. - 57 с.

МЕТОДИ ЗАХИСТУ МІКРОСХЕМ ВІД ВПЛИВУ РАДІАЦІЇ

ЕЕПСу-17-1 Омельченко К. О.

Науковий керівник – ст. викл. каф. МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: kyrylo.omelchenko@nure.ua

Due to the need to protect electronic circuits from radiation or to maximize the life of electronic devices in an environment with a high radiation background, there is a need to protect electronics from radiation.

Через необхідність захисту електронних мікросхем від радіації або з метою максимального продовження терміну служби роботи електронних пристроїв в середовищі з підвищеним радіаційним фоном виникає необхідність захисту електроніки від впливу радіації.

Радіація згубно позначається на працездатності компонентів електронних систем, так як призводить до іонізації окремих елементів мікросхем і їх неналежної роботи. Основним типом мікросхем, схильних до впливу радіації на сьогоднішній момент є системи супутникового зв'язку. На орбіті електронні схеми піддаються супутники піддаються впливу космічного випромінювання складається з декількох типів частинок: протонів (іонів водню), нейтронів, альфа-частинок (ядра гелія), більш важких атомів, електронів, а також рентгенівським і гамма-випромінюванням.

Електрони, рентгенівське і гамма-випромінювання

При проходженні рентгенівського і гамма-випромінювання (в тому числі вторинного, отриманого внаслідок зіткнення електронів з корпусом апарату) через мікросхему - в підзатворного діелектрику транзисторів починає накопичуватися заряд, і, відповідно, починають повільно змінюватися параметри транзисторів - порогове напруга і струми витоку. Крім того, можливе виникнення фотоефекту на р-n-переходах. Ці ефекти згубно позначаються як на роботі Flash-пам'яті, що призводить до повільного стирання даних. Для запобігання цьому можна використовувати інші види пам'яті, наприклад:

- FRAM, де замість діелектрика використовується сегнетоелектрик;
- MRAM, де інформація зберігається за допомогою магнітних моментів, а не електричних зарядів;
- MRAM, в якій записані дані можна знищити лише при фізичному впливі на носій, а не електричним способом.

Важкі заряджені частинки (ВЗЧ) - протони, альфа-частинки і іони

Важкі заряджені частинки космічного випромінювання мають досить

високу енергію, щоб проходити наскрізь через всю мікросхему і при цьому після проходження залишають за собою шлейф з іонізованих атомів мікросхеми. У кращому випадку це може призводити до програмних помилок - 0 може стати 1 або навпаки. Найгірший випадок - тиристорний ефект або «клямка» КМОП-мікросхеми. В цьому випадку включається характерний для КМОП-структури р-п-р-п-транзистор, що може привести до замикання каналу і викликати відмову схеми. При знаходженні в стані замикання мікросхема може просто згоріти.

Для запобігання замикання існує кілька способів:

- контроль споживаного струму і швидкий перезавантаження мікросхеми - якщо встигнути відключити харчування і включити його до згоряння можна запобігти руйнуванню схеми і продовжити роботу в звичайному режимі;

- створення схем на сапфіровою підкладці (Silicon-on-Sapphire) - це виключає формування паразитних транзисторів;

- використання ізоляції транзисторів р-п-переходом (triple-well процес) також сильно знижує можливість замикання;

Нейтрони

Незважаючи на те, що нейтронів немає в космічному випромінюванні, через те, що їх період життя занадто малий, в прилади вони можуть потрапляти від Землі або в якості вторинної радіації. Проблема полягає в тому, що нейтрони взаємодіють з ізотопом Бора-10, який становить до 20% від природного бору, що використовується в тому числі для легування кремнію. При взаємодії утворюється ізотоп Літія-7 і альфа-частинки в шарі напівпровідника р-типу. Це призводить до помилок в роботі мікросхем, особливо пам'яті. Для вирішення цієї проблеми при виробництві мікросхем необхідно використовувати тільки ізотоп Бор-11, який не реагує з нейтронами.

Кінцевою метою цієї доповіді є представлення різних способів впливу радіації на електронні пристрої. Методи захисту від радіації використовуються при використанні електроніки в космічній і військовій техніці.

Література

1. Mavis D.G., Alexander D.R. Employing radiation hardness by design techniques with commercial integrated circuit processes. 16th Digital Avionics System Conference (DASC), AIAA/IEEE, 26–30 Oct. 1997.

2. Armstrong S.E. Single-event characterization and mitigation in high-speed CMOS communications devices. Chapter VII. Radiation-hardened-by-design techniques. – Dissertation, submitted to the Faculty of the Graduate School of Vanderbilt University in partial fulfillment of the requirement for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY in Electrical Engineering. Dec. 2011, Nashville, Tennessee.

ВЫСОКОЛОКАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА И МОДИФИКАЦИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ МИКРОВОЛНОВЫХ РЕЗОНАТОРНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Горбенко Е.А.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Бондаренко И.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Микроэлектроники,
электронных приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: yevhen.horbenko@nure.ua, тел. +380665233720

The main problem of the implementation of the high-local modification process is the need to use the same near-field microprobe for diagnosis and modification. This, in turn, requires the use of minimum values of the microwave signal for diagnosis and high enough for modification exposure.

In this regard, it seems promising to use devices for generating amplified pulsed signals based on microwave resonator storage. Such devices allow receiving pulsed signals with amplitudes an order of magnitude greater than the signal of the generator and controlling their parameters.

Практическая возможность микролокализации СВЧ нагрева появилась в результате разработки ближнеполевых источников СВЧ излучения, в частности, для сканирующей микроволновой микроскопии [1].

Развитие методов высоколокального СВЧ теплового нагрева дает возможность легирования и перелегирования, термического окисления, рекристаллизации и отжига разных материалов в приповерхностном слое объекта, в том числе и в пленочных структурах.

В работе [2] помощью экспериментальной установки, схема которой приведена на рис. 1, были проведены исследования процесса локального микроволнового нагрева.

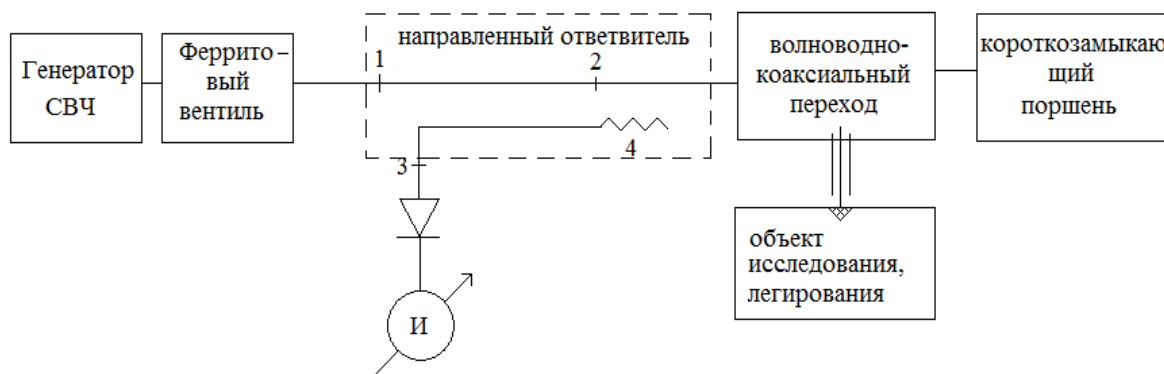


Рис. 1. Схема установки для проведения экспериментальных исследований процесса локального нагрева.

В результате проведения модельных и экспериментальных исследований было установлено следующее:

- распределение температуры вглубь и вдоль поверхности образца существенно зависит от величины зазора между острием микромодификатора и поверхностью образца;

- при локальном нагреве образца происходит локальное изменение электрофизических характеристик, которое дополнительно ускоряет процесс нагрева;

- при длительном (более 10^{-3} с) воздействии микроволнового излучения на образец происходит растекание тепла по образцу за счет его теплопроводности, что приводит к снижению степени локализации нагрева;

- если требования по позиционированию и геометрическим формам и размерам узлов и элементов могут быть удовлетворены с помощью существующих технических и практических возможностей, то вопросы динамического управления процессом микроволнового (электромагнитного) воздействия предполагают разработку специального обеспечения.

Главной проблемой реализации процесса высоколокальной модификации является необходимость применения одного и того же ближнеполевого микрозонда для диагностики и модификации. Это, в свою очередь требует использования минимальных значений СВЧ сигнала при диагностике и достаточно высоких при модификационном воздействии.

В этом плане перспективным представляется использование устройств формирования усиленных импульсных сигналов на основе микроволновых резонаторных накопителей [3]. Такие устройства позволяют от генераторов непрерывного микроволнового излучения невысокой мощности получать импульсные сигналы с амплитудой на порядки превышающей сигнал генератора и управлять их параметрами.

Список использованной литературы:

1. Chen, L.F. Microwave Electronics: Measurement and Materials Characterization / L.F. Chen, C.K. Ong, C.P. Neo, V.V. Varadan, V.K. Varadan – John Willy & Sons, Ltd, 2004. – 537 p.

2. Bondarenko, I.N., Bendeberya, G.N., Galat, A.B., Gorbenko, E.A. The local microwave heating // Telecommunications and Radio Engineering. Begell Hous, Inc., NY, (USA). – 2019. – Vol. 78, N 11. pp.1005-1013.

3. Bondarenko I.N., Gorbenko E.A. Formation of powerful microwave pulses using resonator storage // Telecommunications and Radio Engineering Begell Hous, Inc., NY, (USA). – 2018. – Vol. 77, N 15, pp.1311-1319.

**ПРО ОСОБЛИВОСТІ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НАДШИРОКОСМУГОВИХ
РАДІОІМПУЛЬСІВ У НЕЛІНІЙНИХ ДИСПЕРСНИХ
ТА ДИСИПАТИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

Юнусов Е.Е.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Грицунов О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: yunusov.elman@gmail.com.

Prospective techniques for the numerical modeling of ultrawideband radio pulse propagation in the regular nonlinear electrodynamic systems with arbitrary dispersion characteristics and frequency-dependent attenuations are described. The numerical methods are based on the solving the generalized wave equation in both the Fourier and D'Alembert approaches. Two- and three-layer explicit and implicit second-order approximation schemes are constructed. Problems of the algorithm stability as well as the accuracy of the simulation patterns are discussed. The results may be useful for development and optimization of new microwave and optoelectronic devices.

У доповіді розглянуто методіку та попередні результати моделювання проходження надширокосмугових електромагнітних імпульсів через нелінійні дисперсні та дисипативні середовища за допомогою спеціально розроблених чисельних алгоритмів, що враховують довільну форму дисперсійної характеристики середовища та частотну залежність коефіцієнту загасання.

Теорія та техніка надширокосмугових сигналів у наш час інтенсивно розвиваються у зв'язку як з військовими потребами (когерентна радіолокація, радіолокація з синтезованою апертурою), так і з загальносуспільними (розгортання систем стільникового зв'язку поколінь 5G та 6G, системи орієнтування безпілотних автомобілів та ін.).

Враховуючи виключну технічну значимість проблеми, робилися неодноразові спроби побудувати аналітичну теорію розповсюдження коротких відео- та радіоімпульсів у дисперсних середовищах. Однак суттєвих успіхів було досягнуто лише для лінійних середовищ [1]. У той же час, найбільш практично важливим є аналіз проходження надширокосмугових імпульсів крізь пасивні та активні нелінійні системи.

Єдино можливим на сьогоднішній день методом розрахунку соленоїдального електромагнітного поля вимушених коливань (хвиль) з широким спектром частот у протяжних нелінійних системах є прямий чисельний метод розв'язання неоднорідних хвильових рівнянь в певному об'ємі з заданими геометричними та електрофізичними параметрами. Як альтернативу, можна використовувати спектр власних функцій такої

системи та частотні залежності хвильових чисел та коефіцієнтів загасання нормальних мод [2]. Для чисельного моделювання проходження електромагнітних імпульсів з широким спектром через протяжну нелінійну систему може бути використана відома методика розрахунку нестационарних полів [3, 4]. На вході електродинамічної системи виконується Фур'є-синтез електромагнітного поля, на виході – його Фур'є-аналіз. Узагальнене неоднорідне хвильове рівняння інтегрується дво- або тришаровим методом з можливістю збільшення порядку апроксимації у разі необхідності більш точно апроксимувати дисперсійну характеристику системи. Нелінійність середовища враховується шляхом введення у розгляд збуджуючого струму у правій частині хвильового рівняння.

Особливу увагу приділено проблемам стійкості та коректності отриманих чисельних розв'язків. Встановлено, що з цієї точки зору перевагу у будь-якому разі мають неявні кінцево-різницеві схеми [5]. Незважаючи на дещо більшу їх обчислювальну складність, відсутність необхідності виконувати умову Куранта дає широкий простір для варіації вихідних параметрів розрахункової моделі. Вирішено також проблему задавання граничних умов на вхідному та вихідному кінцях електродинамічної системи.

В результаті розрахунків зроблено висновок про те, що запропонована методика моделювання проходження радіоімпульсів через нелінійні системи є досить точною, стійкою і надійною, отже, її можна використовувати без додаткової перевірки в областях складної конфігурації. Вона, зокрема, дозволяє виконувати аналіз значень спектральних складових надширококутових сигналів, збуджуваних в нелінійних електродинамічних системах. Розроблену методику можна застосовувати на практиці як складову частину алгоритмів аналізу та синтезу активних та пасивних приладів сучасної НВЧ електроніки.

Література

1. Вайнштейн, Л. А., Д. Е. Вакман. Разделение частот в теории колебаний и волн. М.: Наука, 1983. – 288 с.
2. Шварцбург, А. Б. Видеоимпульсы и непериодические волны в диспергирующих средах (точно решаемые модели) // Успехи физических наук. 1998, т. 168, № 1. С. 85-103.
3. Semenets, V., M. Kopot, A. Gritsunov, I. Bondarenko, and E. Yunusov. On the theory of a pulse microwave-pumped laser // 8th Int. IEEE Conf. on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL'2019), Sozopol, pp. 1-4, 2019.
4. Семенець, В. В., М. А. Копоть, О. В. Грицунов, І. М. Бондаренко, Е. Е. Юнусов. До теорії імпульсного лазера з НВЧ-накачуванням // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2019, вип. 199. С. 97-103.
5. Самарский, А. А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1983. – 616 с.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ НА БАЗІ ARDUINO

Сухін В.В.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Фролова Т.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-61)
e-mail: viktor.sukhin@nure.ua.

In this work, we consider the control system of solar panels, which consists in adjusting their angle of inclination relative to the Sun. It includes sensors that will track the position of the sun; engines that rotate the solar panel, and the Arduino platform, which acts as the main control element.

В наш час дуже велике поширення набули розумні технології, які дозволяють людям керувати автономно з мінімальним чи без втручання людини, наприклад як розумний дім, автомобільний автопілот, автоматизація в агропромисловості – розумні теплиці, та ін. Як зрозуміло розумні технології увійшли майже в усі сфери промисловості, транспорту та побуту. Одна з сфер застосування автономних технологій є сонячна енергетика.

Ця сфера за останні десять років набула велике поширення як один з перспективних способів добування електроенергії, особливо в країнах з великої інтенсивністю Сонця, як Австралія, Африка, Єгипет та деякі штати Америки.

Сонячні панелі для ефективної їхньої роботи мають бути встановлені так, щоб на них падало як найбільше сонячних променів упродовж дня. Зазвичай для вирішення цієї проблеми сонячні панелі розташовують під кутом щодо вектора падіння світла ($\approx 90 \pm 15^\circ$) і є унікальним для кожного регіону и сезону року, як наприклад, навесні і восени кут панелі дорівнює значенню широти місцевості, а взимку додають $10 - 15^\circ$. Усе це необхідно робити для кожної окремої сонячної панелі, бо навіть на одній невеликій сонячній фермі буде різним кут падіння для кожної панелі.

Саме технології автоматизації допомагають скорегувати положення сонячної панелі відносно сонячних променів. Це можна реалізувати за допомогою давачів які будуть реєструвати коефіцієнт падіння фотонів на площину фотоелемента і будуть відстежувати кут падіння променів Сонця, та його положення. Автоматизація цього процесу заощадить багато часу та покращить ефективність роботи сонячних елементів.

Для виконання управління кожною окремою панеллю пропонуємо використовувати платформу Arduino, яка через свою простоту, невисоку вартість і велику різноманітність плат розширення стає одним з найкращих альтернатив професійному обладнанню, таким як сонячним трекари

системи ZRT вартістю починаючи з 2000 доларів, чи AS-Sunflower вартістю 5000 доларів і більше .

Плати розширення, що підключаються до основної плати Arduino за допомогою шилдів (shield) саме і забезпечують багатофункціональність та можливість використання цієї платформи для управління сонячними панелями.

Arduino може взяти на себе кілька процесів не перевантажуючи себе. Програмування на цій платформі засновано на самій базі C++, так що вона не викликає багато труднощів при програмуванні.

Для спрощення управління системою можливо використовувати Arduino Ethernet Shield (для підключення до локальної мережі та її управління), Arduino Motor Shield (для керування двигунами які будуть рухати сонячну панель), GPS-модуль, Bluetooth-модуль та Wi-Fi-модуль, які забезпечать дистанційне керування (рис. 1). Підключивши до основної плати датчикі положення Сонця і сонячні панелі буде можливо скорегувати їхнє положення відносно Сонця.

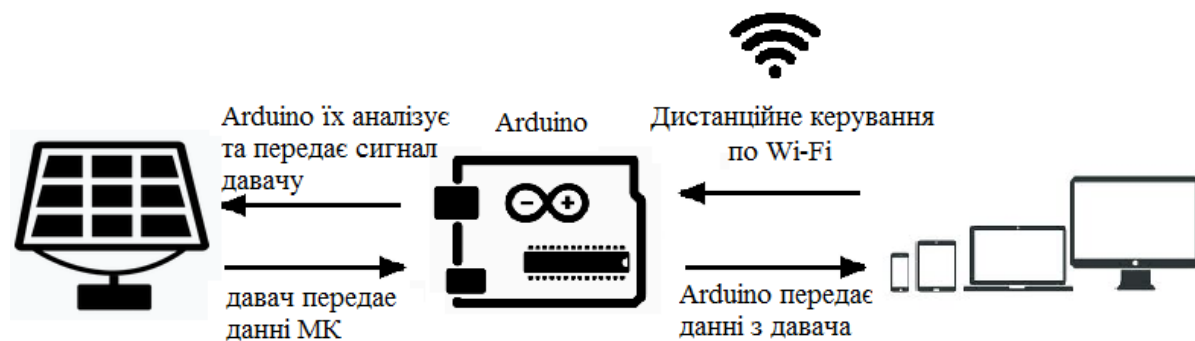


Рис. 1 – Схема управління сонячною панеллю

На рис. 1 наведено схематично схему керування сонячною панеллю за допомогою Arduino. Цю систему керування в подальшому можна буде розширювати, додаючи інші функції.

Список джерел:

1. Петин В.А., Биняковский А.А, Практическая энциклопедия Arduino. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 152 с.

2. Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007. – 222 с.

ПОЛПШЕННЯ ДОВГОСТРОКОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВІ ПЕРОВСКІТА

Позднякова А.О.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Фролова Т.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: anechka.pozdnyackowa@gmail.com

Perovskite is considered as a photoactive material for solar cells. Modern perovskite solar cells have a number of advantages relative to silicon, among which are flexibility, ease of manufacture, a wide range of light absorption $550 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$, etc. But there is a main disadvantage of perovskite - this is long-term instability. The main methods for overcoming this problem for perovskite, both for internal instability and for external, were analyzed.

Через збільшення прагнення до використання поновлюваних джерел енергії сонячна енергія набуває все більшої популярності. У 2018 році загальне споживання енергії в світі складало приблизно $595,8 \cdot 10^{18}$ Дж. Тим часом, загальна річна сонячна енергія, яка падає на Землю, оцінюється у $1,575 - 49,837 \cdot 10^{18}$ Дж. Тому очевидно, що Сонце забезпечує більш ніж достатньо енергії для задоволення глобальних потреб в енергії. У сонячній енергії набагато більший потенціал для задоволення потреб в енергії, ніж у інших поновлюваних джерел [1].

Сонячні панелі складаються із сонячних елементів, що перетворюють сонячну енергію в електричну. Більшість елементів на сьогодні виробляються із кремнію, оскільки він є найбільш вивченим матеріалом. Кремній має ефективність 25,3% і був першим матеріалом, який досяг комерційного ринку [2].

Однак головним напрямком для розширення потенціалу галузі є застосування нових матеріалів, виробництво яких може бути дешевшим, а ККД не гіршим, наприклад, перовскіт (рис. 1). Сонячні елементи на основі перовскіта знаходяться на передовій розвитку відновлюваних джерел енергії. Здатність перетворювати сонячне світло в електричний струм такими елементами була відкрита зовсім недавно, в 2009 році. Однак, за невеликий проміжок часу, що пройшов з тих пір, ККД сонячних елементів на основі перовскітів збільшився з 3% до 22%. На відміну від кремнієвих, сонячні елементи на основі перовскітів мають явні переваги:

1. Простота отримання і виготовлення;
2. Можливість роботи в невеликій лабораторії без використання дорогого і громіздкого обладнання;
3. Мала вага конструкції;
4. Здатність поглинати сонячне світло в широкому діапазоні довжин хвиль $550 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$;
5. Напівпрозорість та гнучкість.

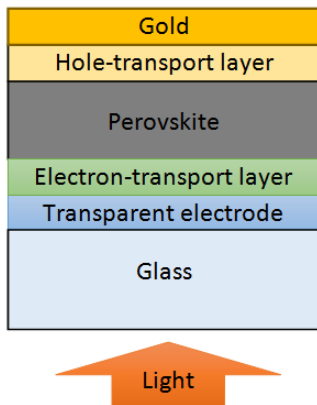


Рисунок 1. Схема тонкоплівкової комірки сонячного елемента перовскіту

У зв'язку з описаними вище перевагами сонячні елементи на основі перовскіта є відмінною альтернативою вже існуючим сонячним елементам на основі кристалічного кремнію за рахунок кращого співвідношення ціни і якості [3].

Найбільша проблема в області перовскітів в даний час – довгострокова нестабільність. Це відбувається через розкладання за участю зовнішніх чинників, таких як вода, світло і кисень, а також в результаті внутрішньої нестабільності, за рахунок руйнування при нагріванні через властивості матеріалу. Для поліпшення внутрішньої стабільності було запропоновано кілька стратегій. По-перше, використання систем зі змішаними катіонами (наприклад, шляхом включення неорганічних катіонів, таких як рубідій або цезій), що також покращує ККД. По-друге, використання пасивації поверхні і поєднання двошарових перовскітів зі звичайними тривимірними перовскітами. Завдяки цьому методу значно поліпшилася стабільність перовскітів з моменту їх першого введення, і час життя вже наближається до промислових стандартів – останні роботи показали, що комірки здатні витримувати 1000-годинну вологість теплового тесту [4].

Для підвищення зовнішньої стабільності головним засобом є герметизація елементів. Цей метод полягає у розташуванні елемента в епоксидній смолі, що твердішає за рахунок УФ-випромінення, після чого, елемент герметизується за допомогою накривного скла.

Таким чином, підвищення стабільності сонячних елементів на основі перовскіта є однією з найбільш актуальних проблем, з якими стикається галузь в даний час.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ушаков В.Г. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / В.Г. Ушаков. – Новочеркасск: НГТУ, 1994. – 120 с.
2. Поулук В., Либра М., Стребков Д.С., Харченко В.В. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии. Теория и практика использования солнечной энергии. —М.: ГНУ ВИЭСХ, 2013. —324 с.
3. Шамин А.А., Печерская Е.А. Получение и исследование пленок перовскита // Молодой ученый. — 2017. — №4. — С. 82-85.
4. Bush, Kevin A. et al. 23.6%-Efficient Monolithic Perovskite/silicon Tandem Solar Cells with Improved Stability. Nature Energy, 4 (February 2017): Vol. 2, p. 1-17. DOI: 10.1038/nenergy.2017.9

ФОТОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ LED ИСТОЧНИКОВ

Маковская Е.Г.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Бондаренко И.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки,14, каф. Микроэлектроники,
электронных приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: elena1makovskaya@gmail.com, тел. +380635226202

One of the factors on which the quality of vision depends is the share of blue in the spectrum, since blue is more significantly scattered in the optical medium than yellow or red light. In the optical system of the eye, blue light is scattered more strongly and this is perceived as a decrease in visual acuity. In this paper, it is proposed to increase the photobiological safety of the considered light sources on the basis of traditional LED modules, in which additional modules with a radiation spectrum partially filling the gap are used to reduce the dip in their spectral characteristics. Although this solution seems obvious, the criteria for calculating the necessary ratio of the number of white and additional color modules are unclear.

Защитные функции сетчатки глаза адаптированы к условиям солнечного света и основным механизмом защиты является сужение зрачка, реагирующего на интенсивность в максимуме спектра излучения солнца в области 480 нм.

Спектр излучения светодиодов белого света, основанных на люминесценции излучения LED кристалла, имеет характерный выброс в синей области спектра (445-460нм), так называемый “Blue peak” и провал в голубой области (480 нм). Провал на 480 нм, которого нет в солнечном спектре, приводит к неадекватной реакции зрачка на освещенность: происходит увеличение площади зрачка, а значит и «фотобиологической» опасности избыточной мощности в синей части спектра.

Одним из факторов, от которого зависит качество зрения - это доля синего в спектре, поскольку синий рассеивается в оптической среде значительно, чем желтый или красный свет. В оптической системе глаза синий свет рассеивается сильнее и это воспринимается, как снижение остроты зрения [1].

Существует международная сертификация Eye Safety, построенная на анализе спектра излучения. Она определена в международном стандарте CIE S 009:2002 и учитывает факторы воздействия на глаза и кожу, описанные в стандарте IEC/EN 62471. Наивысшему уровню No Risk соответствуют источники, не представляющие «фотобиологической» опасности для человека. Уровень RG1 (Low Risk) означает, что риск отсутствует при обычном повседневном использовании. Уровень RG2

(Intermediate Risk) означает, что риска нет, но возможны неприятные ощущения из-за яркого света или теплового воздействия. Наконец, уровень RG3 (High Risk) указывает на то, что источник света опасен даже при кратковременном воздействии.

По отмеченным выше особенностям спектра излучения осветительные светодиодные модули относятся к уровню RG3. Чем меньше провал в спектре на 480 нм по отношению к величине пика в синей области, тем дольше можно находиться в световой среде, формируемой искусственными источниками с таким спектром.

В данной работе предлагается повышение фотобиологической безопасности рассматриваемых источников света осуществлять на основе традиционных LED модулей, в которых для уменьшения провала в их спектральной характеристике используются дополнительные модули со спектром излучения, частично заполняющим провал. Хотя такое решение представляется очевидным, неясны критерии расчета необходимого соотношения количества белых и дополнительных цветных модулей.

Существующий рынок комплектующих осветительной светодиодной продукции позволяет, используя широкий ассортимент теплопроводящих подложек, LED модулей различной мощности и типоразмера, драйверов, рассчитывать и конструировать светодиодные заказные осветительные приборы любой мощности и с произвольным спектром излучения.

Хотя индекс цветопередачи светодиодного осветителя с дополняющим спектр LED модулями снижается, его можно использовать в ситуациях, когда безопасность для зрения предпочтительнее, чем точная цветопередача. В качестве примера можно назвать длительную работу с печатными документами или создание фоновой световой среды в помещении, где постоянно пребывают люди. Современный энергосберегающий подход к организации искусственного освещения помещений предполагает наличие локального освещения на рабочем месте, формирующего адекватную цветовую картину, и общей фоновой подсветки для уверенного передвижения.

Предлагаемый способ повышает фотобиологическую безопасность спектра LED осветителей до уровня естественного освещения и не увеличивает суммарную долю мощности излучения в области $\lambda \leq 450$ нм, опасную для зрения.

Список использованной литературы:

1. Зак П.П., Островский М.А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков // «СВЕТОТЕХНИКА», 2012, № 3 С. 4-5.

КВАНТУВАННЯ ЕНЕРГІЇ НОСІЇВ У АКТИВНІЙ ОБЛАСТІ РЕЗОНАНСНО-ТУНЕЛЬНОГО ДІОДУ

Яцун К.С.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Пащенко О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки електронних
приладів та пристроїв, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: deadwoldi@gmail.com т. 0997630809

This work is devoted to the modeling of frequency characteristics of resonant tunneling diode based compound semiconductor GaAs, presented in mathematical form.

У загальному випадку резонансно-тунельний діод являє собою періодичну структуру, яка складається з послідовно розташованих квантових колодязів, розділених потенційними бар'єрами, з електричними контактами до двох крайніх протилежних областях.

По обидві сторони від вузькозонного напівпровідника у місцях металізованих контактів між шарами широкозонного і вузькозонного напівпровідника виникають гетеропереходи, які формують на енергетичній діаграмі квантово-розмірної структури потенційні бар'єри для електронів у зоні проводи мості та для дірок у валентній зоні. Енергетичні висоти потенційних бар'єрів у кожній зоні обумовлені розривами границь зон, за рахунок різниці енергії заборонених зон та енергії електронної сумісності контактуючих матеріалів. При цьому, якщо хімічний склад бар'єрних шарів різний для обох бар'єрів по обидві сторони вузькозонного матеріалу, то відповідно будуть відрізнятися і висоти бар'єрів для кожного типу часток (електронів і дірок) на металізованих границях шарів.

Правило Міллера для кожного потенційного бар'єра можливо вважати справедливим і для умов для обраної трьохбар'єрної структури та може бути записано як:

$$\begin{aligned}\Delta E_{g1} &= E_g(\text{Al}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As})E_g(\text{GaAs}), \\ \Delta E_{g3} &= E_g(\text{Al}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}) - E_g(\text{GaAs}).\end{aligned}$$

Енергія електронів та енергія квазічасток на енергетичній діаграмі трьохбар'єрної квантово-розмірної структури, обмеженою несиметричними потенційними бар'єрами різної енергетичної висоти, відраховується, як і на зонній діаграмі об'ємного напівпровідника. Енергія електронів відраховується від нижчої точки зони проводимості "вгору" по осі енергії, а енергія дірок відраховується від вищої точки валентної зони "вниз". Тому енергетична схема задачі по виявленню власних значень і власних функцій часток не залежать від типу часток і енергетичної зони, змінюються тільки ефективні маси.

Процес формування реальної та мнімої частини хвильової функції, а також квадрата її модуля у процесі падіння часток на бар'єр зі збільшенням енергії падаючої частки.

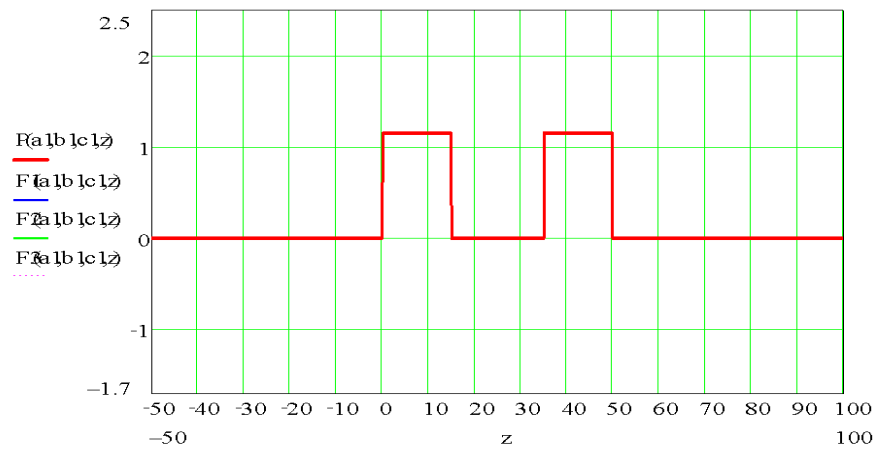


Рисунок 1 – Границя зони провідності активної області резонансно-тунельного діоду

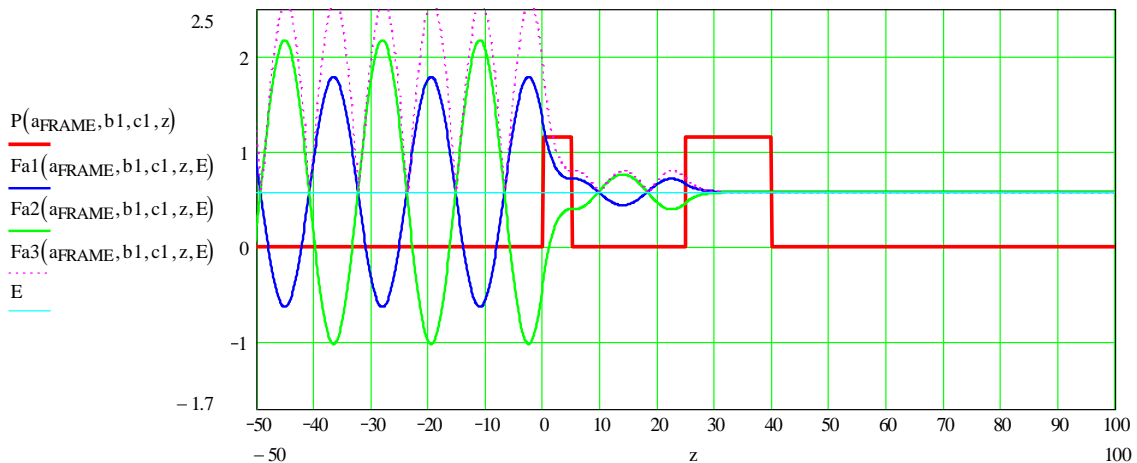


Рисунок 2 – Реальна та уявна частина хвильової функції частинки

На рисунку 2: $P(a_1,b_1,c_1,z)$ – границі зони проводи мості, $F_1(a_1,b_1,c_1,z)$ – реальна частина хвильової на фоні енергетичної діаграми, $F_2(a_1,b_1,c_1,z)$ – уявна частина хвильової функції на фоні енергетичної діаграми, $F_3(a_1,b_1,c_1,z)$ – квадрат модуля хвильової функції на фоні енергетичної діаграми.

Список джерел

1. Абрамов И.И. Комбинированная модель резонансно – туннельного диода / И.И. Абрамов, И.А. Гончаренко, Н.В. Коломейцева. – М.: Техносфера, 2007. – 1358 с.
2. Москалюк В.А. Сверхбыстродействующие приборы электроники / В.А. Москалюк, В.И. Тимофеев, А.В. Федяй. – К.: НТУУ «КПИ», 2012. – 479 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ТАНДЕМНИХ ФОТОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ПЕРОВСКІТІВ

Білоус В.В.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Галат О.Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: d_meda@nure.ua, факс (057) 702-11-13

The article presents a comparative analysis of approaches to computer modeling of solar photoconverters containing tandem heterostructures based on perovskites, as well as combinations of perovskites and single-crystal silicon layers. Experimental studies of such structures prove that they can become a real alternative to silicon solar cells in electrical, technological and economic indicators. The main objective of the work is to adequately calculate the effectiveness of such structures, taking into account the loss factors and finding the optimal layer thicknesses of the simulated structure in terms of efficiency, U_{cc} , I_{sc} .

Останні роки експериментальних досліджень у галузі сонячних фотоперетворювачів чітко виявили тенденцію різкого зростання інтересу до тандемних структур з використанням перовскітів. Ефективність багатошарових структур на основі гетеропереходів $FA_{0.75}Cs_{0.25}Sn_{0.5}Pb_{0.5}I_3/FA_{0.83}Cs_{0.17}Pb(I_{0.5}Br_{0.5})_3$ за даними авторів [1], досягає 20% і більше, що у комбінації з технологічністю та низькими витратами на виготовлення дає можливість уперше відзначити дійсного конкурента кремнієвим монокристалічним сонячним батареям. Такі структури відзначаються також високою температурною стабільністю та стійкістю до атмосферних впливів.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз ефективних засобів моделювання вищезгаданих складних структур та оцінка їх можливостей щодо виявлення оптимальних конфігурацій та послідовностей шарів у структурі фотоперетворювача, а також відповідного складу матеріалу шарів перовскіту.

У тандемних конфігураціях, що комбінують звичайний монокристалічний Si та шари перовскіту ключовим моментом є спосіб складання всіх шарів [2]. Підхід з чотирма контактами має механічну проблему, оскільки він просто розміщує один фотоперетворювач над іншим. Кожна структура оптимізована у своєму власному діапазоні, але для витягу зарядів з кожного потрібно більше контактних шарів, що призводить до значних оптичних втрат. З іншого боку, двоконтактний варіант спрощує структуру і зменшує кількість виводів. Однак у цьому випадку обов'язковим є пошарова відповідність. Фотогенерований струм у верхній структурі повинен відповідати струму з нижньої, інакше в процесі

генерації виникнуть втрати струму. Незважаючи на ці побоювання, до цієї конфігурації виникає все більший інтерес. Зазвичай для оцінки ефективності структури фотоперетворювача необхідно розрахувати напругу холостого ходу U_{sc} , струм короткого замикання I_{sc} , та ККД структури. Для моделювання процесів, що відбуваються в напівпровіднику при опроміненні сонячним випромінюванням, використовувалась програма SCAPS 3.3.0.7 [3], яка спеціально розроблена для детального моделювання сонячних фотоелементів. SCAPS дозволяє отримувати ВАХ, ємнісні характеристики, зонні діаграми, отримувати залежності будь-яких параметрів від щільності дефектів, напруги, температури, потужності і спектру випромінювання та багато іншого [3].

Отримані результати свідчать про те, що дана модель може використовуватися для оптимізації параметрів сонячних фотоперетворювачів, в тому числі $FA_{0.75}Cs_{0.25}Sn_{0.5}Pb_{0.5}I_3/FA_{0.83}Cs_{0.17}Pb(I_{0.5}Br_{0.5})_3$ з метою досягнення максимального ККД, мінімальних витрат матеріалів у виробництві та виборі оптимальної конфігурації гетеропереходу. Суттєвою проблемою є отримання вихідних характеристик поглинання та електрофізичних параметрів матеріалів, що використовуються.

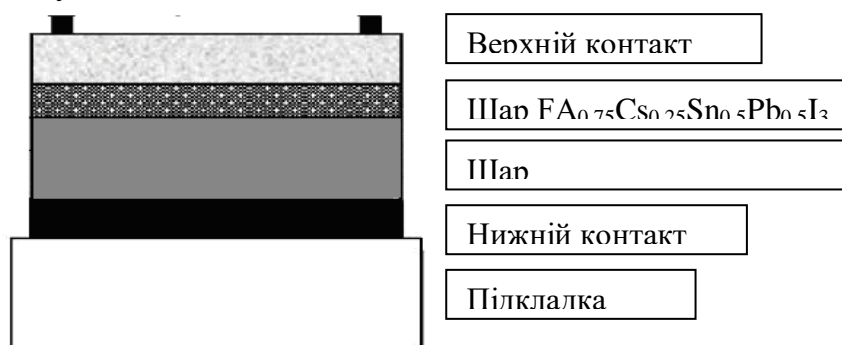


Рисунок 1 – Структура, що моделюється

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Giles E. Eperon, et al. Perovskite-perovskite tandem photovoltaics with optimized band gaps// Science 18 Nov 2016: Vol. 354, Issue 6314, pp. 861-865.
2. Elshorbagy, M.H., López-Fraguas, E., Chaudhry, F.A. *et al.* A monolithic nanostructured-perovskite/silicon tandem solar cell: feasibility of light management through geometry and materials selection. // *Sci Rep* **10**, 2271 (2020).
3. Galat A.B., Bilous V.V. Calculating of solar cell absorption efficiency and energy characteristics // X International Scientific Conference “Functional Basis of Nanoelectronics” Collection of Scientific Works. – Kharkiv, 2019. – PP. 160-163.

ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ОСНОВА ДИНАМІЧНОГО ОНОВЛЕННЯ ЗМІСТУ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

Пятайкіна М.І.

Науковий керівник – д.т.н., проф. каф. МЕЕПП Стрілкова Т.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв, тел. (057) 702 13 62)

e-mail: mariia.piataikina@nure.ua

The purpose of the article is to promote the mobility of students and teachers. This paper describes the problems of modern technical education and the method of their solution – remote technologies. The use of dyscynthic technologies will help to update the content of technical education.

Швидкі темпи розвитку соціальних, інформаційних та комп'ютерних технологій вимагають від студента опанування неймовірно великої кількості інформації. В сучасних умовах студенти та викладачі повинні мати мобільність при опанування інформації. Підвищення мобільності може ґрунтуватися на постійному оновленні змісту освіти, що спирається на швидкий зріст технічного прогресу. Повне або часткове використання сучасних дистанційних технологій дозволить підняти рівень вищої освіти на якісно новий рівень [1], що в значній мірі залежить від відстеження сучасного розвитку технологій. Це дозволить випускати конкурентоспроможних фахівців, які будуть не тільки поспівати за сучасними темпами розвитку науки та техніки, але й випереджати його.

Мета роботи – підвищення наукової мобільності студентів та викладачів в галузі технічної освіти за рахунок впровадження методів дистанційних технологій та можливістю оновлення змісту освіти.

У роботі [2] було проведено анкетування студентів, яке показало, що більшість використовує усесвітню комп'ютерну мережу для пошуку необхідної інформації, орієнтуючись в першу чергу на швидкість пошуку інформації. В своєму дистанційному курсі викладач має змогу зібрати необхідні підручники, наукові статті, робити посилання на зовнішні ресурси. Це дозволяє студентам отримати якісну інформацію та завжди бути в курсі всіх подій, які відбувається у технічній галузі. Важливо проблемою в технічних науках, особливо для іноземних студентів, є використання термінів у різних дисциплінах, через що студентам важко сприймати лекційний матеріал. Завдяки грамотно підібраним інформаційним ресурсам, можна покращити цю ситуацію. Для студентів технічних спеціальностей, які навчаються очно, використання повністю дистанційного курсу в рамках технічних дисциплін є неможливим. Це пов'язано з виконанням практичних та лабораторних робіт, які в більшості мають виконуватися на реальних приборах та установках, а в віртуальних лабораторіях використовують ідеальні. Деяких дистанційні платформи вже мають віртуальні лабораторії, але для технічних дисциплін зазвичай їх доводиться спочатку створити. Тому для більш якісного засвоєння матеріалу дисципліни слід об'єднати заняття, дистанційні (які студент

може виконати без додаткового обладнання) та очні заняття. Лекційний матеріал та деякі практичні завдання слід давати студентам на самостійне вивчення, а для запитань, що з'явилися під час опрацювання матеріалу використовувати он-лайн консультації, внутрішній чат в дистанційному курсі або форум, які можна створити для обговорення конкретної теми. Також використання комбінованої форми навчання обумовлено неможливістю перевірки хто дійсно виконує завдання. Тому контрольні роботи та семестровий контроль (залік або екзамен) теж треба виносити на очні заняття. Безпосереднє спілкування викладача зі студентом дає змогу перевірити реальні знання студента. Завдяки використанню комбінованого навчання можна перевірити знання студента різними способами: письмові контрольні роботи, тести, робота з обладнанням. Також в дистанційних курсах можна зробити оцінюваними форуми, де студенти обговорюють конкретне питання, анкети та ін. Для студентів, що навчаються на заочній формі найкращим буде використання дистанційних технологій у повній мірі, коли студент повинен і працювати і навчатися одночасно. Сучасні технології он-лайн навчання мають багато переваг: постійний зв'язок студентів з викладачем; об'єднання підручників, наукових статей, посилань на зовнішні ресурси для вивчення дисципліни в одному місці; он-лайн консультації; можливість швидкого сповіщення студентів; наявність електронного журналу (студент сам контролює свою успішність); використання віртуальних лабораторій; наявність інтерактивних елементів. Використання різноманітних інтерактивних елементів в он-лан курсах дозволяє підвищити інтерес у студентів до навчання. Це може бути використання різних заохочувальних відзнак, проходження різних рівнів на кшталт як в комп'ютерних іграх, використання різних імітаційних ігор та багато іншого. Але й на ряду з перевагами системи дистанційного навчання мають і недоліки: неможливість перевірки хто робить завдання, створення віртуальної лабораторії (для повністю дистанційного курсу).

В доповіді основну увагу приділено методикам оновлення інформаційного забезпечення студентів на кожен вид занять, методикам об'єднання загальних знань зі спеціальностей, що в свою чергу сприяють зміцненню міждисциплінарних зв'язків, методикам відстеження термінології курсового викладання та методикам комбінації теоретичної та практичної частини дисципліни.

Література:

1. Третьякова Ю.В. Застосування технологій дистанційного навчання для підвищення якості засвоєння навчального матеріалу/Збірник наукових праць К-ПНУ ім. І.Огієнка.2013, Вип. 19. – С.706-715.
2. Стрількова Т.О., Шмідт А.О. Вплив інформаційних цифрових технологій на якість сучасної технічної освіти / Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції, 2019.

РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРИЙМАЛЬНО-ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОПТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ В КВЕСТ-КІМНАТАХ

Хроменко А.Г.

Науковий керівник – ас. каф МЕЕПП, Калмиков О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057)702-14-84)

e-mail: artem.khromenko@gmail.com

The theme of this work is to improve the quest of the game Lasertag, by improving the design of optical vending machines and vests-targets. Development of algorithm for software filtering of signals - shots to minimize optical interference. The result of the work is to obtain the most realistic game, with the effects of the shot, long sighting range, point impressions of the targets, etc.

Нерідко у студентів виникає нагальне питання - «чим зайнятися у вільний від навчання час»? На допомогу приходять популярна останнім часом квест - гра «Лазертаг» (Lazertag). Лазертаг або лазерний пейнтбол - динамічна тактична гра, в якій постріли імітуються безпечним ІЧ променем, а потрапляння фіксується датчиком на одязі гравця.

У типовій конструкції оптичних автоматів для квест-гри Lasertag у якості оптичного випромінювача використовується ІЧ світло діод. Фактом влучання є фіксація променя від зброї оптичними датчиками на одязі гравця-мішені. Виникають недоліки, а саме: мала відстань прицільного пострілу, неможливість точкового враження супротивника за рахунок поганої сфокусованості оптичного промінню і формуванні великого радіусу світлової плями на об'єкті. Також відбувається враження одразу всіх супротивників при пострілі у стелю – оптичний промінь має значну потужність за для збільшення відстані враження, і за таких умов інтенсивності відбитого сигналу вистачає для фіксації влучань у мішені.

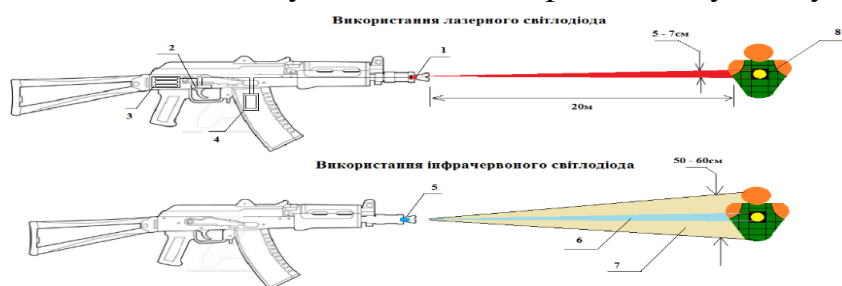


Рисунок 1 – діаграма спрямованості оптичних автоматів за використанням лазерного та ІЧ світло діода.

Метою роботи є вдосконалення квест-гри, а саме удосконалення оптичних автоматів з використанням лазерного джерела випромінювання видимого спектру замість інфрачервоного світло діоду.

В докладі розглядаються питання підвищення точності та дальності дії оптичного автомату для квест-гри шляхом використання в якості

оптичного випромінювача лазерного діода. Запропонований програмний алгоритм фільтрації оптичної перешкоди високої інтенсивності, що має мале обчислювальне навантаження, і здатний таким чином бути реалізований на малопотужних мікроконтролерах.

Переваги лазерного діода: сфокусованість - дозволяє виконувати вибіркові, точкові постріли, завдяки яким можна фіксувати ступінь ураження супротивника; помірна потужність - відбиття від перешкод має дифузійний характер, тому випадкові відбиття променю на мішені фіксуватися не будуть; візуальний ефект - оптичний слід пострілу у сутінках має вигляд пострілів трасуючими набоями; значна відстань прицільного пострілу. Використання лазерного діода у якості випромінювача в оптичному автоматі робить неможливим подальше використання ІЧ оптичних датчиків на жилетах – мішенях, так як оптичний фільтр на них не розрахований на фіксацію видимого світла.

Запропоновано використати замість ІЧ датчиків – ширококутові оптичні датчики, але с застосуванням програмної фільтрації сигналів. Однак у зв'язку з особливостями сценаріїв та тематики квест-кімнат застосовується значна кількість візуальних ефектів, це стробоскопи, спалахи яких дезорієнтують гравців та імітують вибухи снарядів, зміни освітленості локацій, та врешті рещт природній фон освітлення. Всі ці фактори створюють значну оптичну перешкоду для ширококутового оптичного датчика. Уможливорює описану модернізацію застосування алгоритму програмної (частотної) фільтрації [1], а саме використання випромінювання з частотою модуляції значно вище частоти оптичної завади. Як в якості модулятора так і в якості приймача сигналу використано мікро контролер моделі LoLin NodeMcu v3 на чипі ESP8266. Програмну частину приймання та фільтрації реалізовано на мові Lua [2].

Застосувавши алгоритм програмної фільтрації отримуємо стабільну фіксацію тільки лазерного випромінювання, без помилкової реакції оптичних датчиків на інші види випромінювання. Таким чином після проведеної модернізації ми отримуємо максимально реалістичну квест-гру, з наглядними ефектами пострілів, можливість точкового ураження супротивника, відсутність помилкової фіксації від відбитого променю, і головне з безпечну потужність видимого випромінювання.

Посилання

1. М. В. Куликова, и Г.Ю. Куликов „Численные методы нелинейной фильтрации для обработки сигналов и измерений”, *Вычислительные технологии*. Т. 21, № 4, с. 64-98, 2016.

2. NodeMCU Documentation for the [ESP8266 WiFi SOC from Espressif](https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/) [Электронный ресурс]. Доступно: <https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/>

ОСОБЛИВОСТІ РЕЄСТРАЦІЇ СЛАБКОЇ СВІТІННЯ З НЕГАУСОВОЮ СТАТИСТИКОЮ

Калмиков О.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. каф. МЕЕПІ Стрількова Т. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки,14,
кафедра мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв)
e-mail:als1kalmykov@gmail.com

Digital processing algorithms, as a rule, are based on the assumption that the stochastic parameters of the radiation obey the normal distribution. Otherwise, standard algorithms must be adjusted. The report discusses the features of recording weak radiation with non-Gaussian statistics.

Для оцінки можливості побудови систем відео аналізу застосовується комп'ютерне та математичне моделювання, що складається з: формування моделі сигнальної і шумовий складової оптичного випромінювання з різними інтенсивностними значеннями і різними параметрами випадкового розподілу; моделювання процесу реєстрації сигналу; оцінка ефективності реалізації.

Мета. Проведення моделювання процесів реєстрації слабкого світіння, які описуються стійкими законами розподілу.

Інтенсивності випромінювання та завади в таких системах розраховуються виходячи з реальних показників досліджуваних об'єктів. Так для процесів хемілюмінесценції такими є концентрація реагентів, температура реакційної суміші, квантовий вихід, швидкість хімічної реакції. Для оцінки імовірнісних характеристик виявлення, як правило, застосовується апроксимація інтенсивностного та просторового розподілу сигнальної і шумовий складової нормальним законом. Однак, як показано в роботі [1] просторове розташування реакційних частинок відносно області стандартної дифузії можуть відрізнятися від Гаусового і описується стійкими розподілами.

У доповіді обговорюється можливість застосування стандартних алгоритмів виявлення, в разі якщо інтенсивність і просторове положення сигнальної або шумовий складової в системі, яка формує слабе випромінювання, має негаусову статистику. В основі моделювання лежать моделі стандартної і аномальної дифузії.

Нехай інтенсивність світіння біохімічного процесу пропорційно концентрації реагентів. Тоді просторовий розподіл, який формує сигнальні відгуки на ПЗС матриці описується дифузійними законами випадкових блукань. В системі, де ймовірність частки стрибнути на відстань l , де $l \rightarrow \infty$ являє собою функцію розподілу:

$$w(l) = \frac{\beta}{l^{\beta+1}} \quad (l \geq 0, 1 < \beta \leq 2) \quad (1.1)$$

Характерні переміщення частинок складають $l_m = 2^{1/\beta}$. Але ймовірність зробити стрибок, який багаторазово перевищує l_m набагато вище, ніж в разі нормального розподілу, 10^{-4} на віддаленні 4σ від середнього значення проти 10^{-6} [2].

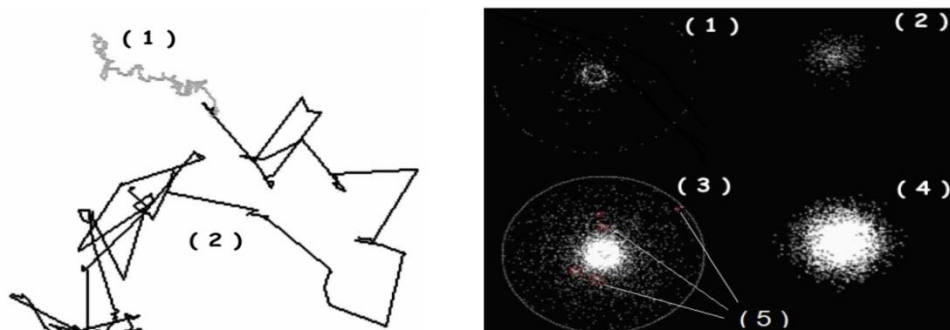


Рисунок 1. а) траєкторії руху частинок стандартної (1) і аномальної (2) дифузії; б) просторовий розподіл енергетичних центрів реакції.

Ймовірність результативного висвітлювання фотона пропорційно кількості угруповань частинок реагенту. Моделювання процесу утворення флуктуацій, де частки реагенту не тільки здійснили стрибок на відстань, що перевищує l_m а й зустрілися там з такими ж частками, утворивши певні енергетичні центри, на зображено рисунку 1.б.

Передбачається, що утворені таким чином, енергетичні флуктуації стають новими реакційними центрами після зменшення концентрації реагентів в колишніх областях. Протягом реакції істинного реакційного центру в системах реєстрації можлива поява аномальних сплесків інтенсивності, що говорить про необхідність коригування алгоритмів виявлення.

Посилання

1. Іванов А.М. «Фрактальная кинетика люминесценции органолюминофоров на поверхности твердых тел и аномальная диффузия молекул и наночастиц на границе с жидкостью», дис. кандидата физико-математических наук, Калининград, 2007

2. Т. Стрілкова, «Розвиток стохастико-детермінованої теорії прийому та обробки сигналів в оптико-електронних системах», дис. доктор., наук, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2017

3. Калмиков О.С Стрілкова Т.О Литюга О.П. „Статистична модель сигналів в оптико електронних системах при реєстрації надслабкого випромінювання” XVIII Міжнародна науково-технічна конференція „Приладобудування: стан і перспективи”, Київ 15-16 травня 2019 р.

**РЕЗОНАТОРНІ ТА ХВИЛЕВОДНІ
НВЧ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ
ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Бондаренко. Д.С.

Науковий керівник – ст. викл. каф. МЕЕПП Бабиченко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: denys.bondarenko@nure.ua.

In our study, a block diagram of installations for diagnostics of electrophysical properties of materials (h , $tg\delta$) by waveguide and resonator methods was presented. The models of the measuring devices studied and the results of calculations of such structures are presented. Resonator methods have been found to be most suitable for the diagnosis of the electrophysical properties of materials, as they have a higher sensitivity compared to waveguide OPs in the range of $tg\delta \approx 10^{-2}$. The use of resonator waveforms makes it easier to diagnose the electrophysical properties of materials, namely, to identify semiconductor and dielectric materials in the microwave field.

Одними з найбільш поширених методів і засобів діагностики напівпровідникових та діелектричних матеріалів є НВЧ резонаторні та хвилеводні методи. Діагностичні установки, основані на цих методах використовуються в дослідницьких лабораторіях, на лініях виробничого циклу і т.п. Такий інструмент є одним з найбільш доступних в даний час. З його допомогою можна здійснювати як неруйнівну діагностику технологічних матеріалів, об'єктів і середовищ, так і процес контролю якості продукції, що випускається [1].

У дослідженні наведено схеми установок для діагностики електрофізичних властивостей напівпровідникових та діелектричних матеріалів (h , $tg\delta$) хвилеводним і резонаторним методами. Наведено моделі досліджених вимірювальних перетворювачів та результати розрахунків. Виявлено, що резонаторні вимірювальні перетворювачі найбільш прийнятні для діагностики, тому що мають більшу чутливість у порівнянні з хвилеводними в області значень $tg\delta \approx 10^{-2}$. Їх застосування дозволяє спростити діагностику електрофізичних властивостей напівпровідникових та діелектричних матеріалів в НВЧ діапазоні довжин хвиль [2].

З урахуванням властивостей досліджуваних матеріалів було промодельовано їх вплив на основні сигнали вимірювальної інформації хвилеводних та резонаторних вимірювальних перетворювачів [3]. На рис.1.2 наведено схеми НВЧ установок для дослідження електрофізичних властивостей напівпровідникових та діелектричних матеріалів.

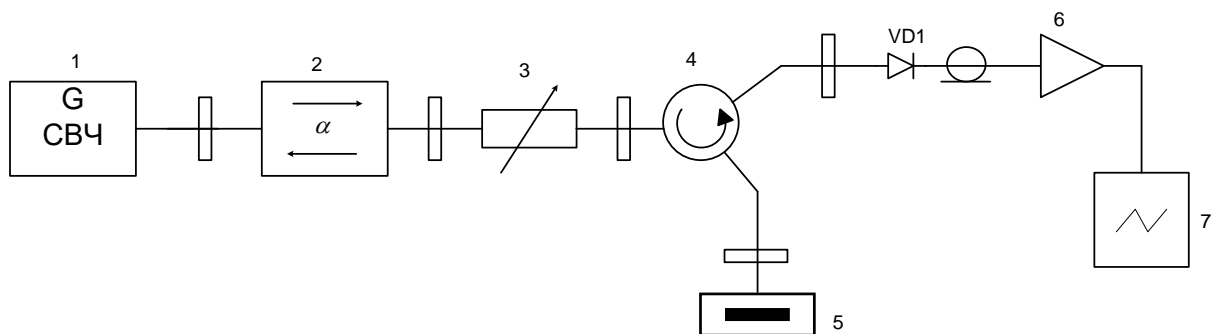


Рисунок 1 – Схема підключення хвильоводного вимірювального перетворювача

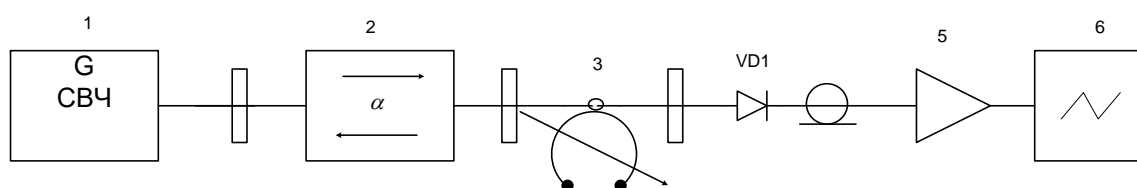


Рисунок 2 – Схема підключення резонаторного вимірювального перетворювача

Використання в дослідженні НВЧ резонатора з можливістю його переналаштування дає змогу застосовувати генератор, що працює на фіксованій частоті, що в свою чергу, забезпечує частотну стабілізацію генератора і, таким чином, можна отримувати більш високу точність вимірювань. Проведено дослідження залежностей S – параметрів для хвильоводного та резонаторного вимірювального перетворювачів, в поле яких внесено зразки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники. Учебное пособие [Текст] / Старосельский В.И. – М.: Юрайт, 2011. – 463 с.
2. Воскресенский Д.И., Канащенко А.И. (ред.) Активные фазированные антенные решетки [Текст] / Канащенко А.И. – Радиотехника, 2004. — 488 с.
3. Белов Л.А. Устройства формирования СВЧ-сигналов и их компоненты [Текст] / Белов Л.А. – М.: МЭИ, 2010. – 320с.
4. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. [Текст] / Джервис Б. – М.: ИД "Вильямс", 2004. — 992 с.

НВЧ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ТА ДІЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ляшенко І.С.

Науковий керівник – ст. викл. каф. МЕЕПП Бабиченко О.Ю
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: ivan.liashenko@nure.ua.

The most common methods and tools for diagnosing materials are based on microwave resonator and waveguide methods. Diagnostic units based on these methods are used in research laboratories, production lines, and the like. This tool is one of the most available nowadays. With its help it is possible to carry out both non-destructive diagnostics of technological materials, objects and environments, as well as the process of quality control of the manufactured products. It should be noted that the inclusion of the sample for such installation is external, which gives a number of advantages over installations with internal inclusion.

Резонаторні та безрезонаторні системи можна застосовувати як при стаціонарній діагностиці дискретних зразків, так і на потоці. Важливим питанням на шляху створення НВЧ вимірювальних перетворювачів з заданими параметрами є постановка та вирішення задач оптимізації датчика за конкретними критеріями. В роботі розглянуті наступні питання: аналіз та порівняння НВЧ резонаторних та хвилеводних методів діагностики електрофізичних параметрів матеріалів; численні методи моделювання НВЧ вимірювальних перетворювачів.

Для якісної діагностики параметрів матеріалу, об'єкту чи середовища, що досліджуються проведено ретельний аналіз НВЧ методів діагностики. Такі установки будуються на основі стандартної вимірювальної та генеруючої НВЧ апаратури, що складається з генератора Ганна, вимірювальної лінії і підсилювача, що підключається при роботі з модульованим сигналом. Схема розташування апаратури при використанні хвилеводного методу зображена на рис. 1. Модуляція НВЧ генератора прямокутними імпульсами (меандр), при якій спектр випромінюваного сигналу близький до монохроматичного, застосовується при дослідженні зразків з малими втратами.

Робота з підсилювачем, особливо при вимірюванні великих значень коефіцієнту стоячої хвилі, вимагає великої обережності через можливість наведення на вхід підсилювача сигналу, що модулює низьку частоту. Усунення цього наведення здійснюється ретельним екрануванням всіх з'єднань, а також проводів силового живлення [2].

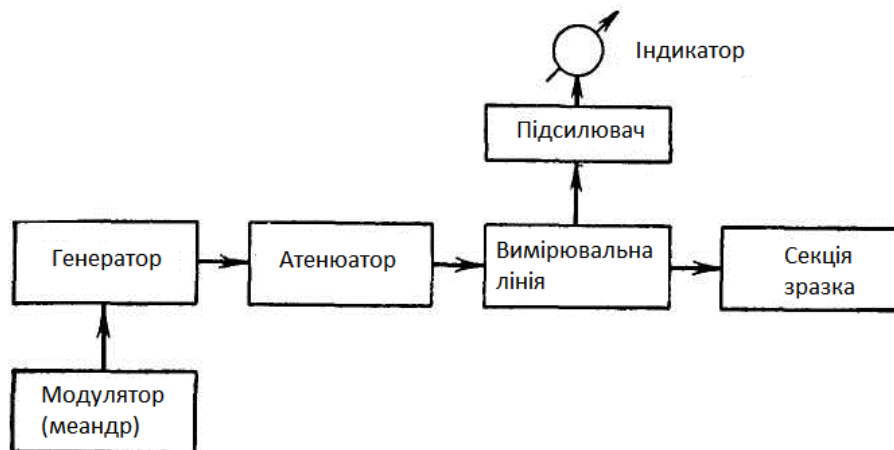


Рисунок 1 – Схема НВЧ установки на основі хвилеводного вимірювального перетворювача

Зменшення робочої частоти при внесенні досліджуваного матеріалу може бути досягнуто шляхом варіювання геометричними розмірами зразка. Зразок при цьому повинен бути розташований в вимірювальному перетворювачі симетрично. При дослідженні зразків слід враховувати, що на поверхнях зразка утворюються поверхневі заряди (що виникають при поляризації діелектрика електричним полем), які спотворюють НВЧ поле тим більше, чим більше значення діелектричної проникності. Кращі результати виходять при використанні зразків, що повністю перекривають поперечний переріз вимірювального перетворювача, якими бажано користуватися при дослідженні [3]. Застосування циліндричних резонаторів з коливаннями типу H_{01} дозволяє використовувати зразки значно більшого діаметру і досліджувати матеріали, які мають порівняно великі втрати без небезпеки істотного збудження поля.

Слід зауважити, що резонаторні методи мають переваги перед хвилеводними внаслідок особливостей розподілу поля та розповсюдження хвиль. Одна з головних вимог до зразків при хвилеводному методі це співрозмірність товщини зразка з довжиною хвилі в хвилеводі, а при резонаторному методі, товщина зразка не залежить від цього параметру.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Неганов В.А., Осипов О.В., Раевский С.Б., Яровой Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] / С. Б. Раевского. Изд. 3-е, доп. и перераб. — М.: Радиотехника, 2007. — 744 с.
2. Белов Л.А. Устройства формирования СВЧ-сигналов и их компоненты [Текст] / Белов Л.А. — М.: МЭИ, 2010. — 320с.
3. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник [Текст] / Дж. Фрайден. — М.: Техносфера, 2005. — 592 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ
ПАССИВНЫХ КОМПОНЕНТ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОБНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ**

Минькович В.В., Лисаченко Я.И.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доц. Горват А.А.

Ужгородский национальный университет

(88000 г. Ужгород, ул. Волошина, 54, каф. физики полупроводников)

e-mail: mink_vv@meta.ua

Classical Ohm's law is rewritten using the fractional time derivative operator with a parameter α representing the order of the derivative. When $\alpha=0$ and $\alpha=1$ it becomes an ordinary (integer) derivative operator and describes the relationship between voltage U and charge q in the case of a classical capacitor or resistor. The parameter $0<\alpha<1$ characterizes the intermediate behavior between the conservative (capacitor) and dissipative (resistor) systems. Power time dependence for normalized response function for carried charge across electric circuit obtained. Similar expressions for the response function from circuits with parallel and serial connection of fractal elements are received.

Классические соотношения между разностью потенциалов U и зарядом q при включении в электрическую цепь резистора или конденсатора описываются законом Ома $U_R=RI=R(dq/dt)$ и соотношением $U_C=(1/C)q$. С точки зрения фрактального подхода обобщенный закон Ома можно переписать с использованием оператора дробной производной по времени:

$$U = \frac{R^\alpha}{C^{1-\alpha}} \cdot \frac{d^\alpha q}{dt^\alpha} = \frac{\tau^\alpha}{C} \cdot \frac{d^\alpha q}{dt^\alpha}, \quad (1)$$

где $0 \leq \alpha \leq 1$ – произвольный параметр, представляющий порядок производной, а $\tau = RC$ – характерное время. Когда $\alpha=0$ и $\alpha=1$, он становится обычным (целочисленным) производным оператором и описывает соотношение между U и q в случае классического конденсатора или резистора.

Скотт-Блэр и его коллеги рассматривали уравнение типа (1) без его физической интерпретации; позже аналогичные соотношения Келлер использовал для описания вязкоупругости [1], а затем они были распространены на элементы электрических цепей [2]. Эта математическая модель соответствует механическому элементу, получившему название элемента Скотта-Блэра. Если U в уравнении (1) соответствует единичной функции Хэвисайда, то нормированный отклик системы $y(t)=q/q_0$, для протекающего заряда через электрическую цепь с «фрактальной емкостью», описывается соотношением (2)

$$y(t) = \Gamma(1-\alpha) \left(\frac{t}{\tau} \right)^\alpha. \quad (2)$$

Для различных значений параметра α отклик в зависимости от безразмерного времени t/τ схематически представлен на рис. 1.

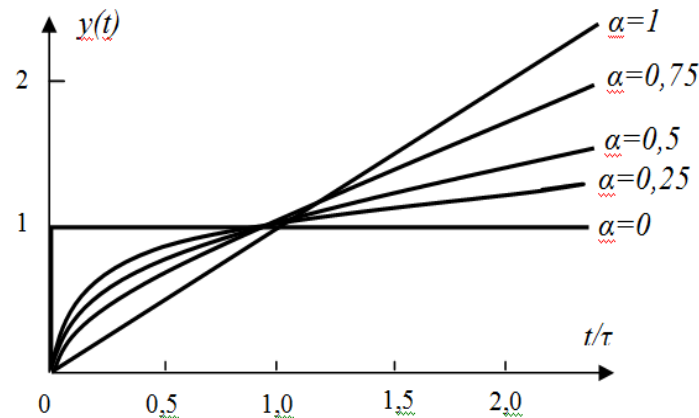


Рис. 1. Нормированный отклик элемента Скотт-Блэра в зависимости от безразмерного времени при различных параметрах α от 0 до 1.

При $0 \leq \alpha \leq 1$, фрактальный элемент, обеспечивает плавный, непрерывный и монотонный переход отклика от идеального классического конденсатора ($\alpha=0$) к резистору ($\alpha=1$). Параметр α характеризует фрактальные элементы – компоненты которые показывают промежуточное поведение между консервативной (конденсатор) и диссипативной (резистор) системой. При этом элементарный фрактальный элемент характеризуется «фрактальной емкостью» $C^*(t)=1/F(t)$, где

$$F(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \cdot \frac{1}{C} \left(\frac{t}{\tau} \right)^{-\alpha}, \quad (3)$$

и описывается тремя параметрами (C , τ , α). При последовательном или параллельном соединении двух фрактальных элементов функция $F(t)$ принимает соответственно вид:

$$F_{\text{послед}}(t) = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{1}{\Gamma(1-\alpha_1)} \cdot \left(\frac{t}{\tau_1} \right)^{-\alpha_1} + \frac{1}{C_2} \cdot \frac{1}{\Gamma(1-\alpha_2)} \cdot \left(\frac{t}{\tau_2} \right)^{-\alpha_2}, \quad (4)$$

$$F_{\text{парал}}(t) = \frac{1}{C} \left(\frac{t}{\tau} \right)^{-\alpha_2} E_{\alpha_1-\alpha_2, 1-\alpha_2} \left(- \left(\frac{t}{\tau} \right)^{\alpha_1-\alpha_2} \right), \quad (5)$$

где $E_{k, \mu}(x)$ - обобщенная функция Миттаг-Леффлера.

[1]. R.C Koeller, Application of fractional calculus to the theory of viscoelasticity. Journal of Applied Mechanics, vol. 51, pp. 229-307, (1984).

[2]. Guido Ala, Mario Di Paola, Elisa Francomano, Electrical analogous in viscoelasticity, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, vol. 19, pp. 2513-2527, (2014).

ОСОБЛИВОСТІ МАГНІТОРЕЗИСТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ (ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ) ПЛІВКОВИХ МАТЕРАЛІВ

Шабельник Ю.М., Рилова А.К., Шумакова Н.І.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Проценко І.Ю.

Сумський державний університет

(40007, Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, тел. (0542) 33-56-12)

e-mail: i.protsenko@aph.sumdu.edu.ua

The results of magnetoresistive properties of high-entropy film alloys based on Co, Ni, Fe, Cu and Al investigation, obtained by layer condensation of individual components with subsequent annealing to 800 K (total thickness of multilayers 60-80 nm) In the initial state (after deposition) had several phases: basic hcc and additional bcc and hcp. After the annealing, the phase composition is homogenized based on lattice Cu ($a = 0.355 - 0.365$ nm) or Al ($a = 0.402 - 0.406$ nm), depending on which component is residual. Measurements of the magnetoresistance of non-annealed and annealed films indicate that there is no dependence of the resistance versus magnetic field magnitude (paramagnetic state) and the giant magnetoresistance (amplitude up to 0.3%).

В останні 10-15 років велика увага приділяється вивченню структурних і механічних властивостей нового класу металевих матеріалів – високоентропійних сплавів (ВЕС), які містять не менше 5 компонент, і атомна концентрація кожного з яких складає від 5 до 35% [1]. Формування практично однофазного твердого розчину (т.р.) заміщення у багатокомпонентній системі суперечить правилу фаз Гіббса, але можливе при виконанні вимог стосовно певних величин ентропії та ентальпії змішування і параметра різниці атомних розмірів (див., наприклад, [2, 3]). Не дивлячись на великий об'єм експериментальних досліджень ВЕС у масивному стані, дослідження плівкових т.р. лише започатковані [4, 5]. Мета роботи полягала у більш детальному вивченні магніторезистивного ефекту, який має усі ознаки гігантського магнітоопору (ГМО), і вперше у плівкових сплавах спостерігався авторами [5].

Зразки були сформовані методом пошарової конденсації металів у вакуумній установці ВУП-5М (тиск залишкової атмосфери – 10^{-4} Па) і відпалювалися (гомогенізувалися) в температурному інтервалі 300-800 К. Після термообробки відбувається гомогенізація фазового складу на основі базової ГЦК решітки Cu ($a = 0.355 - 0.365$ нм) або Al ($a = 0.402 - 0.406$ нм) залежно від того, яка компонента надлишкова. Вимірювання магнітоопору (МО) здійснювалося у трьох геометріях: поздовжній (вектор струму і індукції магнітного поля паралельні та лежать у площині плівки ($\vec{J} \parallel \vec{B}$)), поперечній ($\vec{J} + \vec{B}$) та перпендикулярній ($\vec{J} \perp \vec{B}$). Загальна товщина багатопшарових плівок – 60-80 нм, робочий струм при вимірюванні опору – 10 мА. Концентрація компонент розраховувалася за відомими співвідношеннями, а потім уточнювалася методом ЕДС (растровий електронний мікроскоп SEO-SEM Inspect 950-B). Характеристика плівкових матеріалів і результати вимірювання МО наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Загальна характеристика зразків і результати вимірювання МО при $T = 300\text{K}$

№	Елементний склад зразків після відпалювання (концентрація, ат.%)	$T_{\text{в}}, \text{K}$	R, Om при $B = 0 \text{ Tл}$	МО, %
1	Cu(15)/Ni(23)/Fe(22)/Co(22)/Al(18)/П	750	134.0	0.30 (\perp)
2	Cu(15)/Ni(25)/Fe(20)/Co(25)/Al(15)/П	800	152.0 152.2	0.08 (+) 0.05 (\perp)
3	Co(20)/Ni(14)/Cu(20)/Fe(28)/Al(18)/П	800	33.0 25.0 25.0	0.15 (\parallel) 0.17 (+) 0.20 (\perp)
4	Co(20)/Ni(25)/Cu(20)/Fe(20)/Al(15)/П	800	47.0 48.0 48.4	0.15 (\parallel) 0.17 (+) 0.30 (\perp)

Необхідно особливо підкреслити, що польова залежність МО у всіх трьох геометріях вимірювання зовні має повністю ідентичний характер (за виключенням величини амплітуди) і усі ознаки ГМО. Оскільки цей ефект реалізується при спін-залежному розсіюванні електронів на магнітних інтерфейсах або гранулах, то необхідно зробити висновок, що у плівкових ВЕС у вигляді одношарового т.р. реалізуються елементи гранульованого стану, що і буде спричиняти ефект гігантського магнітоопору. Ураховуючи термічну і фазову стабільність та магніточутливість плівкових ВЕС, їх можна розглядати як перспективні функціональні матеріали сенсорної електроніки і спінтроніки.

Робота виконана в рамках державної бюджетної тематики МОН України № 0118U003580 (2018 – 2020 рр.).

1. Yeh J.W., Chen S.K., Lin S.J., Gan J.Y., Chin T.S., Shun T.T. Nanostructured high-entropy alloys with multi-principal elements-novel alloy design concepts and outcomes // *Adv. Eng. Mater.* – 2004. – V.6(5). – P.299-303.

2. Древалъ Л.А., Агравал П.Г., Турчанин М.А. Высокоэнтропийные сплавы как материалы // *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії.* – 2014. – №1(32).– С.58-64.

3. Фирстов С.А., Горбань В.Ф., Андреев А.О. Сверхтвердые покрытия из высокоэнтропийных сплавов // *Наука та інновації.* – 2013. – Т.9, №5. – С.32-39.

4. Bereznyak Yu., Odnodvoret L.V., Poduremne D., Protsenko I.Yu., Shabelnyk Yu.M. High-entropy film alloys: electrophysical and magnetoresistive properties / *Springer Proceedings in Physics. Nanooptics, nanophotonics, nanostructures, and their applications*, 2018. – P. 17 – 24.

5. Bereznyak Yu.S., Opielak M., Odnodvoret L.V., Poduremne D.V., Protsenko I.Yu., Shabelnyk Yu.M. Crystalline structure and physical properties of high-entropy film alloys // *J.Nano- Electron. Phys.* – 2019. – V.11, №2. – P. 02026-1–02026-6.

ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ КУЛІ У БАГАТОВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

Костів Г. А., *Ковальчук С. О.

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук, доцент Гефтер С.Л.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4, каф. Фундаментальної
математики

*Учитель математики Харківської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів
№31 Харківської міської ради Харківської області
(61120, Харків, вул. Владислава Зубенка, 32, тел. (057) 7251649
e-mail: gannakostiv16@gmail.com.

This article is devoted to the transition of the ball from the base (second and third) spaces to multidimensional, its behavior in multidimensional space. It has been proven that the volume of the ball increases, acquires its maximum value in 5 dimension and then drops and goes to zero. During the study the dependency between of the volume of a multidimensional ball and dimension was deduced. It was proved that the sum of the volumes of multidimensional balls in pair dimension is e^π . We were investigated an interesting property of a multidimensional ball: almost all its volume is concentrated near its surface. Formulas for calculating the area of a sphere of a multidimensional ball are deduced in this article. Behavior of the area of a sphere of a multidimensional ball is investigated: first its area increases and reach its maximum value in 6 dimension and then falls and goes to zero.

Багатовимірний простір – малодосліджена, але перспективна галузь просторової геометрії. За його допомогою вже можна пояснювати складні фізичні явища, а в майбутньому буде можливим його використання в практичних цілях. Розв’язування конкретних геометричних задач допоможе краще зрозуміти властивості багатовимірного простору.

Метою роботи є вивчення теоретичного матеріалу з даної теми та аналіз отриманих даних; вивчення поведінки кулі та її сфери у багатовимірному просторі; розв’язання задач на знаходження максимально можливого об’єму і площі сфери багатовимірної кулі. Оскільки багатовимірний простір є одночасно важким для уяви, малодослідженим з точки зору конкретних задач і цікавим відносно класичної (тривимірної) геометрії, дослідження такого простору є **актуальним** на сьогоднішній день. У сучасному світі на базі гіпотези про існування одинадцятивимірного простору була виведена так звана «Теорія Супер Струн», яка пов’язує взаємодію усіх відомих нам фізичних величин. Також з’явилась можливість об’єднати дві фундаментальні фізичні взаємодії – гравітаційну і електромагнітну.

Об’єкт дослідження: багатовимірна куля та її сфера.

Предмет дослідження: властивості багатовимірної кулі та її сфери.

Під час дослідження було використано окремі формули для визначення об'єму кулі парної та непарної розмірності:

$$V_{2m} = \frac{\pi^m}{m!} R^{2m} \text{ (для парної розмірності), де } m \text{ – розмірність простору.}$$

$$V_{2m+1} = \frac{2(2\pi)^m}{(2m+1)!!} R^{2m+1} \text{ (для непарної розмірності).}$$

Продифференціювавши об'єм кулі за радіусом, отримали формули для знаходження площі сфери багатовимірної кулі:

$$S_{2m-1}(R) = \frac{2\pi^m}{(m-1)!} R^{2m-1} \text{ (для парної розмірності),}$$

$$S_{2m}(R) = \frac{2^{2m+1} m! \pi^m}{(2m)!} R^{2m} \text{ (для непарної розмірності).}$$

Доведено, що за допомогою формули для обчислення площі сфери багатовимірної кулі парної розмірності можна знайти площу сфер багатовимірної кулі непарної розмірності та навпаки.

Основні результати роботи: У даній роботі було досліджено перехід кулі з базових (другий та третій) просторів до багатовимірних. Використовуючи теорему Больцано-Вейерштрасса вивчено поведінку кулі у багатовимірному просторі: її зростає до 5 виміру, набуваючи там свого максимального значення, а потім спадає і прямує до нуля. Виведено залежність об'єму багатовимірної кулі від розмірності. Доведено, що сума об'ємів багатовимірних куль парної розмірності дорівнює e^π . Досліджено цікаву властивість багатовимірної кулі: майже весь її об'єм зосереджений біля її поверхні. У ході роботи виведено формули для обчислення площі сфери багатовимірної кулі та, використовуючи теорему Больцано-Вейерштрасса, досліджено її поведінку: спочатку її площа зростає, сягаючи свого максимального значення у 6 вимірі, а потім спадає і прямує до нуля. Авторським внеском є нетрадиційний підхід до тлумачення багатовимірного простору, обчислення максимальних об'єму та площі сфери багатовимірної кулі; нестандартний підхід у дослідженні поведінки багатовимірної кулі та її сфери. Результати роботи можна використовувати для розв'язування інших геометричних задач в багатовимірному просторі. Також результати роботи показують, що в n-вимірному просторі можуть зберігатися деякі властивості, присутні двовимірному і тривимірному випадкам. Водночас, в роботі відзначено, що при зростанні вимірності виникають і нові геометричні ефекти.

Посилання

1. Фіхтенгольц Г. М. Об'єм n-вимірного тіла, n-кратний інтеграл /Фіхтенгольц Г. М. - Курс диференціального й інтегрального обчислення, 2009. – 393 с.
2. Кудрявцев А.Д., Кутас А.Д., Чехлов В.І., Шабунін М.І. – Збірник завдань з математичного аналізу. Межа. Безперервність. Диференціювання. Кудрявцев – М.: Наука, 1984, - 197 с
3. Richard W. Hamming «The Art of Doing Science and Engineering: Learning to Learn», 1996. Глава 9 «N-вимірний простір», с. 97.
4. Гальперин Г.А. «Багатовимірний куб». – М.: МЦНМО, 2015. – 53 с.

ЕКОЛОГІЧНО-ЧИСТІ БУДИНКИ

Амер Д.Н., Ахмедова Р.Б., Золотарьова К.О., Куц Н.В., * Куварзіна М.В.

* учитель англійської мови ХСШ № 132

Харківська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів № 132

Харківської міської ради Харківської області

(61145, Україна, м. Харків, вул. Новгородська, 1, (057) 701-01-84

e-mail: marina28kuv@gmail.com

This article describes the project of designing the models of eco-houses. To solve problems of our environment we need to study the ways of reducing our carbon and water footprints. In the article we study the "green" technologies that are used in building eco-houses. In our city and region they are used partly but every family can take some steps towards real energy efficiency and make the homes environmentally friendly. The future of our planet depends on everyone, and the sooner people begin to take the "small steps" in helping nature, the more likely it will be to create a decent environment for humanity in which to develop and enjoy life.

Ідея економії ресурсів планети є дуже привабливою та вигідною для сімейного бюджету. В Україні будинки із соломи, глини, дерев'яних блоків та інших натуральних матеріалів, а також оселі з використанням «зелених» технологій поступово набувають популярності.

Екобудинком називають екологічно чисту споруду, у якій використовуються матеріали та технології для зменшення енергетичних потреб будинку та впливу на навколишнє середовище. Але поки що таких грандіозних проектів, що повністю забезпечують самі себе відновлюваною енергією, з сонячними панелями, вмонтованими вітровими турбінами, використанням геотермальної енергії, в Україні, звісно, немає.

Мета та завдання проекту:

- вивчити види екобудинків, матеріали та їхні технології, які використовуються у будівництві;
- вивчити «зелені» технології, які використовуються при будівництві у місті Харкові та Харківській області;
- сконструювати моделі екобудинків з використанням різноманітних видів «зелених» технологій.

В екобудівництві використовуються: натуральні матеріали; сучасні технології збереження тепла та електроенергії для освітлення; озеленення території; технології зменшення забруднення і відходів; технології захисту здоров'я власника будинку. Екологічно доброзичливими джерелами енергії є ядерна та біоенергія, біопаливо, енергія від вітру та сонця, геотермальна енергія та гідроенергія.

Спостереження показали, що в місті Харкові та Харківській області «зелені» технології використовуються частково. По-перше, це будівництво з натуральних матеріалів, по-друге, це термомодернізація, по-третє, енергоощадна поведінка.

Кожна команда реалізувала свої задуми у моделях екобудинків з

використанням «зелених» технологій та матеріалів: технологію трьох R, сонячних батарей, вітряків, використання природних матеріалів, озеленення.



Рис. 1 – екобудинок з використанням сонячних батарей, вітряку, природних матеріалів.



Рис. 2 – екобудинок з використанням технології трьох R, природних матеріалів.

Якщо людина бажає зробити свій внесок у захист довкілля, перед нею є безліч можливостей. Для цього бажано, але зовсім не обов'язково вступати в екологічну організацію. Кожна сім'я може зробити деякі кроки до реальної енергоефективності будівлі та зробити свою оселю екологічною, а саме:

- встановити лічильники на газ, воду, електричну енергію;
- замінити старе обладнання на сучасне (LED освітлення, датчики руху, система вентиляції, використання побутової техніки з низьким рівнем енергоспоживання),
- провести комплексну термомодернізацію (заміна вікон, дверей, теплоізоляція даху, утеплення фасаду),
- модернізувати систему опалення;
- використовувати відновлюючі джерела енергії у приватних будинках (сонячні панелі, електростанції, теплові насоси, сонячні колектори, вітроагрегати);
- економити енергію (вимикати світло, побутові прилади, крани, провітрювати приміщення, використовувати аераторні насадки на кран).

Майбутнє нашої планети залежить від кожного, і чим швидше людина почне робити «маленькі кроки» у допомозі природі, тим більше шансів буде створити для людства гідне довкілля, в якому можна буде розвиватися та насолоджуватися життям.

Література:

1. Канев С.Н. Современные энергосберегающие технологии в ЖКХ - С.Н.Канев - Энергосбережение. - 2011. - № 6 - С. 28-32.
2. Мица Н.В. Сутність та проблеми енергозбереження в Україні - Н.В.Мица - Сталый розвиток економіки. - 2011. - № 4. - С. 40-47.

КІБЕРБЕЗПЕКА І ФІШИНГ

Куварзін О.І., *Стадник О.О.

*учитель математики ХСШ № 132

Харківська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів № 132

Харківської міської ради Харківської області

(61145, Україна, м.Харків, вул.Новгородська, 1, (057) 701-01-84)

e-mail: marina28kuv@gmail.com

This article explores the terms: cybersecurity and hackers. The article analyzes the problem of legislation on cybersecurity. To protect against hackers and cybercriminals, different programs are being developed for strengthening cybersecurity. To protect personal information, financial data, and intellectual property we have to identify theft and attack, have strong network security, prevent data breaches. The article analyzes a type of online fraud that involves the theft of user data called fishing. The most appropriate protection against cybercriminals depends on the people themselves.

Основним приводом для хвилювань користувачів ПК по всьому світу є кібербезпека, кажуть експерти, і ця проблема посилюватиметься разом із розвитком "інтернету речей" і дедалі більшою глобальною мобільністю та взаємопов'язаністю. На сьогодні актуальність цієї проблеми не викликає жодних сумнівів. Щодня кожен з нас користується інформаційними технологіями: соціальні мережі, розміщення інформації про свої персональні дані в інтернеті до користування банкоматами, банківськими рахунками, інтернет-магазинами тощо. Експерти з безпеки прогнозують збільшення кількості атак за допомогою шкідливих програм, поширення мобільних розрахунків, і т.д.

Мета дослідження: вивчити основні поняття та законодавчі ініціативи кібербезпеки, види кіберзлочинів; з'ясувати успішні кроки щодо запобігання цим злочинам.

Що ж таке кібербезпека? Кібербезпека – це безпека ІТ систем (обладнання та програм) та є частиною інформаційної безпеки будь-якої організації.

Всім відомі хакери – це, в основному, спеціалісти з кібербезпеки. Вони вивчають як побудовані різні ІТ системи, щоб знайти в них слабкі місця і використати їх для отримання вигоди, чи то фінансової, чи для інших цілей. Хакерам протидіють не тільки Білі Хакери (White Hats), які також знаходять вразливі місця в наших ІТ системах, але роблять це відкрито, аби допомогти нам закрити наявні проблемні місця, але й спеціалісти з інформаційної безпеки, тому що для проникнення в ту чи іншу організацію можуть використовуватись не тільки прямі методи зламу тієї чи іншої системи, але також і прості людські слабкості – збережені паролі у відкритих місцях, зайва балакучість співробітників, фішинг, спам, прийоми соціальної інженерії по телефону, емейл і т.п.

Для захисту від хакерів та кіберзлочинців на державному рівні розробляються програми дій, направлених на зміцнення кібербезпеки, а також підвищення надійності і життєстійкості кіберпростору. Так, наприклад, у червні 2009 року була опублікована *Стратегія кібербезпеки Великобританії (UK Cyber Security Strategy)*, згідно якої при британському уряді був створений Офіс кібербезпеки і гарантування інформації (Office of Cyber Security & Information Assurance – OCSIA) і Центр дій кібербезпеки (Cyber Security Operations Centre – CSOC), у 2010 році була розроблена *Стратегія кібербезпеки Великобританії (UK Cyber Security Strategy)*.

Давайте поглянемо на те, що таке фішинг. Фішинг - це тип онлайн-шахрайства, який включає в себе крадіжку конфіденційних даних користувача. Простіше кажучи, зловмисники тим чи іншим чином спонукають користувачів розкривати свої особисті дані, такі як телефонні номери, номери і секретний код банківської карти, логіни і паролі електронної пошти та соціальних медіа-рахунків. Для цього користувачам пропонується послуга або можливість, яка заманює їх до таких дій. Наприклад, користувачі соціальної мережі В контакте пропонують з'ясувати, хто пішов на свою персональну сторінку (хоча, насправді, соціальна мережа сама по собі не надає такої можливості), а клієнти інтернет-магазинів пропонують товари з шаленої знижкою. Будь-яка інша конфіденційна інформація може спричинити зацікавленість зловмисників. Шахраї дізнають дані користувача в різних правдоподібних претекстах: перевірити авторизацію на сайті, необхідність «підписатися» від спаму в електронному листі, виплата покупки за вигідною ціною або при великій знижці, необхідність установки нового додатку. Самий належний захист від кіберзлочинців першочергово залежить від самих людей, які дуже часто легковажно та необережно відносяться до електронних платежів і своїх персональних даних.

Література:

1. Гнатюк С. Рекомендації щодо розробки стратегії забезпечення кібербезпеки України / О. Шаховал, І. Лозова, С. Гнатюк // Захист інформації. – том 18. – 2016. – №1. – 57-65. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/ZI/article/viewFile/10113/13301>

2. Шинкаренко А. Ю. Кібербезпека як один з механізмів забезпечення стабільного розвитку економіки в Україні [Електронний ресурс] / Шинкаренко А. Ю., Ставицький О. В. // Актуальні проблеми економіки та управління : збірник наукових праць молодих вчених. – 2017. – Вип. 11. - [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/22611/1/2017-11_5-09.pdf

АПРОКСИМАЦІЯ ТАБЛИЧНИХ ФУНКЦІЙ

Єрошенко О.Ю., * Осипова М.В.

*вчитель математики

Харківська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №139

Харківської міської ради Харківської області
(61123, Харків, вул. Гвардійців Широнінців 40-Ж)

e-mail: yeroshenkoo@gmail.com ; m.osupova@ukr.net

In this article the two methods of interpolation – method of Lagrange and Newton's method are considered in details. Methods are followed by the examples and the block-diagrams for their easy programming. Programs based on Python 3.7, which can be used to process different experimental data, are made according to block-diagrams.

Метою роботи є вивчення методів апроксимації функції; розробка алгоритму апроксимації функції та реалізація його на комп'ютері.

Актуальність проблеми апроксимації функції є неминучою з давніх часів. Це обумовлено тим, що властивості елементів систем визначаються експериментально і фіксуються у вигляді таблиці або графічно. А для створення математичних моделей ці функції треба сформулювати у аналітичному вигляді. Застосування комп'ютерних технологій створює додаткову необхідність у розв'язуванні проблеми апроксимації.

Суспільство вступило в важливий період свого розвитку - еру інформатизації. Використання електронних обчислювальних машин перейшло в сферу безпосереднього виробництва.

Задача наближення функцій виникає при розв'язуванні багатьох практичних задач в різних сферах людської діяльності. У техніці та науці застосовують методи апроксимації для заміни масива даних простою функцією, що допускає аналітичні перетворення, а також для виведення або підтвердження гіпотез. За отриманими даними можна виконувати прогнозування, тобто майбутній стан того чи іншого об'єкта. Такі алгоритми застосовуються в будівництві для попередження аварійного стану або руйнування конструкції; в економіці – для прогнозування спадання або зростання економічних показників; у медицині – для передбачення результатів лікування; в політиці – для прогнозування виборів та міжнародних відносин; у ресурсозабезпеченості для прогнозування споживання електроенергії та води. Наближення функцій є важливим допоміжним апаратом при розв'язуванні задач, пов'язаних з інтегруванням і диференціюванням, розв'язуванням систем нелінійних рівнянь.

Робота охоплює два найбільш уживаних метода – методи інтерполяції Лагранжа та Ньютона. У роботі розглянуто їх суть та кінцеві формули. Методи, які описані супроводжуються блок-схемами для зручного їх програмування та реальними прикладами. Під час розв'язування прикладної задачі побудована цими двома методами апроксимуюча функція для таблично заданої функції. Складено власні

програми за схемою алгоритму апроксимації функції методом Лагранжа та методом Ньютона з використанням мови програмування Python 3.7 та реалізовані на комп'ютері. Результати розрахунків представлені ілюстраціями. Програми можна використовувати для опрацювання різних експериментальних даних. Задачі, пов'язані з побудовою апроксимуючої функції є дуже суттєвим фактором математичної освіти, універсальним засобом формування розвивального та інтелектуального потенціалу особистості. Вони розвивають логічне, абстрактне, насамперед, алгоритмічне мислення, виховують конструктивізм і раціоналізм.

Апроксимації присвячені окремі розділи сучасної математики, наприклад, діофантові наближення, наближення ірраціональних чисел раціональними, наближення та інтерполяція функції – апроксимація неперервних функцій алгебраїчними і тригонометричними многочленами. У геометрії і топології розглядаються апроксимації кривих, поверхонь, просторів і відображень. Деякі розділи математики цілком присвячені апроксимації, наприклад, наближення функцій. Від початку дев'ятнадцятого століття і до сьогоднішнього часу методу найменших квадратів присвячено багато робіт відомих вчених нашої країни та інших держав, зокрема Большакова В.Д., Відуєва М.Г., Войтенка С.П., Гайдаєва П.О., Гаусса К., Ідельсона М.І., Кондри Г.С., Маркузе Ю.І., Могильного С.Г., Папазова М.Г., Чеботарьова О.С. [1]

Ця робота дає можливість оволодіти знаннями в галузі практичних методів рішення математичних проблем, що виникають під час практичної діяльності, засвоїти способи розрахунків на сучасних комп'ютерах із застосуванням пакетів прикладних програм, бо сучасний розвиток науки та обчислювальної техніки характеризується все більш зростаючим рівнем використання комп'ютерних моделей як для дослідження поведінки явищ та процесів, що оточують людину, так і для розв'язування практичних задач, пов'язаних з управлінням та прогнозуванням. Розроблені програми до реалізації алгоритмів методів на комп'ютері дозволяють виконувати апроксимацію табличних функцій з використанням мови програмування Python3.7.

Робота носить навчально - методичний характер і може бути використана на факультативних заняттях та спецкурсах з математики та інформатики.

Посилання:

[1] Идельсон Н.И. Способ наименьших квадратов и теория математической обработки наблюдений.-М.:Геодиздат, 1947.-359с.

[2] Задачин В.М., Конюшин І.Г. Чисельні методи.-Х.: Вид. ХНЕУ ім. Кузнеця, 2014.-180.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР НА UNITY

Авраменко Є. Д., *Солдатенко Н.Г.

*учитель фізики, спеціаліст вищої категорії, учитель методист
Харківська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №143 Харківської міської
ради Харківської області

(61170, Харків, вул.В Зубенка,21-а,тел.: (0572) 654 663)

e-mail: ukrainestudiohelp@gmail.com

Computer, mobile and console games are extremely popular nowadays. Giant studios earn great money from games sales. Gamers all over the world compete in contests with huge prize rewards. Knowing this fact a usual person would have liked to create his her own game. It is not a secret that the barrier between a gamer and game creator is decreasing year by year. So let us consider possible variants of the further events.

Ключові слова: Unity, програмування, Blender, GIMP, Inkscape, Sketchware.

«Немає такого поняття, як успішна людина, яка жодного разу не оступилася і не допустила помилки. Є тільки успішні люди, які допустили помилки, але потім змінили свої плани, ґрунтуючись на цих самих помилках. Я як раз один з таких хлопців»

Стів Джобс

Комп'ютерні, мобільні та консольні ігри надзвичайно популярні в сучасному світі. Студії-гіганти заробляють на продажах ігор нереально великі гроші. Геймери з усього світу змагаються у турнірах з величезними призовими фондами. Знаючи цю інформацію, звичайна людина захотіла б зробити свою гру. Вже не для кого не секрет, що з кожним роком бар'єр поміж гравцями та розробниками ігор зменшується. Тому давайте розглянемо можливі варіанти розвитку подій.

Я вже маю власну ігрову студію, розробляю декілька ігор, отже

Мета роботи поділитись досвідом виконання своїх перших проєктів. Понад усе треба обрати ігровий движок. Писати його самостійно не варіант, бо для цього треба мати велику команду спеціалістів. Тому краще за все буде розробляти гру за допомогою вже створеного ігрового движка. Одним з найпопулярніших та простих движків є програмне середовище Unity.

1. Що таке Unity.

Unity створили три людини: Девід Хелгасон, Джош Анте та Ніколас Френсіс у 2005 році. Та навіть через 15 років вона не здає позицій з точки зору популярності у використанні. Усе через простоту роботи та велику кроссплатформенність. Ігри зроблені за допомогою Unity доступні для 25 платформ: від комп'ютерів до консолей та VR. Найвідоміші ігри розроблені на Unity:

- Superhot (PC, VR, XBOX, PS);

- Rust (PC, XBOX, PS);
- Pokemon Go (Android).

2. Клікер на Unity.

Клікер – це дуже давній жанр ігор типу Timekiller – «убивця часу». У нього грати доволі просто, не треба мати ніяких навичок, та й створити сам клікер теж легко. Клікер на Unity може розробити майже будь-який шестикласник, як то кажуть, «на ходу». Але це не дуже доцільно, тому що Unity інсталується лише на ПК і вона досить багато «важить». А такі прості ігри, як клікер, нескладно створити на своєму смартфоні за допомогою доволі відомого додатка Sketchware.

3. 2D гра на Unity.

Розробити просту 2D гру на Unity не дуже і складно. Це звичайно, складніше за клікер, але якщо підучити C#, усе буде даватися легко. Але для цього знадобляться деякі програми:

- GIMP – це opensource середовище для створення растрової графіки. Зроби яскравих персонажів для своєї гри легко!
- Inkscape – це теж безкоштовне середовище для створення графіки, але не растрової, а векторної. Збереження якості картини під час будь якого масштабування!

Непоганим прикладом 2D гри є Coffee Shop Simulator – гра, яку розробляю я. Основна механіка була створена всього за один вечір.

4. 3D гра на Unity.

В доповіді обговорюються питання розробки 3d гри. Це вже доволі складна задача. Перш за все потрібно створити 3d моделі. Є багато різноманітних програм для 3d графіки, але найменш складна – це Blender. Його інтерфейс дуже простий, а тому і зрозумілий навіть для розробника-початківця. Подивившись декілька уроків на YouTube, можна зробити нескладну low-poly модель. Але якщо ми створюємо гру, то це тільки третина задачі. Треба розробити карту, механіку гри і ще багато інших речей. Приклад 3D гри на Unity, яку розробляю теж я, – гра Metromir, де ви граєте за машиніста метрополітену. На даний момент зроблено 15 (!!!) відсотків від кінцевого результату. І це за півроку! Ще один приклад 3D гри – Cars World, гра про трактори, вантажівки та іншу автотехніку. Гру розробляю теж я, але тут все трішки позитивніше – у мене вже готова модель легкового автомобіля.

Висновок. Як ви можете зрозуміти, комп'ютерну або мобільну гру розробити не так і складно. Тому, якщо ви забажаєте створити свою гру, просто знайте, що це можливо! Вам знадобиться лише велике бажання, хоча б початкові знання у програмуванні та дуже багато ентузіазму. Навіть якщо ви будете робити власну гру самотужки, у вас усе вийде.

Список джерел: 1. <https://cubiq.ru> 2. <https://iguides.ru> 3. <https://gamedata.club>

НЕЙРО-КОМП'ЮТЕРНИЙ ІНТЕРФЕЙС

Каліберда А.С., *Власова Д.Г.

*вчитель інформатики, спеціаліст другої категорії

Харківська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №143

Харківської міської ради Харківської області

(61170, Харків, вулиця Владислава Зубенка, 21а, тел. (057) 2 654 663)

e-mail: andrey8989andrey@gmail.com

The article is devoted to the problem of development of neurointerface technology. The article discuss features of technology and its further directions of development. Also, latest researches in this area are presented.

Метою роботи є дослідження нейро-комп'ютерного інтерфейсу та новітніх кібернетичних винаходів. Вказати на недоліки та переваги штучного інтелекту, який зараз використовується у повсякденні.

Головний мозок людини керує організмом від найдрібніших рухів до високої функції мислення. Але незважаючи на це, вчені постійно намагаються покращити наш мозок. Розглядаючи мозок потрібно розглянути його найголовнішу складову – нейрони. Нейрон – клітина, що обробляє та передає інформацію у вигляді електричного або хімічного сигналу. Нейрони вважаються основними одиницями нервової системи. Нейрони виконують усю роботу нашого мозку.

У нейронів є декілька функцій: 1) чутливі - переносять сигнали від органів чуття до центральної нервової системи. Органами чуття є: слух, дотик, смак, нюх та зір, 2) інтернейрони – переносить сигнали з одного місця в інше в ЦНС, 3) рухові — переносить сигнали від ЦНС до м'язів.

Нейро-комп'ютерний інтерфейс – це система або прилад, який створений для обміну інформацією між мозком та апаратом. НКІ - це деякий механізм, що дозволяє управляти технікою за допомогою "сили думки". Однією з головних причин, по якій НКІ стане запорукою розвитку науково-технічного прогресу, є широка область застосування даної технології. Одне з найбільш перспективних напрямків розвитку НКІ є медицина. НКІ дозволить створювати протези з високою чутливістю, керувати подібного роду протезами можна буде нарівні зі здоровими органами. Найпоширеніший нейропротез є кохлеарний імплантат.

Кохлеарний імплантат – це пристрій, який використовується для компенсування втрати слуху деяким пацієнтам з вираженою або важким ступенем нейросенсорної або як її ще називають сенсоневральної приглухуватості. На основі технологій нейропротезування надалі можливе створення систем управління гуманоїдними роботами. Роботи можуть бути використані при високоточних роботах, у місцях, де перебування людини неможливо. Що ми можемо сказати про людину та кібернетику, людський організм побудований так, що будь-який прилад, який буде заважати його роботі, буде відторгтися. Якщо помістити в людське тіло шматочок

звичайного скла, то він швидко обросте рубцовою тканиною і через деякий час організм його витіснить. Що ж робити з імплантами та кібернетичними частинами тіла? Треба змінювати імунну систему людини або зробити прилад з такого матеріалу, щоб його організм ніби не помічав.

Проект Neuralink – американський стартап, що спеціалізується на нанобіотехнологіях. Найближча мета Neuralink – навчитися імплантувати спеціальні пристрої паралізованим людям, щоб ті могли використовувати комп'ютери та телефони. Після операції люди, за задумом Neuralink, зможуть силою думки «писати» текстові повідомлення і «гортати» сторінки в інтернеті. Одне із завдань компанії полягає в тому, щоб розробити метод, який дозволить імплантувати ці пристрої з меншою шкодою для мозку, ніж при методах, які сьогодні застосовуються.

Для цього Neuralink розробив гнучкі «нитки» товщиною від 4 до 6 мікрметрів, що значно тонше за людську волосинку. За словами компанії, такий розмір знижує ризики шкоди для мозку при імплантації. «Нитки» містять електроди, які після імплантації стежитимуть за активністю мозку. Завдяки такому маленькому розміру людський організм їх навіть не помічає, тому їх ніщо не відторгає. Товщина ж 4 – 6 мікрметрів – це 1/3 від товщини людського волосся.

В доповіді обговорюються переваги та недоліки реалізації подібних проектів. Перша і найголовніша проблема – це навантаження на мозок людини. Ще ніколи в житті людський мозок не міг так швидко працювати. У людському мозку ще ніколи не було більше кількох сотень електронів. Цього вистачить лише на коротке та викладене повідомлення. Друга проблема – це імплантація.

Якщо зараз людина може дуже багато зробити лише завдяки своєму мозку, то за допомогою цього проекту Всесвіт зможе жити на зовсім іншому рівні. Нові комп'ютерні ігри допоможуть вже в найближчому майбутньому використовувати НКІ для визначення рівня стресу, страху або розумового навантаження. Завдяки новинкам в області цифрової обробки сигналів і машинного навчання з'являться алгоритми точного розпізнавання і перекладу біоелектричних імпульсів в команди.

Ключові слова: 1)ЦП, 2)Neuralink, 3)Нейрон, 4)Штучний інтелект, 5)НКІ, 6) Кохлеарний імплант.

Використані джерела:

1. В. Ф. Турчин // Феномен науки. 74 с.
2. Кевін Келлі Неминуче: 12 технологічних трендів, які визначають наше майбутнє // — 41 – 42 с.
3. Педро Домінгос Верховний алгоритм: Як машинне навчання змінить наш світ // — 24 с.

ТАКИЙ ЗАГАДКОВИЙ ПОДВІЙНИЙ МАЯТНИК

Продайвода Д.О., * Солдатенко Н.Г.

*учитель фізики, спеціаліст вищої категорії, учитель методист

Харківська загальноосвітня школа I-III ступенів №143

Харківської міської ради Харківської області

(61170, Харків, вул.В Зубенка,21-а;тел.: (0572) 654 663)

e-mail: dan122pro122@gmail.com

Our work addresses the effect of operational parameters of multi-link pendulum mechanical systems on the efficiency of such machines and mechanisms as vibration dampers, vibrating equipment, church bells, sea beacon, amusements and agricultural threshing machines etc.

Робота присвячена дослідженню впливу експлуатаційних параметрів багатоланкових маятникових механічних систем на ефективність функціонування таких машин і механізмів, як гасителів вібрацій та різноманітних заспокоювачів, віброустаткування, церковних дзвонів, морських бакенів, розважальних атракціонів, також сільськогосподарських молотарок, тощо.

Мета дослідження полягає у виявленні умов оптимального керування розгойдуванням і гальмуванням вищезазначених коливальних систем, в дослідженні загальних принципів керування і зв'язку в живих організмах і даних машинах і механізмах і подальшим використанням отриманих даних для створення нових механізмів, та вивчення цього процесу засобами унаочнення у часі фазових портретів і анімаційного моделювання положень ланок маятникових коливальних систем. Проведені комп'ютерні експерименти дозволили знайти параметри, які забезпечують на протязі певного часу не хаотичність коливань для деяких різновидів маятників. В результаті виконаного дослідження ми з'ясували, якщо подвійний маятник з однаковими підвісами і вантажами вивести з рівноваги довільним чином і надати самому собі, то кожен з вантажів буде здійснювати досить складний рух, в якому важко вловити якусь закономірність. Однак при деяких початкових умовах рух маятника виявляється дуже простим: обидва вантажі можуть здійснювати гармонійне коливання з однією і тією ж частотою, причому амплітуди і фази цих коливань знаходяться в цілком певному співвідношенні один з одним. Подвійний маятник - це, безсумнівно, справжнє диво природи. Разючий стрибок складності, який спостерігається при переході від простого одиночного маятника до подвійного. Уже в режимі малих коливань у подвійного маятника виникає таке нове явище як ефект биття. Подібні коливання можуть виникати при спуску на парашуті, при підйомі по мотузяній драбині та в інших ситуаціях. А при збільшенні енергії характер коливань маятників змінюється принципово - коливання стають хаотичними. Але в деяких режимах в системі виникають стійкі траєкторії, або компактні області тяжіння, в яких маятник може перебувати тривалий час. Схоже, що

подвійний маятник ще не повністю вивчений фізиками і математиками і таїть в собі багато несподіванок. Ефектним прикладом системи зв'язаних багатоланкових маятників є дискретна модель тканини й алгоритми для моделювання поведінки тканини на поверхні твердого багатогранного об'єкта. Моделювання поведінки тканини при драпіруванні з'явилося в списку комп'ютерних впроваджень порівняно недавно. Тут досліджуються такі проблеми: як буде виглядати тканина з певними властивостями на певному об'єкті, та як зі зміною властивостей тканини змінюється її драпірування? Відповіді на ці й інші питання в наочній формі й повинне давати комп'ютерне моделювання тканини. Одна із задач у цій області пов'язана з унікальністю тканих матеріалів. Завжди було ясно, що ткани матеріали мають властивості, які дозволяють їм деформуватися в значній мірі по-іншому, ніж аркуші інших матеріалів, наприклад, паперу або металеві фольги. Особливі можливості деформації тканини були відзначені й відомі здавна, але не були ніколи повністю зрозумілі з наукової або інженерної точки зору. Для розробки математичної моделі необхідно враховувати, що в тканині тонкі волокна скручені в нитку, і ці нитки більш-менш жорстко сплетені у взаємозалежну сітку. Модель тканини –це система багатоланкових «мікромаятників», кінці яких розміщені в точках перетину поздовжніх і поперечних ниток тканини. В ході виконання роботи нами отримані результати, що мають науково-практичну цінність:

1. Виконано огляд методів опису коливальних процесів, характерних для багатоланкових маятників, з чого випливає необхідність розробок комп'ютерних програм розрахунку їх коливань за допомогою математичних процесорів, здатних оперувати з аналітичними виразами.

2. На основі знайдених розв'язків було запропоновано метод унаочнення коливального процесу різновидів маятникових коливальних систем, що дозволило доповнити множину анімаційних зображень.

3. Було проаналізовано взаємне положення ланок маятнкової системи в обраний момент часу.

4. Було побудовано множину фазових портретів коливальних систем маятнкового типу у середовищі пакету WinSet, що дозволило аналізувати коливальний процес, у тому числі і визначати області хаотичності маятника.

Список джерел:

1. Тезисы международной научно-практической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования» 21-24 июня 2000 г. Донецк: ДонГТУ, 2000.-С.20-21.

2. Куценко Л.М., Адашевська І.Ю. Геометричне моделювання коливань багатоланкових маятників. Монографія. – Х.: НТУ «ХП», 2008. – 176 с.

3. <https://www.myphysicslab.com/>

ЯК ФУНКЦІОНУЄ НАШЕ СЕРЦЕ

Чекіна М.С. *Солдатенко Н.Г.

*учитель фізики спеціаліст вищої категорії, учитель методист
Харківська загальноосвітня школа I-III ступенів №143 Харківської міської
ради Харківської області
(61170, Харків, вул.В Зубенка,21-а, тел.: (0572) 654 663
e-mail: marina4ekina@gmail.com

Cardiovascular diseases are the most wide-spread human diseases. All of us must know how to preserve health. Hypodynamia, overeating, smoking, alcohol, stress are factors that may lead to cardiovascular diseases. In our study, we considered physical processes to gain clarity on physiological issues, using a human heart model.

«Зараз не можна обійтися без знань фізики, якщо ти хочеш досягти ясності щодо фізіологічних питань»

Роберт Юліус Майер

Метою даної роботи є створення функціональної моделі серця методом Hands on science, та опис його роботи з позиції біології та фізики.

Серце являє собою своєрідний насос, робота якого можлива при дотриманні декількох умов: злагодженості роботи всіх систем серця, черговості скорочення м'язів камер серця, безперервного надходження крові, як в порожнини, так і в сам серцевий м'яз.

Коливання.

Робота серця строго циклічна, і кожна дія, що входить в цей цикл має свою черговість і певний час. Серцевий м'яз виконує дві дії - скорочується і розслабляється, що призводить до скорочення і розслаблення камер серця - передсердь і шлуночків. Серцевий цикл триває всього 0,8 секунди.

Пружність.

Сила пружності - це сила, що виникає в результаті деформації тіла і спрямована в бік, протилежний переміщенням частинок тіла при деформації. Тільки при пружних деформаціях сила пружності прямо пропорційна величині деформації (закон Гука), пружність судин серця дозволяє правильно пульсувати крові. Здоровий організм людини - пружні, еластичні судини і органи.

Теплообмін.

Кровоносні судини пронизують все наше тіло, проникаючи в м'язи, печінку та інші органи, де утворюється тепло. Кров в цих органах нагрівається і, перетікаючи по судинах в інші частини тіла, віддає частину свого тепла. Так кров розносить тепло по організму, як би вирівнюючи температуру всередині тіла.

Електричні заряди.

Мембрани еритроцитів заряджені негативно, тому вони, відштовхуючись один від одного, не склеюються між собою. Скорочення серця супроводжується електричними процесами, які можна виявити як змінну різниці потенціалів між симетричними точками поверхні тіла і записати спеціальними приладами. Так записується електрокардіограма.

Звук.

Звукові хвилі - це процес поширення механічних коливань у пружному середовищі. Якщо до грудної клітки прикласти вухо або фонендоскоп, то можна почути ритмічні звуки - тони серця. Ехокардіографія – це сучасний метод ультразвукової діагностики діяльності серця. Дифузія - це явище взаємного проникнення дотичних речовин, що відбувається внаслідок безладного руху частинок речовини. Осмос - процес односторонньої дифузії через напівпроникну мембрану молекул розчинника в бік більшої концентрації розчиненої речовини. Стінки альвеол і капілярів дуже тонкі. Кров, яка потрапляє в легені, бідна киснем і насичена вуглекислим газом. Повітря в легеневих альвеолах, навпаки, багате киснем, а вуглекислого газу в ньому значно менше. Тому відповідно до законів осмосу і дифузії кисень з легеневих альвеол спрямовується в кров, де з'єднується з гемоглобіном еритроцитів.

Тиск. Тиск - це фізична величина, яка дорівнює відношенню сили, що діє перпендикулярно поверхні тіла, до площі цієї поверхні. У рідинах і газах тиск передається однаково в усіх напрямках (закон Паскаля). Скорочуючись, серцевий м'яз робить сильний тиск на кров, яка знаходиться в шлуночках. Кров передає тиск стінкам судин. У міру просування по кров'яному руслу тиск падає, так як завдяки дії сили опору, що залежить від тертя, пружності судин, в'язкості крові, сила, що діє на кров, зменшується. Мінімальний тиск крові у венах.

Швидкість руху рідини. Швидкість руху крові в судинах залежить від площі їх поперечного перерізу. Тиск крові, що тече по судинах, більше там, де швидкість руху крові менше, і навпаки: тиск менше там, де швидкість руху крові більше. Цю залежність між швидкістю руху рідини і її тиском називають законом Бернуллі. Серцево-судинні захворювання посідають перше місце серед усіх хвороб людини. Кожен з нас повинен знати, як зберегти здоров'я. Гіподинамія, переїдання, куріння, алкоголь, стреси - це фактори, що провокують серцево-судинні захворювання. В своєму дослідженні, на основі моделі серця, ми розглянули фізичні процеси щоб досягти ясності щодо фізіологічних питань.

Список літератури:

1. Дайсон Ф. Нарушая покой Вселенной // Природа. 1984. №3. С. 123-128; №4. С. 123-128
2. Біофізика і біомеханіка : підруч./ В.С. Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко та ін.-К.: НТУУ «КПІ», 2012.- 344с.

МОЖЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОГО АКУСТИЧНОГО АНАЛІЗУ СИСТЕМАМИ ТЕХНІЧНОГО СЛУХУ

Калмиков Р.О., *Солдатенко Н.Г.

*учитель фізики, спеціаліст вищої категорії, учитель методист
Харківська загальноосвітня школа I-III ступенів №143,
Харківської міської ради Харківської області
(61170, м. Харків, вул. Владислава Зубенка, 21-А(0572) 654 663)
e-mail: roma51115111@gmail.com

The paper presents a method of detecting the direction of a sound source by the time delay method of the arrival of the sound wave front. This characteristic of the error of determination by technical means in comparison with human perception. The perspective possibilities of this method are presented.

Стрімке зростання обчислювальної потужності різноманітних пристроїв, уможливорює використання великої кількості різноманітних цифрових датчиків, таких як оптичні, акустичні, термічних, гравітаційні і т.д. Швидка та сукупна обробка наданої ними інформації надає не тільки висновки про стан та координати розташування пристрою, але й про оточуючі його об'єкти. На теперішній час можна стверджувати, що, наприклад, сукупність датчиків мобільного телефону в комбінації з потужністю їх процесорів, наближує сприймання ними оточуючого світу до якості сприймання людиною, а по деяким характеристикам перевершує його. Так, використання навіть великої кількості відео сенсорів тільки наближається к якості зору людини, проте в аналізі акустичних хвиль, сучасні пристрої вже давно перевершують людські можливості.

Метою роботи є порівняння можливостей бінаурального слуху людини і з комп'ютерною системою обробки інформації за умови встановлення 2-х акустичних датчиків. Слід зауважити, що механізм просторового сприйняття людини складний, та до кінця не вивчений. На теперішній час експериментально виявлені такі шляхи реалізації. Часовий - сприймання через розбіжність за часом приходів однакових фаз звуку до лівого і правого вуха. Зміни інтенсивності – виникаючий через неоднакові величини інтенсивностей звукової хвилі внаслідок дифракції її навколо голови, та утворення акустичної тіні зі сторони зворотної джерелу звука. Спектральний – виникаючий через різницю в спектральному змісті звуків, особливо при швидкому переміщенні їх джерела [1].

В доповіді обговорюється порівняння комп'ютерної системи із людським слухом в рамках часового просторового сприйняття.

Людина чує двома вухами і якщо джерело звуку розташований по центру, можна стверджувати, що утворюється рівносторонній трикутник, зі сторонами $t_1 = t_2$. Де t_1 t_2 час надходження фронту звукової хвилі в перше і в друге вухо.

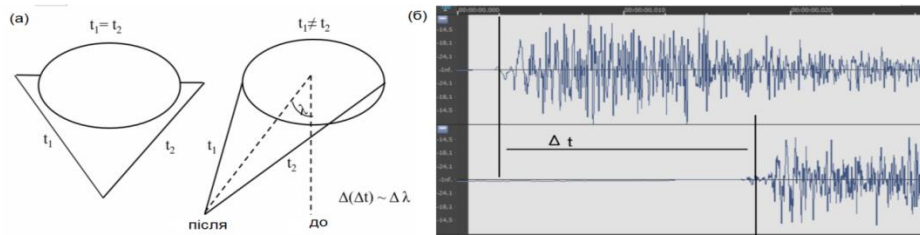


Рисунок 1. а) графічне відображення просторового сприйняття; б) часова затримка між каналами звукової карти.

Відхилення вершини трикутника на кут λ призводить до того, що звук в одне вухо приходить трохи раніше, ніж у друге $t_1 \neq t_2$. Зміна часу затримки приходу звукової хвилі пропорційно відхиленню джерела звуку від початкового положення $\Delta(\Delta t) \sim \Delta \lambda$. Якщо таку зміну ми не вловлюємо - ми не помічаємо зміни напрямку джерела звуку. Відомо, що людина здатна вловити відхилення напрямку в 15-20 градусів на відстані 1 метру. Тож основним критерієм порівняння бінаурального слуху з системами технічного слуху є значення мінімального проміжку часу між сигналами з акустичних датчиків рознесеними у просторі, який можна обчислити з відомим показником похибки.

Метод порівняння. Лабораторний макет системи технічного слуху складався з комп'ютера, звукової карти частотою дискретизації 44,1 кГц, двох мікрофонів з чутливістю 54 дБ, рознесених у просторі. Система обробки - програма SoundForge. Перший мікрофон підключено до правого, а другий мікрофон до лівого каналу входу звукової карти. Джерело звуку – вибух повітряної кулі розташований біля одного мікрофону. Дослід було проведено на відстанях між мікрофонами 6 метрів 60 см та 6 см. Точність часової затримки вимірювали співвідношенням розрахованої відстані, виходячи з швидкості звуку, та відстані, виміряної лінійкою. На відстані 6 см похибка склала 0,5 см, що складає 15% відстані.

Висновки. Використання системи технічного слуху з трьома акустичними датчиками на відстані 10 см уможливорює визначення координат джерела звуку в частотному діапазоні до 1 кГц з похибкою 0,5 см [2]. Смартфон, з трикутковою схемою розташування мікрофонів може використовуватись як система технічного слуху.

Посилання

1. Алдошина И.А, „Основы психоакустики часть 4. Бинауральный слух и пространственная локализация”, Звукорежиссер №10, 1999.
2. А.В. Львов, М.Н. Агапов, А.И.Тищенко „Триангуляционная система определения координат источника звука ” Ползуновский вестник. № 2, с.159-162, 2010.

МИСТЕЦТВО ІЛЮЗІЙ

Ластовець Т.Є., *Солдатенко Н.Г.

*учитель фізики спеціаліст вищої категорії, учитель методист

Харківська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №143

Харківської міської ради Харківської області

(61170, Харків, вул. В Зубенка, 21-а; тел.: (0572) 654 663)

e-mail: timur.2005.12.21@gmail.com

This paper is devoted to the analysis of optical illusions in various facets, the creation of the first animation devices models which help to demonstrate and understand the optical illusions and to get acquainted with the basics of animation. The paper demonstrates the instruments for making optical illusions and describes the illusions from the physics' standpoint, as well as anticipates the possibility of using this knowledge in the future.

Дана робота присвячена аналізу оптичних ілюзій у різних сферах життя, створенню моделей перших анімаційних приладів, які допомагають продемонструвати й зрозуміти оптичні ілюзії та ознайомитися з основами анімації. В роботі продемонстровано прилади для створення оптичних ілюзій й описано ілюзії з точки зору фізики, а також розглянуто перспективи використання даних знань в майбутньому.

«Мы часто говорим об «обмане зрения», «обмане слуха», но выражения эти неправильны. Обманов чувств нет. Что же тогда обманывает нас при так называемых обманах чувств? Разумеется, то, что в данном случае судит, т.е. наш собственный мозг».

Я.И.Перельман

Вже тисячі років зорові ілюзії цілеспрямовано використовуються в архітектурі для створення певних просторових вражень. Ще більш ефективно зорові ілюзії використовуються в образотворчому та цирковому мистецтві. Вони стали основою кінематографії і телебачення, враховуються в поліграфії і у військовій справі. Створювана за допомогою технічних засобів віртуальна зорова реальність займає в житті сучасної людини величезне місце і тісно переплітається з дійсністю. Зорові ілюзії пов'язані з деякими обмеженнями і похибками процесу переробки інформації в зоровій системі.

Процес зору безперервно коригується мозком, який отримує інформацію не тільки через очі, а й через інші органи чуття. Більшість обманів зору стається через те, що ми не тільки дивимося, а й несвідомо при цьому розмірковуємо. Один раз побачивши і запам'ятавши ілюзорну, неправильну картинку, мозок відправляє її в "закрома пам'яті". Оскільки весь цей світ ми сприймаємо образами, то кожному нову подію мозок порівнює зі своїми "запасами" і будує твердження, що це реальність.

Наш мозок не завжди здатний впоратися з аналізом зображення, яке створюється сітківкою ока. У таких випадках виникають ілюзії зору: спостережуваний предмет для нього здається не таким, яким він є насправді.

Нами створені такі функціональні моделі конструкцій для демонстрації ілюзій: модель для анімацій, фенакістископ, зоетроп, рухомі диски. Дані конструкції засновані на персистенції, тобто інерції людського зору. Винахідником зоетропу вважається Вільям Джордж Горнер, але згадки про подібні прилади зустрічаються в китайських літописах від 180 року н. е. Зоетроп є трансформацією фенакістископа бельгійського фізика Жозефа Плато.

Створити будь-яку з даних ілюзій було досить складно. Велике значення мають розміри фігур, симетрія в деталях, жорсткість конструкцій, швидкість їх обертання й освітленість. Це був досить довгий і трудомісткий процес. Ми зробили багато спроб і помилок перш ніж отримати ілюзії, які дивують і приваблюють. Дослідження в цій галузі дуже цікаві. Конструкції можна вдосконалювати, експериментувати з ними, домагаючись нових ефектів. Так чи можемо ми говорити про те, що наше світосприйняття об'єктивне? Однозначно ні. У порівнянні з цілісною картиною світу - наше сприйняття занадто ілюзорне і не повноцінне.

Що називають "реальністю" і який світ насправді? Якщо розглянути дані питання з точки зору фізики, то людина вкрай обмежена у своєму сприйнятті навколишнього світу, в сприйнятті найширшого океану фізичних полів, спектра електромагнітних хвиль різної частоти, всього того різноманіття форм життя і природних явищ, які існують в матеріальному світі. Як спостерігач, він замкнений в системі тривимірного простору і має можливість пізнати дуже малу його частину за допомогою свого тіла, точніше його органів почуттів. Говорячи «не маю ілюзій», ми підживлюємо свою головну ілюзію. Не варто забувати, що оптичні ілюзії супроводжують нас протягом усього життя. Тому знання основних видів, причин і можливих наслідків впливу на людину необхідні кожному з нас.

Я самостійно створив декілька оптичних ілюзій, пояснив причину їх виникнення, а також розглянув перспективи використання даних знань в майбутньому.

Список джерел:

1. Я. Перельман «Занимательная физика». Книга 2. Глава 9. Отражение и преломление света. Зрение; ст.237-241;
2. Марина Цветаева. Разоблачение иллюзий окружающего мира.
3. <http://sna-kantata.ru/illyuzii-akioshi-kitaoka/>
4. <https://school-science.ru/5/11/34809>
5. <https://zillion.net/ru/blog/335/illuzii-mozgh-priroda-optika-iskusstvo-dizain>

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АТОМНИХ СТАНЦІЙ, ЯК КЛЮЧОВИЙ АСПЕКТ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Ємець К. С., *Лісова Н.Б.

*вчитель фізики, спеціаліст вищої категорії, старший вчитель

Харківська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів № 156

Харківської міської ради Харківської області

(61121, Харків, вул. Гарібальді, 9-А)

e-mail: eeketerinas@gmail.com

The purpose of the study is to justify theoretical foundations and to develop proposals for the development and improvement of nuclear power plants environmental safety as a key aspect of resource conservation. Achieving this goal is related to the following **tasks**: make a comparative analysis of different types of energy; find out the advantages and disadvantages of different types of energy; analyze the development of nuclear energy in Ukraine and in the world; develop proposals for the development and improvement of the environmental safety of nuclear power plants as a key aspect of resource conservation.

Метою роботи є обґрунтування теоретичних засад та розробка пропозицій щодо розвитку та підвищення екологічної безпеки атомних станцій, як ключового аспекту ресурсозбереження.

Досягнення поставленої мети пов'язане з вирішенням таких **завдань**:

- зробити порівняльний аналіз різних видів енергії;
- з'ясувати переваги та недоліки різних видів енергії;
- проаналізувати розвиток атомної енергетики в Україні та в світі;
- розробити пропозиції щодо розвитку та підвищення екологічної безпеки атомних станцій, як ключового аспекту ресурсозбереження.

В даний час енергетична ситуація в світі досить складна і буде продовжувати загострюватися у зв'язку зі зростанням енергоспоживання, обмеженістю запасів традиційних викопних органічних енергоресурсів, безперервним збільшенням їх вартості і підвищенням екологічних вимог до всіх енергетичних технологій. Атомна енергетика поки що не має серйозного конкурента на далеку перспективу.

Висока ефективність, забезпеченість ресурсами, енергонадійність, безпека, сприятливість до екологічного впливу атомної енергетики можуть бути виконані при використанні двокомпонентної структури, що складається із теплових та швидких реакторів. При такій структурі можна значно збільшити ефективність використання природного урану, знизити його добування й обмежити рівень попадання радону в біосферу. Рівень екологічного впливу в основному визначається кількістю радіонуклідів у паливному циклі (уран, плутоній) та у сховищах (Np, Am, Cm, продукти поділу). Ризик від впливу короткоживучих ізотопів, наприклад ^{131}I , ^{90}Sr , ^{137}Cs , може бути знижений до допустимого рівня за рахунок підвищення безпеки АЕС, сховищ, підприємств паливного циклу. Прийнятність такого

ризиком можна довести на практиці. Але важко довести й неможливо продемонструвати надійність захоронення довго живучих актиноідів та продуктів поділу протягом мільйонів років. Необхідно розробляти можливість використання актиноідів для одержання енергії, тобто замикання паливного циклу не тільки по урану й плутонію, але й по актиноїдах (Np, Am, Cm та ін.). Трансмутація шкідливих довго живучих продуктів поділу у системі реакторів на теплових нейтронах ускладнить структуру атомної енергетики за рахунок додаткових технологічних процесів щодо виготовлення й переробки ядерного палива або збільшить число типів ядерно енергетичних установок. У зв'язку з цим розглядається можливість створення трикомпонентної структури атомної енергетики, що складається із теплових та швидких реакторів й реакторів для спалювання Np, Am, Cm та інших актиноідів й трансмутації деяких продуктів поділу. Найважливішими проблемами є переробка й виділення радіоактивних відходів, які можуть бути перетворені в ядерне паливо [1].

Важлива роль ядерної енергетики у декарбонізації енергетичного сектору України збережеться і в середньостроковій перспективі. Затверджена урядом України у серпні 2017 року Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» передбачає, що ядерна енергетика разом із гідроенергетикою та іншими відновлювальними джерелами енергії (сонячна, вітрова, біомаса) будуть основою низьковуглецевого розвитку енергетичного сектору України до 2035 року.

Першорядним завданням інженерів-конструкторів, дослідників атомної енергетики є:

- модернізація сучасних ядерних реакторів;
- в межах технологічних можливостей зниження долі відходів та їх вплив на всі елементи довкілля;
- посилення мір захисту населення і навколишнього середовища від шкідливого техногенного впливу;
- підготовка висококваліфікованих кадрів для атомних електростанцій;
- розробка надійних сховищ для радіоактивних відходів.

Посилання

1. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Електронний ресурс. Режим доступу [<http://energetika.in.ua/ua/about-books>].

2. Огляд аналітичних робіт міжнародних енергетичних організацій щодо стану та сценаріїв розвитку світової енергетичної сфери з прогнозом інвестування в енергоефективність. К. 2016. 95 с.

3. The World Energy Issues Monitor 2017 – London: World Energy Council, 2017 – 156 p.

ОТРИМАННЯ І АНАЛІЗ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ М'ЯТИ

Васильченко С.С., *Плосконенко Т.Ф.

*учитель вищої кваліфікаційної категорії

Харківська загальноосвітня школа № 167 Харківської міської ради
Харківської області (м. Харків, вулиця Гарібальді, 9)

e-mail: sch167@kharkivosvita.net.ua

The purpose of this study was to obtain and analyze essential oil of mint. Determine: what are essential oils, their composition, methods of production. Conduct qualitative reactions of mint essential oil, depending on the shelf life and compare with the properties of chamomile and lemon essential oils. The scientific novelty is that it focuses attention. how the shelf life affects the composition of the essential oil, as well as the determination and comparison of the number of terpenes in the various essential oils during the experiment by chromatography.

Старовинні пахощі були настоями запашних рослин на оліях і жирах. Пізніше з'явилися ароматні води, бо перегонка з водяною парою була відома ще з часів Стародавнього Єгипту. Численні флакони зі східними пахощами, знайдені в давньоєгипетських гробницях, які підтверджують знайомство древньої людини з ефіроолійними рослинами.

Стародавні греки також вивчали цілющі сили рослин, та відкрили, що рослинні есенції виявляють різну дію і можуть: збуджувати, освіжати, розслабляти, присипляти.

Сам термін «ефірні масла» з'явився у середині XVIII ст., і не зважаючи на явну неточність, зберігся до теперішнього часу. За часи Середньовіччя було зроблено великий крок у дослідях стосовно ефірних олій. Вдосконалено методи отримання ефірних олій, створено нові ліки і парфумерно-косметичні засоби, завдяки тогочасній алхімічній практиці.

Зараз ефірні олії широко використовуються у парфумерно-косметичній, лікарській, фармацевтичній, хімічній, харчовій та інших сферах промисловості. Тому їх потрібно вивчати та вдосконалювати свої знання у цій області хімічної науки, бо це є актуально і доцільно.

При великій різноманітності хімічних речовин, ефірні олії одні з тих сполук, які зустрічаються майже усюди. Існують ефірні олії багатьох видів рослин, які можна отримати та проаналізувати, кожна олія має вплив на організм людини. Ефірна олія м'яти не є виключенням. Завдяки своїм цілющим властивостям вона широко використовується у косметологічних і лікувальних цілях, іноді у кулінарії. Тому абсолютно зрозуміле, чому актуально вивчати та аналізувати дію ефірної олії м'яти і брати участь у науково-дослідницьких проектах. Рослина з якої отримують м'ятну олію називають м'ята перцева (*Mentha piperita*). Основними компонентами олії є кисневі похідні моно циклічних терпенів.

Метою дослідження було отримання та аналіз ефірної олії м'яти, проведення якісних реакцій ефірної олії м'яти, залежно від терміну зберігання та хроматографію порівняно з ефірними оліям ромашки та лимону.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що у ній зосереджена увага на тому як термін придатності впливає на склад ефірної олії, а також у порівнянні кількості терпенів в різних ефірних оліях під час проведення хроматографії.

Практичне значення. Поглибленні знання про ефірні олії, їх склад і методи отримання. Було зроблено хроматографічний аналіз, який демонструє як можна ідентифікувати речовини (ментол). Завдяки якісним реакціям було вдосконалено знання і важливість терміну придатності для ефірної олії м'яти. Ефірні олії утворюються у всіх частинах рослини, але кількісний розподіл їх по частинах м'яти зазвичай не однаково. Листя, квітки, плоди і коріння (кореневища) є в більшості випадків місцем найбільшого утворення ефірних олій. Іноді у однієї і тієї ж самої рослини в окремих частинах виробляються різні по запаху і складу олій.

Предмет дослідження:

1) Склад ефірної олії м'яти, його порівняння з іншими ефірними оліями (кількість терпенів у ефірній олії м'яти, ромашки, лимона).

2) Якість складу залежно від терміну і умов зберігання.

Було використано такі методи дослідження:

1) Порівняння (хроматографічний аналіз);

2) Експеримент (якісні реакції);

3) Аналіз теоретичного матеріалу – класифікація, узагальнення, синтез (використані джерела).

Під час проведення науково-дослідницької роботи було удосконалено знання про важливість терміну зберігання ефірної олії м'яти та методів її зберігання. А саме: під час зберігання ефірної олії м'яти у непридатних для цього умовах (колір скла посуду, сонячне проміння, температура) олія втрачає свої корисні властивості, бо йде розпад чи окислення її складових, порівняно з новою чи недавно отриманою ефірною олією.

Посилання:

1. Бусев А. И., И. П. Ефимов. Словарь химических терминов: Пособие для учащихся. Издательства «Просвещение», Москва 1971.

2. Ерамаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений.- Л.: Колос, 1972.

3. Ковальов В.М., Павлій О.І., Ісакова Т.І. Фармакогнозія з основами біохімії рослин: Підручник для студ. вищих фармац. Закладів освіти та фармац. факультетів вищих мед. Закладів освіти III-IV рівнів акредитації/ За ред. В. М. Ковальова.- Х.: Прапор; Вид-во НФаУ , 2000.

**ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСВІТНЬОГО ЗАКЛАДУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ
ЗА УМОВИ ПЕРЕХОДУ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ
НА ПРИКЛАДІ ШКОЛИ № 167 МІСТА ХАРКОВА**

Григор'єв А.О., *Сорочинський М.В., ** Гаєвська Л.О.

*учитель - методист, **учитель - методист

Харківська загальноосвітня школа № 167 Харківської міської ради

Харківської області, (м. Харків, вулиця Гарібальді, 9)

e-mail: sch167@kharkivosvita.net.ua

People nowadays can no longer imagine their life without the benefits of civilization. It's quite possible to use sunlight as an alternative to fossil energy sources today. Calculations show that a modern educational institution could easily provide itself with alternative energy and even make a profit from it.

Науково-технічний прогрес змінив життя людини. Сучасна людина вже не може уявити своє життя без благ цивілізації. Але для забезпечення своїх потреб людство має використовувати велику кількість енергії. Пошук альтернативи викопним джерелам енергії змушує досліджувати, екологічно чисті і поновлювані джерела енергії.

Кількість сонячної енергії, що надходить на Землю, перевищує енергію всіх світових запасів нафти, газу, вугілля та інших енергетичних ресурсів. Сьогодні вже існують технічні пристрої, що дозволяють використовувати частину цієї енергії на потреби людини. Розмови про рентабельність такої справи точаться постійно, оптимісти наполягають на перевагах і говорять не тільки про екологічну користь, а навіть і про економічні вигоди [1]. Сонячна енергія має ряд переваг і може бути використана для потреб навчального закладу в якості альтернативи існуючому традиційному підключенню до електромережі. Особливо привабливими в якості альтернативи сонячну енергію роблять її доступність, екологічна чистота, безшумність та низький рівень затрат на експлуатацію обладнання [2]. В то же час використання сонячної енергії ускладнюють досить висока вартість обладнання та його не компактність[3].

Предметом дослідження було обрано альтернативну енергетику, а об'єктом дослідження використання сонячної енергії для забезпечення потреб освітнього закладу в електроенергії. Обговорення рентабельності такої справи йдуть постійно: оптимісти наполягають на перевагах і говорять не тільки про екологічну користь, а навіть і про економічні вигоди. В той же самий час песимісти говорять, що використання сонячної енергії справа дуже дорога і ніколи не окупиться. Ось ми і вирішили розібратися в тонкощах цього питання на конкретному прикладі нашої школи. В роботі вперше проведено аналіз можливостей використання сучасних технологій по використанню сонячної енергії у контексті їх використання для потреб закладів освіти. В умовах сучасних тенденцій в

економіці України отримані результати надзвичайно важливі і дають підґрунтя для висновків по можливості використання альтернативних джерел енергії для забезпечення суспільних потреб.

Метою дослідження стало з'ясування можливості та перспектив використання сонячної енергії для повного забезпечення потреб освітнього закладу в електроенергії, а також розрахунок затрат та періоду окупності при переведенні закладу освіти на сонячну енергію на прикладі Харківської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №167 Харківської міської ради Харківської області. Однією з особливостей використання електроенергії в закладах освіти являється його певна аритмія, що пов'язано з протіканням самого навчального процесу, адже в даному випадку спостерігається різке падіння споживання електроенергії під час канікул. Очевидно, що сонячні батареї не можуть генерувати електроенергію цілодобово. Більш того, очевидним є факт, що із зменшенням довжини світлового дня кількість згенерованої енергії також зменшиться. Ще одним фактором для таких розрахунків є географічне положення міста Харкова. Оскільки навчальний заклад буде виробляти електроенергію з використанням альтернативних джерел енергії, то відповідно має право скористатися «зеленим тарифом».

З технічної сторони перехід на сонячну енергію закладом освіти не є складним. Для використання сонячної енергії необхідно мати ряд пристроїв. А саме інвертори та акумулятори. Наші розрахунки, в яких ми врахували можливість генерації електричного струму на широті міста Харкова сонячними батареями в залежності від пори року та щомісячні потреби нашої школи в електроенергії, а також затрати необхідні для придбання відповідного обладнання свідчать, що за існуючих потреб та можливостей генерації електричного струму період окупності складе трохи більше 8 років. За умови гарантії виробника на обладнання в 25 років школа має досить гарні перспективи отримувати близько 60 000 грн. щороку у вигляді доходу за рахунок існуючого «зеленого тарифу» протягом 17 років.

Посилання

1. Абрамов А.Б. Украина: проблемы энергосбережения и энергоэффективности [Електронний ресурс] / Абрамов Артем Борисович // Нардеп. – 2016. – Режим доступу: <http://nardep.org.ua/news/19606>
2. Брич В.Я., Проблеми застосування сонячної енергії в сфері житлово-комунального господарства./Брич В.Я. //Інноваційна економіка. - 2016. – 1-2. - С. 152-157.
3. Патон Б.Є. Умови ефективного застосування сонячних електроенергетичних систем / Б.Є. Патон, М.І. Ключ, О.Є. Коротинський, А.В. Макаров, Ю.О. Трубіцин // Вісн. НАН України. - 2012. - № 3. - С. 48-58.

ВИКОРИСТАННЯ ЯВИЩА НАДПРОВІДНОСТІ В ТЕХНИЦІ ТА ЖИТТІ ЛЮДИНИ

Косьміна Л.І., *Курочка В.М.

*учитель першої кваліфікаційної категорії

Харківська загальноосвітня школа № 167 Харківської міської ради

Харківської області (м. Харків, вулиця Гарібальді, 9)

e-mail: sch167@kharkivosvita.net.ua

The types of superconductors, their use in engineering and human life are considered in the work. The purpose of the experiment was to review existing superconductors to determine their use in industry. The paper considers the possibility of complex use of electrical equipment (turbogenerators) and cable networks used for energy transfer to consumers, compares and analyzes the general provisions of the theory of electric machines, existing structures of electrical engineering institutions.

Сучасний світовий стан електроенергетики, всіх галузей промисловості і транспорту вимагають впровадження енергозберігаючих технологій. Потрібність в електроенергії безперервно зростає, а класичні природні джерела палива закінчуються. Атомна енергетика для України най більш перспективна, але має проблеми зберігання відпрацьованих ядерних відходів. Енергетика від поновлюваних джерел має низьку питому щільність і не може забезпечити країни достатньою кількістю електроенергії. Пошук технологій і матеріалів з мінімальними втратами ведеться постійно. Десять відсотків всієї виробленої у світі електроенергії витрачається на електричні втрати. Це завдання для електрообладнання вирішує застосування надпровідників, яке є загальною проблемою для всього світу. Широке застосування над провідникового електротехнічного обладнання, як при генерації електроенергії, так і при її транспортуванні і споживанні дозволить збільшити ефективність використання електроенергії на 5-7 %, а, отже, практично на цю ж величину скоротити споживання первинних енергоносіїв, якими переважно є органічні палива. Перспективні сфери застосування високотемпературні надпровідників - двигуни для кораблів і підводних човнів, генератори, накопичувані електроенергії для зброї, магніти для фокусування електронних променів, електромагнітні екрани, магнітні та електромагнітні датчики, магнітометри, мікропроцесори, комп'ютери і мікроелектронні НВЧ (надвисокі частотні) компоненти.

Труднощі широкого застосування надпровідників пов'язанні з необхідністю охолодження матеріалів до низьких температур - це досить дорого коштує. Зараз знайдено матеріали, які переходять у надпровідний стан за температури близько 100К і нижче. Тому безперервно ведеться пошук технологій і матеріалів з мінімальними втратами електроенергії, зокрема, це завдання вирішує застосування надпровідників і експлуатація електрообладнання в криогенних режимах. Використання надпровідників, в

яких при низьких температурах опір дорівнює нулю, є суттєвим кроком у вирішенні проблеми енергоефективності енергосистем і навіть екологічної безпеки планети. У відомих тоді науці надпровідників виявилось багато проблем. Метою роботи є розгляд існуючих надпровідників для встановлення можливості їх використання в промисловості, необхідність використання сучасних теорій, що пояснюють явище надпровідності, встановлювала галузі можливого використання високотемпературних надпровідників в електротехнічних установах, особливості їх конструкції на прикладі роботи медичних томографів та турбогенераторів. Необхідно використовувати сучасні теорії, що пояснюють явище надпровідності, встановлювати галузі можливого використання високотемпературних надпровідників в електротехнічних установах, особливості їх конструкції.

Методи дослідження: статистичний аналіз існуючих конструкцій електротехнічних установ, загальні положення теорії електричних машин) порівняння та аналіз [4]. Теоретичні наукові результати: встановлено, що використання високотемпературних надпровідників на 10% знижують втрати в електричному обладнанні (в турбогенераторах та в кабельних мережах). Встановлена перспективність їх втілення в електроенергетичні мереж. В доповіді обговорюється практична направленість результатів: зроблено висновок, що найбільш реальними для електроенергетики будуть надпровідникові турбогенератори та кабельні мережі. Їх використання має теоретичну та практичну бази. Найбільш перспективне комплексне використання електротехнічного обладнання в над провідниковому виконанні, в першу чергу, на базі високотемпературних над провідникових технологій: турбогенератори, електродвигуни, трансформатори потужністю до 1,5 МВт, ділянки кабельних ліній електропередач, розраховані на потужність до 440 МВт. Можна вважати, що найбільш реальні для електроенергетики, для створення енергозощадливого обладнання будуть надпровідникові турбогенератори та кабельні мережі. Їх використання має потужну теоретичну та практичну бази і може бути втілено в найкоротші строки.

Посилання:

1. Асламазов А.Г., А.И. Ларкин. „Влияние флуктуаций на свойства сверхпроводников при температурах выше критической” // ФНТ.-1968. Т.10, №4.-С. 1104-1111.

2. Мошталков В.В., И.Г. Муттик, Н.А. Самарит. „Сверхпроводимость и локализация в системе $YBa_2Cu_3O_{7-3}$ ” // ФНТ.-1998.-Т.14,№9.-С.988-992.

3. Соловьев А.Л., „Флуктационная проводимость в пленках $YBa_2Cu_3O_{7-3}$ с различным содержанием кислорода. Оптимально допированные и слабодопированные пленки $YBCO$ ”// ФНТ. - 2002. - Т. 28, № 1. – С. 24-35.

4. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. 2-е издание, М.: МЦНМО, 2000.

АКВАПОНІКА – ТЕХНОЛОГІЯ МАЙБУТНЬОГО

Пасічник Т.С., *Сорочинський М.В. **Гаєвська Л.О.

*учитель - методист, **учитель - методист,

Харківська загальноосвітня школа № 167 Харківської міської ради

Харківської області (м. Харків, вулиця Гарібальді, 9)

e-mail:vlad.daniluk26@gmail.com

One of the main problems of the 21st century should be considered the provision of humanity with eco-friendly food. An alternative to traditional farming can be aquaponics, a technology consisting in the rational use of fish vital products as a breeding ground for growing cultivated plants.

Однією з головних проблем ХХІ сторіччя, яка пов'язана із зростанням чисельності населення планети Земля, стала проблема забезпечення людства екологічно чистими продуктами харчування. Враховуючи, що стрімке експоненційне зростання саме міського населення призведе до загострення проблем з доступом до екологічно чистих продуктів харчування, суспільство буде вимушено у найближчій перспективі шукати альтернативу традиційним агро технологіям. Нажаль, традиційні способи рослинництва як у відкритому, так і в закритому ґрунтах даний час не завжди ефективні, що пояснюється, стрімкою деградацією родючих ґрунтів, чому сприяють господарська діяльність людини і екстремальні погодні умови (посухи, повені). Однією із альтернатив і є аквапоніка - нова високотехнологічна сільськогосподарська технологія, яка поєднує в собі як вирощування рослинної продукції, так і виробництво рибної продукції [1]. Об'єктом нашого дослідження є аквапоніка, як сучасна технологія, її можливість та доцільність створення дешевих аквапонних установок, здатних функціонувати в умовах сучасної міської квартири чи шкільного кабінету біології закладу освіти.

Давно було доведено, що ґрунт не є обов'язковою умовою для життєдіяльності рослин. Більш важливим є доступ кореневої системи рослин до води і поживних речовин (азот, фосфор, калій, сірка, кальцій, залізо). Аквапоніка це технологія спільного та одночасного вирощування рослин і риби в єдиному комплексі. Як агро технологія у чистому вигляді аквапоніка з'явилась в ХХ сторіччі, хоча спроби одночасного вирощування риб і рослин були зафіксовані ще у давньому Вавилоні. Особливо близько до розуміння аквапоніки підійшли в країнах Азії, при спільному вирощуванні риби й риса в рисових чеках. В основі сучасного аквапонного виробництва лежить використання природних процесів життєдіяльності прісноводних тварин (риб) в якості поживного середовища для рослин промислового виробництва. В ході цього процесу рослини споживають необхідні їм продукти виділень живих організмів - хімічні речовини (азотисті, калійні, фосфорні сполуки, вуглекислий газ і ін.), що розчинені у воді, і, при цьому, природним шляхом очищують і збагачують її киснем. В процесі виробництва виключається потреба у використанні різних

хімічних добрив: процес хімізації, переробки і очищення відбувається природним шляхом і в замкнутому циклі [2].

Метою роботи є аналіз переваг використання системи аквапоніка в порівнянні з іншими системами регенерації, розгляд заходів обслуговування таких систем а саме: забезпечувати поживними речовинами рослини за рахунок життєдіяльності риб; захищати рибу від хвороб за рахунок біологічної та механічної очистки води; зробити систему незалежною від кліматичних умов, що дає їй можливість функціонувати цілий рік; дозволяє мінімізувати (практично звести до мінімуму) витрати води оскільки утворюючи замкнуту - екосистему, в якій виділення риб поглинаються рослинами, живлячи їх, а вода, де проживають риби, очищується рослинами; отримувати по-справжньому екологічно чисту продукцію, оскільки хімічні добавки і компоненти в систему не вносяться. Найбільш ефективним в аквапоніці є вирощування зелені, розсади декоративних рослин. У будь-якій системі будуть рости: листовий салат, ріпа, кучерява капуста, буряк, рукола, базилік, м'ята, настурція звичайна, цибуля скорода, більшість домашніх декоративних рослин. З риб рекомендується: тілапія, кої (парчевий короп), форель. В цілому вибір видів риби і рослин повинен відповідати, в першу чергу, економічній доцільності.

В доповіді обговорюється створення аквапонної системи в масштабі помешкання міського жителя. Підтвердженням цього є історія створення системи AqualibriumGarden на основі краудфандінга на платформі Kickstarter. Ця система яка може використовуватись в звичайній міській квартирі і забезпечувати не тільки естетичне задоволення, а і потребу у свіжих овочах та зелені мешканців цієї квартири [3]. Розрахунки показують, що створення такої акваферми вдома потребує порівняльно невеликих фінансових затрат. Для шкільного кабінету біології створення такої установки було б гарною ілюстрацією взаємозв'язків у штучних екосистемах і сприяло б розвитку у учнів екологічної грамотності, компетентності в природничих дисциплінах та технологіях, а також розвитку підприємницької компетентності.

Посилання:

1. Медведев С.С. «Выращивание экологически чистой растительной продукции без почвы в многоярусных гидропонных установках»./ -Санкт-Петербург: ТОО ТК Петрополис, 1996. - 68 с.

2. WorldUrbanizationProspects: The 2009 Revision. NewYork. [Електронний ресурс]. URL: <https://ru.scribd.com/document/78681125/World-Urbanization-Prospects-2009-Revision-United-Nations-2010>

3. «Модульная система аквапоники для выращивания продуктов в квартире» AqualibriumGarden [Електронний ресурс]. URL: <https://nature-time.ru/2013/10/modulnaya-akvaponika-dlya-vyrashhivani/2010>.

ВИКОРИСТАННЯ ЧАТ-БОТІВ МЕСЕНДЖЕРІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ONLINE-НАВЧАННЯ

Пітенко О. Є., *Волков В.В.

*учитель інформатики, кваліфікаційна категорія «спеціаліст I категорії»,
Харківська спеціалізована школа I-III ступенів №156
Харківської міської ради Харківської області.
(61121, Харків, вул. Гарібальді, 9-А)
e-mail: lesha.pitenko791@gmail.com

The research problem for this study is to analyze the feasibility of using chatbots to organize online learning and thus to find out the ways to improve the effectiveness of learning.

Accordingly, the specific objectives of the present study are: to consider the scope of chatbots; to identify the benefits that have made this instrument popular; to consider the components of effective learning technologies; to compare and evaluate the suitability of the chat bot as a modern communication technology with the needs of effective training methods; to create a functioning program module for demonstration of the similar form of training.

Пошук засобів для підвищення доступності і якості освіти – актуальний напрямок роботи дослідників, оскільки відповідає списку Глобальних Цілей, які були затверджені у 2015 році на саміті ООН з питань сталого розвитку людства.

Основна мета дослідження - аналіз доцільності застосування чат-ботів для організації онлайн навчання. Це спроба з'ясувати: чи можна спроектувати відповідний навчальний продукт, які можна очікувати покращення, які чинники можуть свідчити про підвищення якості при такому способі навчання.

Останні декілька років спостерігається значне зростання популярності систем обміну миттєвими повідомленнями (месенджерів). Із засобів для спілкування між людьми вони перетворилися в потужний маркетинговий інструмент. Значну роль у цьому відіграли чат-боти.

Чат-бот це по суті, сучасний інструмент комунікацій між клієнтом і компанією. Це спеціально розроблена програма, яка здатна виступати в якості віртуального співрозмовника, визначаючи суть питання і надаючи у відповідь релевантну інформацію. Завдяки такій розробці онлайн користувачі отримали можливість оперативно отримувати необхідну інформацію в різних сферах, задаючи свої питання і отримуючи відповіді, максимально наближені до людського живого діалогу.

Для досягнення мети дослідження був проведений аналіз сфер застосування чат-ботів з визначанням переваг, що стали причиною популярності даного інструмента.

Переглянуто різні підходи що до оцінки ефективності навчання. Для подальшої розробки продукту для онлайн-навчання головним параметром оцінки ефективності обрано термін навчання, необхідний для 100% засвоєння матеріалу і оволодіння необхідними навичками.

Зроблено порівняльний аналіз методик навчання, які при застосуванні демонстрували значне скорочення терміну навчання. Виявлені подібні елементи, які в подальшому були використані при розробці концепції навчального продукту. В якості методичної основи продукту обрано методику Бадмаєва Б.Ц. [1], як найбільш спрямовану на формування професійних навичок.

За методикою Бадмаєва навчальний курс поділяється на розгляд стандартних ситуацій із професійної діяльності, яку має освоїти користувач. До кожної ситуації розробляється набір практичних однотипних задач, розв'язання яких супроводжується орієнтовною схемою дій і покроковими підказками. Ситуація вважається освоєною, коли користувач розв'язує задачу із запропонованої серії повністю самостійно, без користування підказками. Тоді бот переходить до розгляду наступної ситуації.

Проведено співставлення методичних вимог, що забезпечують підвищення ефективності навчання, з можливостями, які надає, або може надати в майбутньому технологія чат-ботів.

Результатом дослідження стало створення концепції навчального онлайн-курсу «Від власної ефективності до менеджменту проектів» [2], а також демонстраційний модуль бота-коуча, який реалізує даний курс і допомагає користувачеві набути навичок виконання практичних завдань різного рівня складності: від індивідуальних щоденних справ до колективних проектів, розрахованих на певний термін.

Посилання

1. Б.Ц. Бадмаєв Б.Ц. Психология и методика ускоренного обучения. 1998 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://pedlib.ru/Books/1/0244/1_0244-1.shtml
2. Кларк А. Кемпбелл. Управление проектом на одном листе. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://by.odt-office.eu/files/docs/Upravlenie-proektom-na-odnoj-stranice.pdf>

АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОВЕРХОНЬ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В БІОІНЖЕНЕРІЇ ТА МЕДИЦИНІ

Чухно Д.А.

Науковий керівник — ст. викладач, к.ф.-м.н. Глухов О. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702 -13-62)

e-mail: dmytro.chukhno@nure.ua

Three types of nanoparticles were studied: magnetite, magnetite-silica, as well as particles obtained directly by the hydrothermal method in a mini autoclave. It was found that magnetite nanoparticles are coated with a carbohydrate shell. do not form aggregates, unlike magnetite-silicon dioxide nanoparticles. The presence of a carbohydrate shell on the surface of the nanoparticles was further confirmation based on infrared analysis Fourier transform spectroscopy. Modified Magnetic Characteristics nanoparticles allowed to recommend magnetite-silicon dioxide nanoparticles for magnetically controlled directional delivery.

Результати досліджень останніх років свідчать про перспективність використання магнітокерованих наноматеріалів для вирішення актуальних завдань в різних галузях сучасних медицини, біології, біотехнології.

На їх основі створені унікальні нанокомпозити з багаторівневою ієрархічною архітектурою, що виконують функції медико-біологічних нанороботів: здатність розпізнавання мікробіологічних об'єктів в біологічних середовищах, спрямованого транспорту і депонування лікарських препаратів в органах-мішенях, діагностики і терапії захворювань на клітинному рівні, адсорбції і видалення продуктів клітинного розпаду під впливом магнітного поля.

Експериментальні фізико-хімічні дані і медико-біологічні дослідження поведінки магніточутливих композитів підтверджують їх перспективність для створення нових форм комплексних лікарських препаратів. Тому надзвичайно важливим є дослідження впливу нанорозмірних магнітних частинок на живі клітини, умов надання їм біосумісності і областей використання, вивчення механізму цитотоксичності, її залежності від хімічного складу, розмірів, концентрації наночастинок і типу захисного покриття.

В ході мого аналітичного дослідження було розглянуто застосування наночастинок в медицині і створення захисних оболонок.

Нанотехнології допомагають синтезувати матеріали з розмірами елементів до 100 нм. Виходячи з прискореного розвитку нанонауки, а також збільшення кількості і різноманітності створюваних наноматеріалів, актуальним завданням наномедицини є вивчення можливості застосування розробок нанотехнологій в медичній практиці для профілактики, діагностики та лікування захворювань. В даний час наночастинки різного

типу знаходять застосування в медицині і фармацевтиці. Вони використовуються, наприклад, як засоби для адресної доставки ліків, в створенні точних медичних діагностуючих пристроїв, для поділу клітин і іммобілізації ферментів. Одними з найбільш перспективних є наночастки на основі оксидів заліза. Проте, при введенні в живий організм такі наночастинки мають ряд обмежень: низька стабільність, висока токсичність, недостатньо міцний зв'язок з лігандами, утворення вільних радикалів. Для усунення цих недоліків наночастинки потрібно покрити захисною оболонкою з певними властивостями. Створення захисної оболонки є поширеним методом стабілізації і захисту наночастинок не тільки в медицині, але і в інших сферах застосування. Матеріалом для створення захисної оболонки може бути безліч різних речовин, наприклад, органічні ліганди, поліетиленгліколь (ПЕГ), крохмаль, декстран, діоксид кремнію, платина, срібло і золото.

Крім утворення захисної оболонки існує й інший спосіб захисту магнітних наночастинок - отримання частинок з заданими властивостями в полімерній матриці. Але у нього є ряд недоліків: великий розмір МНЧ, складність, висока вартість, обмежена функціональність і можлива дефектність. Широко застосовують наночастки з захисним покриттям з сахаридів. Сахариди представляють собою великий клас речовин, що включає в себе цукри, при відсутності яких організм не може повноцінно працювати. Наночастки ферро- і ферримагнетиків проявляють токсичність при контакті зі здоровими тканинами і біологічними рідинками, тому при використанні в біомедичних дослідженнях поверхню цих частинок покривають оболонкою вуглеводу. Крім цього, полісахариди забезпечують стабілізацію наночастинок.

Враховуючи це, мій аналіз показав, що для компенсування негативного впливу наночастинок на органічні речовини, вкрай важливо здійснювати точний підбір захисного шару наночастинок, який зможе не тільки звести до мінімуму як негативні властивості наночастинок, так і надати їм ще більший позитивний характер. У разі успішного підбору необхідних покриттів для наночастинок, можна значно збільшити ефективність лікування, наприклад, доставляючи ліки і необхідні речовини в організм адресно за допомогою керованих наночастинок.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Микитюк М.В. Наночастинки та перспективи їх застосування в біології і медицині / журн. Проблемы экологии и медицины. – 2011.
2. Чекман І.С. Наночастинки: властивості та перспективи застосування / Укр. біохім. журн. - 2009.
3. Телегєєва П.Г. Застосування наночастинок у біомедицині / журн. Biotecnologia Acta – 2013.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА
ПОВЫШЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ШУМ
РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ,
СОВМЕЩЕННЫХ С ПОДСВЕТКОЙ ОБЪЕКТА ПРИВЯЗКИ**

Самсонова С.Ю., Бородин С.В., Самсонов Ю.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14)
e-mail:svitlana.samsonova@nure.ua

The results of an experimental evaluation of increasing the signal-to-noise ratio of radiometric navigation systems are presented. The criterion is selected and the probability of the correct location of radiometric navigation systems using the backlight is estimated. Recommendations have been developed to increase the likelihood of correct positioning of radiometric correlation-extreme navigation systems for aircraft in small objects in low-contrast areas. The purpose of the experimental studies is to test a specific technical solution and confirm the correctness of the quantitative estimates obtained during theoretical studies of the degree of mutual influence of the receiving paths combined along the width of the spectra of the signals of the navigation system.

Для экспериментальной оценки взаимного влияния приемных трактов совмещенных по ширине спектров сигналов системы навигации применен радиометрический измерительный комплекс (РМИК) миллиметрового диапазона волн, позволяющий формировать радиометрические изображения (РМИ) изучаемых объектов на различных фонах земной поверхности.

Структурная схема РМИК ММДВ представлена на рис. 1.

Устройство управления и синхронизации задает режим работы опорно-поворотному устройству и обеспечивает синхронность работы поворотного устройства и ПЭВМ в процессе получения РМИ.

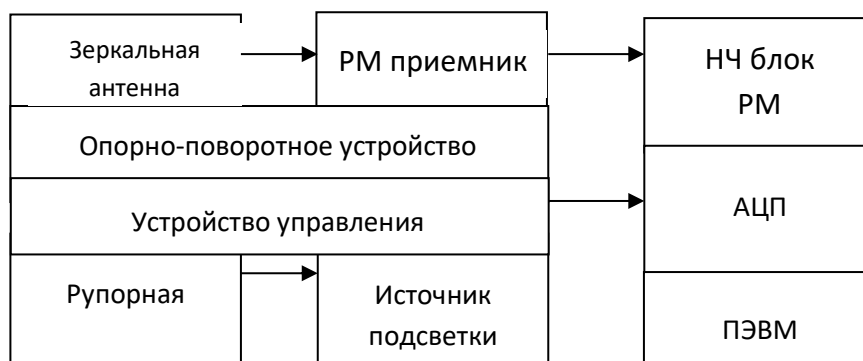


Рисунок 1. - Структурная схема РМИК ММДВ

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) обеспечивает согласование РМ приемника с ПЭВМ, преобразуя медленно меняющееся напряжение с аналогового выхода РМ в цифровую последовательность. АЦП является многоканальным и допускает проведение одновременных измерений и параллельной обработки сигналов 8 каналов (датчиков).

Все компоненты РМИК используют питающее напряжение промышленной сети (220В, 50Гц переменного тока). Потребляемая мощность РМИК при работе опорно-поворотного устройства – не более 300 Вт (в момент включения монитора и системного блока ПЭВМ потребляемая мощность кратковременно возрастает до 600 Вт). Для обеспечения устойчивого функционирования рекомендуется ПЭВМ подключать к сети через источник бесперебойного питания, выполняющий функцию фильтра.

Основным режимом получения РМИ является режим «автоматического» управления положением опорно-поворотного устройства. При этом сигнал с выхода аналогового канала РМ поступает на АЦП управляющей ЭВМ, а получаемые данные регистрируются в памяти ПЭВМ в виде относительных двоичных отсчетов (уровней сигнала) для каждой точки изображения.

Результат медианной фильтрации с шириной сглаживающего окна представлен в виде графика на рис.2, где тонкая кривая – данные без обработки, жирная кривая – результат медианной фильтрации.

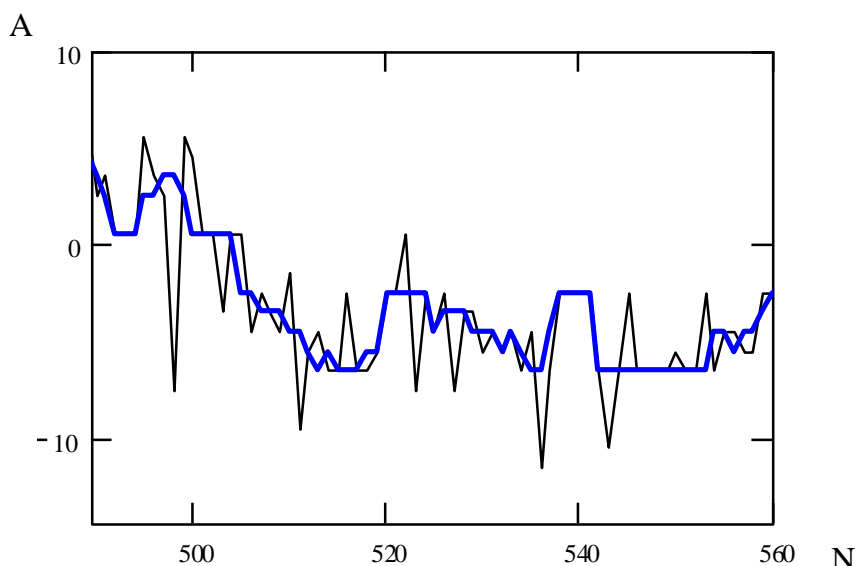


Рисунок 2. - Результат медианной фильтрации шумов АЦП и радиометра.

Таким образом, результаты проведенных экспериментальных исследований подтверждают высокую эффективность разделения каналов по ширине спектров сигналов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Быков В.Н. Моделирование процесса функционирования высокоточной системы управления летательных аппаратов // Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. Вип. 25. – Київ: НАНУ. – 2004. – С. 3–12.

2. Быков В.Н., Сотников А.М., Кожушко Я.Н. Обобщенная модель процесса функционирования матричной радиометрической корреляционно-экстремальной системы навигации миллиметрового диапазона / Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління. – 2009. – Вип.3(11). – С. 13–17.

3. Барсов В.И., Самсонов Ю.В. Анализ влияния ширины полосы сигнала «подсветки» наземных объектов на качество функционирования радиометрических информационных систем / Науково-технічний журнал «Наука і техніка повітряних сил Збройних сил України» В.І. Барсов, Ю.В. Самсонов. – Х., 2011. – Вип. 1(5). – С. 110–113.

4. Сотников А.М., Барсов В.И., Самсонов Ю.В. Метод совмещения радиометрического канала с активной шумовой «подсветкой» объекта/ Зб. наукових праць «Системи управління, навігації та зв'язку» / О.М. Сотніков, В.І. Барсов, Ю.В. Самсонов. – Х., 2011. – Вип. 4(20). – С. 31–34.

БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

РОЛЬ КОЖНОГО ПОКРОВА ЖИВОТНЫХ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ ДИСПЕПСИЕЙ ОСОБЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Гузенко В.В., Чугуй Е.А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Лисиченко Н. Л.

Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко им. П. Василенко (61002,
Харьков, ул. Алчевских, 44, каф. БМИТЕ, тел. (057) 712-42-32)

E-mail: tte_nniekt@ukr.net

Methods of treating animals are carried out by exposure to informational electromagnetic radiation on biologically active points (BAP) of the skin of animals. The advantages of the method include the simplicity of the procedure, profitability, the absence of an allergic reaction or any other complications. It also turned out that the method can complement or replace many drug therapies

Введение. В коже представлены многочисленные структуры, передающие информацию регуляторным системам организма различными способами – нервная передача, гуморальные сигналы, презентация антигенов клеткам иммунной системы. К ним относятся рецепторы нервной системы (механорецепторы, ноцицепторы, свободные нервные окончания и т. д.), клетки диффузной нейроэндокринной системы (клетки Меркеля), фибробласты, клетки Лангерганса (антигенпрезентирующие клетки моноцитарно-макрофагального ряда), тучные клетки, клетки крови микроциркуляторного русла кожи. Изучение состояния кожных покровов происходит с помощью разных методов дерматоскопии [1].

Суть работы. Изучение особенностей иммунного ответа на внедрение антигена в организм показало, что положительный исход заболевания напрямую зависит от достаточной скорости воспроизводства Т-лимфоцитов и антител. Кроме того, как показали исследования, необходимо увеличить мембранную проницаемость для активации киллерного действия T_E -лимфоцитов-эффекторов и макрофагов по отношению к зараженным клеткам. Обычно для этой цели использовался хлористый кальций, однако в последнее время в ряде работ показано, что излучение миллиметровых волн способно эффективно влиять на проницаемость клеточной мембраны, а также инициировать синтез АТФ (адезинотрифосфат) в клетках.

В коже также содержится большое количество тучных клеток, которые участвуют в осуществлении защитной функции организма от действия патогенов – в быстродействующем запуске воспалительного процесса и реакций гиперчувствительности при контакте с антигенами. Тучные клетки (мастоциты, лаброциты) – высокоспециализированные иммунные клетки соединительной ткани позвоночных животных участвуют в адаптивном иммунитете и скапливаются в местах наиболее

вероятной встречи с патогенами среды – рассеяны по соединительной ткани организма, особенно под кожей.

Полиморфноядерные лейкоциты (нейтрофилы) – это подвижные короткоживущие клетки, циркулирующие в кровяном русле. Пассивно циркулируя в кровяном русле, они способны быстро подходить к инфицированной ткани и уничтожать патогены. Модуляция функций иммунной системы со стороны нервной системы может происходить несколькими способами: путём иннервации органов иммунной системы, путём изменения уровня нейrogормонов в кровяном русле и с вовлечением нейроэндокринной системы регуляции. Влияние на функции иммунокомпетентных клеток со стороны нервной системы может осуществляться опосредованно, через сложную систему нейроэндокринной регуляции. Экспериментально установлено, что нейроэндокринная система животных проявляет высокую чувствительность к воздействию электромагнитного излучения ЭМИ в КВЧ диапазоне [2, 3].

Выводы. Методы лечения животных осуществляются воздействием информационного электромагнитного излучения на биологически активные точки (БАТ) кожного покрова животных. К достоинствам метода следует отнести простоту процедуры, экономичность, отсутствие аллергической реакции или каких – либо других осложнений. Метод может дополнять или заменять многие медикаментозные методы лечения. Рассмотрев возможные механизмы воздействия ЭМИ КВЧ на иммунную систему биологического объекта, можно синтезировать гипотетическую схему действия ЭМИ на уровне организма, используя известные данные и сделанные предположения. Необходимо дальнейшее изучение непосредственного воздействия КВЧ-излучения на кожное депо лимфоцитов и тучные клетки, а также БАТ как возможного эффективного механизма стимуляции иммунной системы животных.

Список литературы

1. Исаева О.А. Разработка автоматизированной системы для видеодерматоскопии / О.А. Исаева, О.Г. Аврунин // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 165 – 166.
2. Черенков А. Д. Применение низкоэнергетических ЭМП для управляющего воздействия на биофизические процессы в биологических объектах / А. Д. Черенков, О. Г. Аврунин // Общегосударственный научно-производственный журнал. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2014. – С. 62 – 66.
3. Сакало С.М., Семенец В.В., Азархов О.Ю. Надвисокі частоти в медицині (терапія і діагностика): Навч. посіб. – Х.: ХНУРЕ; Колегіум, 2005. – 264 с

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ

Басанець Д. А.

Науковий керівник – дтн доцент Палагін В. А.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ)

E-mail: denys.basanets@nure.ua

The given work is devoted to the analysis of the use of capsule endoscopy for gastrointestinal examination. We examined the advantages of this method and compared with existing analogues. The work include the structure of typical capsules and possible modifications.

Капсульна ендоскопія - метод обстеження шлунково-кишкового тракту за допомогою мініатюрної капсули з вбудованою відеокамерою, яку пацієнт проковтує як звичайну таблетку. Це сучасний, безпечний і комфортний метод обстеження [1]. Пересування по кишечнику здійснюється внаслідок його перистальтики, при цьому капсула рухається самостійно, без сторонніх зусиль. Пацієнту надається одноразова капсула, яку він випиває, запиваючи достатньою кількістю води. Період її проходження по всіх відділах шлунково-кишкового тракту може відбуватися протягом 10 годин. У існуючих електронних пристроїв для дослідження шлунково-кишкового тракту є багато недоліків. Капсульна ендоскопія перекиває їх та має свої переваги: - процедура не викликає страху і є абсолютно безболісною; - має високий ступінь діагностики патологічного процесу; - просування капсули не дає ніяких клінічних проявів, відчуття хворобливості і дискомфорту; - на відміну від звичайної гастроскопії шлунку, таблетка проникає в ті сегменти кишечника, куди зонд не має доступу; - раннє виявлення патологічних процесів; - неспішна обробка результатів обстеження, дозволяє доктору, ретельно вивчити отриману інформацію; - при проведенні такої форми гастроскопії, повністю виключається травмування стінок кишечника. До основних недоліків цієї процедури можна віднести: - неможливість забору матеріалу для проведення біопсії; - провести невелике лікування з приводу видалення папіломи, неможливо; - висока вартість процедури, що не дозволяє зробити загальнодоступною [2]. Розглянемо структуру сучасної капсули для ендоскопії, яка зображена на рисунку 1.1 [3].



Рисунок 1.1 – Структура капсули

До складу капсули входять чотири світлодіоди, лінза, мікросхема кольорової камери, дві батареї, радіочастотний передавач і антена. Камера створена на основі CMOS-матриці (CMOS - complementary metal oxide semiconductor - комплементарний метало-оксидний напівпровідник). Такому типу матриці потрібно значно менше потужності, ніж CCD-матриці (прилад із зарядовим зв'язком), вбудованої в відео ендоскопи і цифрові камери, тому вона може працювати при дуже низькому рівні освітлення.

Капсула реєструє зображення тонкої кишки з частотою два кадри в секунду і передає дані на радіо-частотах на записуючий пристрій, що знаходиться на поясі пацієнта. Як тільки запис завершено, дані з записуючого пристрою обробляються на комп'ютерній робочій станції, програмне забезпечення якої дозволяє провести повний аналіз отриманого зображення на комп'ютерному екрані. Капсула одноразова, виводиться з організму природним шляхом. В середньому, протягом 8-годинного дослідження записується 50 000 кадрів [4].

Результати дослідів є непоганими, але для отримання додаткової інформації та фактів можна додати до структури другу камеру на іншому кінці капсули. Так спеціаліст зможе досліджувати шлунково-кишковий тракт з обох сторін і буде менш шансів щось пропустити. Також зупинка капсули може допомогти дослідникам уважно оглянути запальну ділянку та зробити висновок. Для цього по боках капсули можна використати електроактивний полімер, який під дією електричного струму буде збільшувати капсулу в діаметрі. Радіо зв'язок не є зараз найзручнішим методом передачі даних, тому необхідно дослідити інші діапазони частот передачі інформації. Крім того, зважаючи на досить високу вартість таких капсул, можна створити ряд різних моделей придатних для отримання інформації про окремі властивості шлунково-кишкового тракту, які будуть більш доступними, а також створити конструкцію багаторазового використання зі змінним зовнішнім корпусом. Тобто сучасні аналоги мають свої недоліки, тому є ще на чим працювати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Капсульна ендоскопія [Електронний ресурс]// Режим доступу <https://capsuleendoscopy.ru/> - 05.01.2020 г. – Назва з екрану.
2. Гастроскопія шлунку [Електронний ресурс]// Режим доступу <https://gastro911.com/diagnostika/analizi/gastroskopiya-bez-zonda.html>, - 06.01.2020 г. – Назва з екрану.
3. Структура капсули [Електронний ресурс]// Режим доступу <https://rg.ru/2015/07/29/tabletka.html>, - 08.01.2020 г. – Назва з екрану.
4. Опис капсули [Електронний ресурс]// Режим доступу <http://ilab.xmedtest.net/?q=node/3146>, - 08.01.2020 г. – Назва з екрану.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕКСТИЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗВИТИЯ ХОЛИНЕРГИЧЕСКОЙ КРАПИВНИЦЫ

Трубицын А.А.¹ Галкин П.В.¹

Научные руководители: д.т.н., проф. Аврунин О.Г.¹,
д.м.н., проф. Клименко В.А.²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Биомедицинской инженерии,
тел. (057)-702-13-64) e-mail: d_bme@nure.ua

²Харьковский национальный медицинский университет
(61022, Харьков, пр. Науки, 4, каф. Пропедевтики педиатрии №2,
тел. (057)-707-73-38) e-mail: klymenkoviktorii@gmail.com

For many years, urticaria has been one of the pressing, but least studied, problems in pediatric allergology. Symptoms of urticaria, especially itching, greatly affect the quality of life of patients. To analyze the life history of a patient with an atopic disease, it is possible to use elements of “smart clothing” containing electronic textile fabrics, which can give the doctor important diagnostic information to develop recommendations for further treatment strategies. Currently, the use of electronic textiles is increasingly used as elements of everyday clothing, including for solving medical problems.

На протяжении многих лет крапивница является одним из часто встречаемых, но в то же время наименее изученных заболеваний в детской аллергологии. Симптомы крапивницы, особенно зуд, сильно влияют на качество жизни пациентов, приводят к нарушению сна и дневной активности, тревожности, депрессии. Холинергическая крапивница (Хк) – тип крапивницы, характеризующийся появлением мелких волдырей в результате стимуляции потоотделения из-за увеличения температуры тела (например при физической нагрузке) или эмоционального стресса. У пациентов с Хк часто присутствуют сопутствующие атопические заболевания (атопический дерматит, анафилаксия и др.) [1].

Для анализа анамнеза жизни пациента с атопическими дерматитами возможно применение элементов, так называемой, “умной одежды”, содержащей ткани электронного текстиля, что может дать врачу важную диагностическую информацию для наблюдения в динамике и выработки рекомендаций для дальнейшего лечения. Использование электронного текстиля находит все большее применение для решения медицинских задач. Измерение уровня влажности (потоотделения) пациента возможно с использованием резистивных и емкостных датчиков на основе электронного текстиля с PEDOT-PSS/PAN нановолокнами, PEDOT-PSS/полиамидами, PEDOT-PSS/лайкрой; тканей, содержащих полисульфон (PES), polysulfone (PSF) [2].

Также устройства, использующие такие волокна, могут быть изготовлены в виде браслета для измерения пульса или уровня кислорода в

крови, или быть интегрированы в повязку для постоянного контроля процесса заживления.

Для уменьшения негативного влияния тепла и влаги на встроенные в ткань электронные компоненты должно быть реализовано свойство «дышащей ткани», что может решаться использованием многослойной комбинации тканей на основе влагоотводящего двухслойного гидрофильного мембранного нановолокна и гидрофобной мембранной хлопковой ткани [3]. Каждый слой ткани обладает определенными свойствами: первый слой ткани из волокна гидрофильного полиакрилонитрила (PAN) непосредственно соприкасается с кожей и впитывает влагу; промежуточный слой из гидрофильного ПАБ нановолокна поглощает пот из PAN слоя и распределяет его по своей поверхности; слой гидрофобной "дышащей хлопчатобумажной ткани" предотвращает попадание влаги на электроды.

Развитие изделий на основе электронного текстиля, связано с проведением исследований нетоксичности используемых материалов, сохранения рабочих характеристик при санитарной обработке, износостойкости, устойчивости к растяжениям, компоновки электронных узлов и увеличения сроков службы [4]. Также необходимо развитие технологий доказательного контроля состояния пациента в динамике на основе анализа изображений [5, 6]. Дальнейшее совершенствование технологий применения электронного текстиля в медицине способно привести значительным достижениям при мониторинге состояния здоровья людей с хроническими заболеваниями кожи.

Литература

1. Колхир П.В. Эффективность дапсона в лечении тяжелой хронической холинергической крапивницы / П.В. Колхир, О.Ю. Олисова, Н.Г. Кочергин // Эффективная фармакотерапия. – 2013. – Т.8.
2. Gonçalves C. Wearable E-Textile Technologies: A Review on Sensors, Actuators and Control Elements / Gonçalves C., Ferreira da Silva A., Gomes J., Simoes R. // Inventions. -- 2018. -- Том. 3.
3. Yang W. All-fiber tribo-ferroelectric synergistic electronics with high thermal-moisture stability and comfortability / Weifeng Yang, Wei Gong, Chengyi Hou, Yun Su // Nature communications. – 2019. – Том. 10.
4. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации/ Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Технічна електродинаміка-2010. – С. 258-261.
5. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблеми інформаційних технологій. – Херсон: ХНТУ, 2013. – №13. – С. 99 – 104.

ДОСЛІДЖЕННЯ СКОРОЧЕНОГО ТЕСТУ НА ПРОФЕСІЙНЕ ВИГОРАННЯ

Кіряк А. О.

Науковий керівник – д.т.н. проф. Перова І. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії, тел.)

e-mail: anastasiiakiriak@nure.ua

Professional burnout - a set of negative experiences associated with work, the team and the entire organization as a whole. It manifests itself in the depletion of psychophysiological resources necessary for the successful implementation of professional activities. One of the types of Professional personality deformation.

Професійне вигорання почали розглядати як шкідливе та небезпечне для психіки людини явище ще у 60-их роках 20 сторіччя у США, першими досліджуваними стали працівники притулків та благодійних організацій. З часом, ці люди відчували невдоволеність від власної праці, роздратованість, втратили бажання працювати та відчуття корисності того, що вони робили. Це лише малий перелік проявів професійного вигорання. Офіційно термін “burnout” (на українську перекладається як «вигорання») був запропонований у 1974 році американським психіатром Г. Фрейденбергом [1].

У сучасній науці цим терміном називають складну психологічну та фізіологічну реакцію організму на довгий стрес, який виникає при трудовій діяльності типу «людина-людина».

У 1982 році американський соціальний психолог Христина Маслач створила тест на виявлення професійного вигорання, так званий МВІ (Maslach Burnout Inventory), який має декілька варіацій в залежності від професії хворого. Вона виділяє 4 стадії розвитку синдрому:

- 1) ідеалізм та завищені вимоги до себе;
- 2) психологічне та емоційне виснаження;
- 3) дегуманізація як спосіб захисту;
- 4) відраза від пацієнтів, друзів, себе [2].

Синдром має не тільки психічні, а ще й фізичні наслідки: втрата апетиту або навпаки поява зайвої ваги, безсоння, виразка, головний біль, тощо. Дослідження виявили, що у групу ризику потрапляють жінки, пенсіонери, співробітники, які працюють з великим потоком людей кожного дня, вразливі та емоційно нестабільні особистості.

Стандартний тест МВІ складається з 22 питань, які охоплюють три важливі аспекти емоційного життя працюючої людини: емоційне виснаження, деперсоналізацію (втрата комунікативних навичок) та редукцію особистих досягнень. Особливістю тесту є те, що перші дві шкали сформовані повністю негативно, а третя – повністю позитивно. Дослідження показали, що виснаження та цинізм (які оцінюються

першими двома шкалами) дійсно є признаками емоційного вигорання, але особистісні досягнення відносяться більше або до попередніх причин виникнення синдрому, або до його наслідків [2].

Існує адаптований тест на виявлення професійного вигорання, побудований на основі стандартного тесту Маслач. Він складається з 16 питань (на групу А припадає 5 питань, на групу В 5, на групу С – 6), методика проведення нічим не відрізняється від стандартної.

На кожне запитання опитуваний дає відповідь за шкалою від 0 – ніколи, до 6 – завжди.

На основі нового тесту було проведено дослідження професійного вигорання викладачів медичних вузів (105 людей) та працівників швидкої допомоги (85). Дослідження проводилося за трьома напрямками: емоційне виснаження (підгрупа А), деперсоналізація (підгрупа В), редукція особистісних навичок (підгрупа С). На першому етапі підсумували значення кожної групи питань для кожного опитуваного. На другому етапі ця сума порівнювалася з граничними значеннями (начальний рівень відповідає 0, середній – 1, високий – 2). Потім був проведений підсумок за групами та усі опитувані розділилися на три групи: люди без ознак вигорання, група препатології та люди з ознаками вигорання.

На основі програмного забезпечення Piton була створена модель лінійної регресії з точністю $90 \pm 2,8\%$. В результаті проведеної роботи ми отримали найбільш інформативні питання для групи 1 (препатологія) та групи 2 (синдром вигорання) окремо для викладачів медичних вузів та працівників швидкої допомоги. Питання розглядалися з урахуванням статі опитуваних та їх віку. Вдалося з'ясувати, що для двох груп опитуваних інформативними у кожній підгрупі є різні питання, які іноді дають перетин. Це можна пояснити тим, що працівники медичних закладів є більше викладачами, ніж медиками, хоча й зобов'язані мати вищу медичну освіту, а працівники швидкої допомоги працюють з хворими людьми кожен день, тому навантаження на психіку трохи більше.

Робота допомогла протестувати роботу скороченого тесту та виявила найбільш інформативні питання адаптованого тесту Х. Маслач.

Перелік використаної літератури:

1) Водопьянова, Н.Е., Старченкова, Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика [Текст] / Н.Е. Водопьянова, Е.С. Старченкова. – СПб. : Питер, 2008. – 336.

2) Professional burnout: recent developments in theory and research. Edited by Wilmar B. Schaufeli, Christina Maslach and Tadeusz Marek. – Washington, DC: Taylor and Francis, 1993

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ КАПИЛЛЯРОСКОПИИ

Ковалева А.А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Аврунин О.Г.

Харковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Радиотехники, тел. (057) 702-00-00)
e-mail: anastasiia.kovalova@nure.ua.

The possibilities of optical capillaroscopy to determine microcirculatory disorders are considered. Methods for evaluating microcirculation by measuring the size of a pillar and its departments, as well as the speed of capillary blood flow, are proposed. The physical model of the capillary is considered, as well as the classification of the stages of microcirculation disturbance, which is used to form a medical conclusion about the severity of hemodynamic disorders. For the system of computer capillaroscopy, methods for calibrating and segmenting images of microvessels are proposed.

Keywords: microcirculation, optical capillaroscopy, image processing.

Изучение системы сосудистой микроциркуляции важно для диагностики, оценки тяжести и характера течения патологических процессов в организме человека, контроля эффективности лечения. Для этого применяют биомикроскопические методы исследования капиллярного кровотока. Одним из наиболее актуальных и перспективных методов является оптическая капилляроскопия ногтевого ложа[1]. Метод позволяет на доказательном уровне выявить особенности функционирования системы периферического кровообращения по состоянию капилляра[2] и оценить эффективность лечения по агрегационному состоянию крови, состоянию реологии крови в гематологической практике. Общепринятым фактом является схожесть состояний микроциркуляторного русла во всем организме. Также известна классификация нарушений микроциркуляции для формирования медицинского заключения о степени выраженности расстройств гемодинамики. Она создана на основе количественных характеристик. Однако современные методики оптической капилляроскопии достаточно тяжело поддаются полной автоматизации из-за сложности восприятия картины микрососудистой сети, обладающей высокой степенью индивидуальной вариабельности. Качественная оценка или рутинные подсчеты при анализе капилляроскопической картины вручную обладают существенной долей субъективизма. Поэтому, целью исследования является оценка возможностей автоматизированного анализа капилляроскопической картины для изучения микроциркуляции.

Экспериментальные исследования проводилось с помощью аппарата Viobasegroup WXH-8 1004C, YOUMEDTECHco., etl., В ходе эксперимента под наблюдением находились добровольцы молодого возраста.

Исследование проводилось на безымянном пальце левой руки. В данной работе исследовались возможности определения важнейших характеристик микроциркуляторного русла [3].

Для проведения прецизионных измерений использовался метод определения размеров эталонных микрообъектов с помощью калибровочного слайда. В результате процедуры калибровки было выяснено, что линейный размер пикселя в проводимых исследованиях составил 0,75 мкм. Предварительная обработка изображений заключалась в проведении усредняющей фильтрации для устранения муар-эффекта [4, 5]. Проводилась гистограммная коррекция изображения для повышения контрастности при визуализации капилляров. Сегментация полученных изображений проводилась с учетом априорной информации о преобладании красного канала при их визуализации, что явилось критерием однородности для проведения цветового отделения области объектов от фона. Скорость V_c капиллярного кровотока определялась по зафиксированным видеофрагментам с движением эритроцитов по капиллярам с учетом длины измеряемого участка капилляра и количества кадров видеофрагмента при определенной частоте кадров. По проведенным измерениям скорость капиллярного кровотока составила $0,35 \pm 0,12$ мм/с, что в целом согласуется с данными других авторов [1, 2].

ВЫВОД. Метод оптической капилляроскопии достаточно известен, однако не распространен в клинической практике из-за малой степени автоматизации. Этот метод требует обязательной калибровки и компенсации геометрических искажений на выходных изображениях. Перспективой работы является разработка метода получения данных о микроциркуляции на основе оптической капилляроскопии с максимальной степенью автоматизации и комплексного использования как визуальных, так и функциональных методов исследования.

Литература

- [1] Jung P, Trautinger F. Capillaroscopy. *J Dtsch Dermatol Ges* 2013;11:731–6.
- [2] Fischer A, du Bois R. Interstitial lung disease in connective tissue disorders. *Lancet*.2012;380(9842):689–698.
- [3] Features of medical image processing / Ya. V. Nosova, M. Y. Tymkovych, A. A. Kovalova, Jiao Hankun, N. O. Shushliapina // Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology, Warsaw, Poland. – 2019.–Vol.1. – P. 17-19.
- [4] Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблемы информационных технологий.– Херсон: ХНТУ, 2013.– №13.– С. 99 – 104.
- [5] Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Технічна електродинаміка. – 2010. – С. 258-261.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ АВТОКЛАВА

Трубчанинов Р.М.,

Научный руководитель –стар. препод.Скляр О.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. БМИ, тел. (063)-819-70-81)

Autoclaves are used for scientific research (laboratory autoclaves), in medicine, biology, metallurgy, chemical, rubber, food industry, in the production of building materials.

The main part of the autoclaves used in medicine and biology - is hermetically closed tank with double walls that withstand high pressure. If the sterilization process is carried out without the influence of high pressure, then use the term sterilizer or oven. Medical autoclaves are used to sterilize surgical dressings and tools, utensils and some devices for the cultivation of microorganisms, disinfection of infected material, the destruction of cultures of pathogenic microorganisms, when creating products from carbon fiber, to give them solid forms. (Water vapor chamber) pour distilled water. When heated, steam enters the sterilization chamber, increasing the pressure and temperature (above 100 ° C).

В данной работе была проведена модернизация стерилизатора с целью повышения объединения всех анализирующих датчиков и компонентов под один микропроцессор Stm32.

Чтобы реализовать автоматическое управление большинства электронных устройств, в настоящее время чаще всего требуется использование микроконтроллеров. Для достижения цели создания автоматической системы управления автоклавом в нашей работе достаточно использования 8-разрядного микроконтроллера.

Для управления автоклавом был выбран микроконтроллер AT89C51-24JC. Выбранный микроконтроллер представлен на рис. 1.



Рисунок 1 - Микроконтроллер AT89C51-24JC

Также были подобраны компоненты:

- Вакуумный насос PVM-1
- Жидкокристаллический индикатор HD44780 фирмы hitachi
- Вибрационно-поршневой насос ULKA NME4 фирмы ULKA
- Электромагнитный водопроводный клапан серии NT8078
- Цифровой термометр DS1621 фирмы DallasSemiconductor
- Аналоговый датчик температуры MPX4115 фирмы FreescaleSemiconductor.

Также была разработана структурная схема управления устройства, показанная на рис. 2.

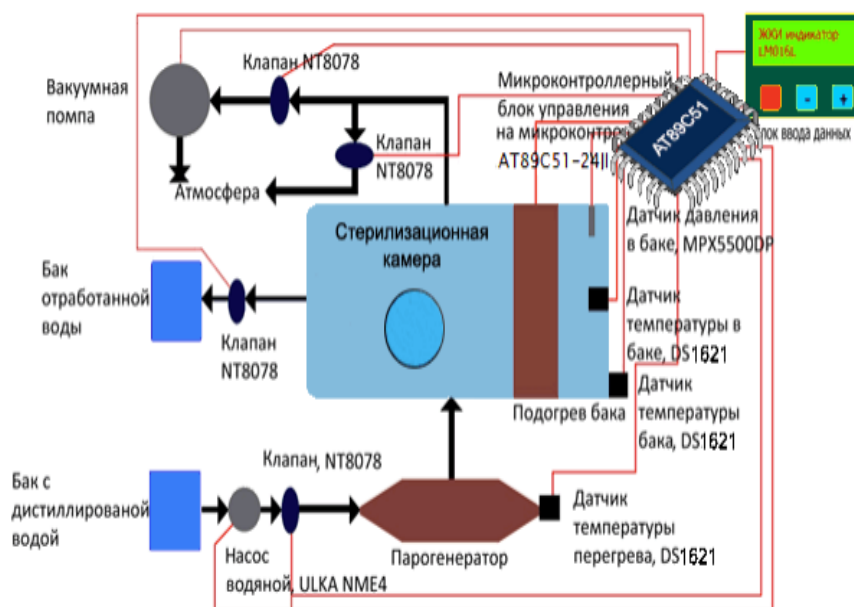


Рисунок 2 Структурная схема управления устройства

На данной структурной схеме видно, что все управление лежит в основе всего одного микроконтроллера AT89C51-24JC. Что дает уменьшение в стоимости устройства, уменьшение его габаритов и увеличение быстродействия.

Перечень ссылок:

1. С.Е. Голик «Микропроцессорные устройства», Санкт-Петербург, Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007;
2. С.Е. Голик, «Микроконтроллеры: архитектура и программирование», Санкт-Петербург, Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006;
3. AVR микроконтроллеры [Электронный ресурс] – URL: (Дата обращения: 17.12.2016) <http://avrdevices.ru/>;
4. [Электронный ресурс] – URL: (Дата обращения: 12.1.2016) <http://elektrocode.com/>;

ВОЗМОЖНОСТИ ГИСТОГРАММНОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОПРЕПАРАТОВ ПЕЧЕНИ

Стукало К.И., Черникова И.В.

Научные руководители – д.т.н., проф. Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057) 702-00-00)

e-mail: khrystyna.stukalo@nure.ua, iryna.chernikova@nure.ua

д.м.н., проф. Петренко А.Ю.

Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины
61016, Харьков, ул. Переяславская 23, тел. (057) 373-59-52

The ratio between the number of cells on liver microperarates in norm and in a result of the experiment is presented. The goal was achieved using preliminary automated image analysis. Histograms were plotted and analyzed, and rough image segmentation was done. Perspectives for further work are presented.

В настоящее время важным является облегчение анализа медико-биологических изображений [1, 2]. Для этого необходимо разработать автоматизированные методы их корректной обработки [3, 4]. Уже существует достаточное количество подобных систем, но ни одна из них не является универсальной, поскольку каждый тип изображения имеет свои особенности, такие как неоднородность фона, расположение объектов и их форма [5, 6]. Поэтому данная работа является актуальной, так как направлена на автоматизацию рутинных биомедицинских исследований.

Целью работы являлось установление соотношения между количеством клеток на микропераратах в норме и на микропрепаратах, полученных в результате эксперимента, связанного с криоконсервированием. Особенностью рассматриваемых изображений является близкое расположение клеток, существенно затрудняющее их отдельную сегментацию, и большое количество темных фрагментов, соответствующих клеточным ядрам. На предварительном этапе анализа изображений микропрепаратов проведено построение гистограмм яркостной составляющей исследуемых изображений и последующая оценка распределения уровней интенсивности. Анализ гистограмм проводился на основе априорной информации об изображениях путем определения глобального M и локального L максимумов интенсивности и определения порога T интенсивности для сегментации ядер (участков с низкой интенсивностью) на середине отрезка между глобальным и локальным максимумами, соответственно.

Далее, для того чтобы не производить разметку обнаруженных мелких фрагментов, площадь областей, занимаемых ядрами, можно оценить

интегрируя часть гистограммы, соответствующую темным участкам изображения, расположенную слева от порога интенсивности T . Количество же клеточных ядер можно посчитать условно, опираясь на значение их среднего размера на микропрепарате.

Опираясь на результаты проведенных исследований, можно установить, что площади под огибающей гистограммы, соответствующей области объектов, существенно (до 30%) превосходит аналогичные площади при норме.

Учитывая методические погрешности, связанные с проведением морфологических операций на растровой структуре изображения, можно утверждать, что на экспериментальных препаратах обнаруживается не менее, чем на 20% больше клеток, чем в норме. Более точный расчет возможен в перспективе после разметки клеточных ядер и их точного подсчета. Таким образом, можно утверждать, что на микропрепаратах с большим количеством небольших по площади микрообъектов можно проводить подсчет их количества по бинарной характеристической функции, зная усредненный размер изучаемых микрообъектов.

Литература:

1. Аврунин О.Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.

5. Щапов П.Ф. Получение информационной избыточности в системах измерительного контроля и диагностики измерительных объектов / П.Ф. Щапов, О.Г. Аврунин // Український метрологічний журнал. – 2011. – № 1. – С. 47-50.

3. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х.И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблеми інформаційних технологій.– Херсон: ХНТУ, 2013.– №13.– С. 99 – 104.

4. Oleg G. Avrunin, Natalia O. Shushlyapina, Yana V. Nosova, WojciechSurtel, AronBurlibay, MaralZhassandykyzy. Method of expression of certain bacterial microflora mucosaol factory area. Proc. SPIE 9816, Optical Fibersand Their Applications, 2015, 98161L (December 18, 2015), doi:10.1117/12.2229074

5. Аврунин О. Г. Визуализация верхних дыхательных путей по данным компьютерной томографии/ О.Г. Аврунин //Радиоэлектроника и информатика.– 2007. – № 4. – С. 119–122. 7.

6. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Технічна електродинаміка. – 2010. – С. 258-261.

ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Кощей А.В.

Научные руководители – к.т.н., доц. Жемчужкина Т.В.,

к.т.н., доц. Носова Т.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057) 702-13-64)
e-mail: oleksandra.koshchei@nure.ua.

The work is devoted to the analysis of electromyographic signals in order to differentiate patients with low back pain. The electromyographic signal is a random non-stationary signal. It is advisable to use the methods of nonlinear dynamics for its analysis. The entropy approach can be used to analyze time series. Entropy has many interdisciplinary applications. Typically, biological time series are complex data needed to be converted into useful information. Nonlinear analysis using fractal geometry and random walk theory has proven useful in analyzing time series.

Боль в пояснице (БП) является одной из самых распространенных видов скелетно-мышечной боли. Сердечно-сосудистые проблемы при хронических заболеваниях БП считаются наиболее опасными для здоровья человека. Одной из физических характеристик субъектов с хронической болью в пояснице является повышенная утомляемость мышц разгибателей спины во время теста на выносливость нижней части спины. Клиническая оценка БП важна для объективной идентификации субъектов с болью и оценки эффективности терапевтических вмешательств. Поверхностная электромиография (ЭМГ) является относительно простым и недорогим, но при этом достаточно эффективным методом диагностики заболеваний у пациентов с жалобами на БП [1].

Большинство случайных сигналов на практике имеют в целом нестационарный характер, в том числе и сигнал поверхностной ЭМГ. В [2] показано, что интервал стационарности ЭМГ сигнала менее 20 мс. В связи с чем предлагается использовать методы нелинейной динамики для анализа сигналов ЭМГ [3]-[4].

Энтропийный подход может быть использован для анализа временных рядов. В [5] авторы исследовали временные ряды, порожденные электрической активностью мышц спины здоровых людей и с БП с целью разработки инструмента оценки БП.

Энтропия – мера неопределённости, величина обратная количеству информации. В теории информации энтропия Реньи – обобщение энтропии Шеннона – является семейством функционалов, используемых в качестве меры количественного разнообразия, неопределённости или случайности некоторой системы. Если некоторая система имеет дискретное множество доступных состояний $X = \{x_1, \dots, x_M\}$, которому соответствует распределение вероятностей p_i для $i=1, \dots, M$ (p_i – вероятности пребывания

системы в состояниях x_i), тогда энтропия Реньи с параметром β (при $\beta \geq 0$ и $\beta \neq 1$) системы определяется как:

$$S(\beta) = \frac{1}{1-\beta} \ln \left(\sum_{j=1}^M p_j^\beta \right).$$

В [5] авторы показали зависимость энтропии от длительности временного интервала. Для более длительных временных интервалов ($0,01 \text{ c} < t < 1 \text{ c}$) энтропии демонстрируют плато. Плато возникает при значении энтропии значительно ниже максимально возможного значения энтропии ($\ln M$). Следовательно, оно не является артефактом способа, которым мы оцениваем энтропию, а является внутренним свойством временного ряда.

Зависимость энтропии от времени представляет собой потенциальный инструмент для дифференцирования здоровых людей и людей с БП. Значения энтропийного плато выше у здорового человека, чем у человека с БП. Вопрос о том, является ли энтропия полезным инструментом диагностики БП, требует дальнейшего изучения с участием больших групп людей, сопоставимых по возрасту, полу, индексу массы тела и т.д.

Литература

1. Zhemchuzhkina, T.V., Nosova, T.V., Pinaieva, O.Y., Wójcik, W., Tergeuszova, A. Designing a biomedical electromyographic complex with a pain level control / Wójcik, W., Pavlov, S., Kalimoldayev, M. (eds) Information Technology in Medical Diagnostics II, CRC Press, London, 2019, pp. 229-235. <https://doi.org/10.1201/9780429057618-27>.
2. Шпакович, Ю.С., Жемчужкина, Т.В., Носова, Т.В. "К вопросу о применимости методов анализа электромиографических сигналов", Вісник Національного технічного університету "ХПІ", 21 (1243), pp. 117-123, 2017. <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2017.21.10>.
3. Zhemchuzhkina, T.V., Zlepko, S.M., Nosova, T.V., Semenets, V.V., Kirichek, O.V., Maciejewski, M., Ormanbekova A. Application of EMG-signal phase portraits for differentiation of musculoskeletal system diseases / Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019, 1117632 (6 Nov. 2019); <https://doi.org/10.1117/12.2537338>.
4. Топчий, В.С., Жемчужкина, Т.В., Носова, Т.В. Статистический анализ показателей фазового портрета ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования заболеваний опорно-двигательного аппарата // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк, 2018. Випуск № 64. – С.217-222.
5. Kaufman, M., Zurcher U., Sung P.S. Entropy of electromyography time series // Physica A 386 (2007) pp. 698–707. doi:10.1016/j.physa.2007.07.045.

АДАПТИВНИЙ ПНЕВМООПТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ ПРОЛЕЖНІВ

Полтавець Ю.О.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Авер'янова Л.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64, e-mail:yulia.poltavets1@nure.ua)

There are a very large number of seriously ill people who are unable to move and are in hospitals or hospitals for a long time. Anyone who has been attached to a bed or wheelchair for a long time has risks of developing pressure ulcers. Pressure ulcers are caused by the pressure of the soft tissue on the surface between the protruding parts of the skeleton and the surface of the bed in a weakened and severely ill long-term stationary position. Any technical assistance to move these individuals is very important. This work describes the idea of development of tools for the prevention and treatment by reducing compression of skin and use of light.

У наш час у лікарнях знаходиться дуже велика кількість тяжкохворих, яким не можна рухатись і вони довготривалий час знаходяться у лежачому положенні. Будь-яка людина, яка довго прикута до ліжка наражається на небезпеку утворення пролежнів. небезпека зростає при великій обмеженості рухів і порушенні відчуттів.

Пролежень — змертвіння м'яких тканин на місцях, що містяться між виступаючими частинами скелета та поверхнею ліжка в ослаблених та тяжкохворих, що тривалий час перебувають у нерухомому положенні. Основні принципи профілактики пролежнів полягають в наступному: зменшення тривалого стиснення, тертя або зсуву, ретельний догляд, зниження вологості тощо. В цілому догляд за лежачим тяжкохворим є складним клінічним завданням, рішення якого можна спростити шляхом застосування технічних засобів реабілітації хворого.

Поширеним технічним способом попередження пролежнів є застосування протипролежневих матраців. З їх допомогою досягається зменшення здавлювання шкіри, збільшення площі опорної поверхні шкіри за рахунок регулювання тиску в матраці в залежності від ваги хворого. Регулярна зміна тиску в різних частинах матраца призводить і до зміни тиску на різних ділянках шкіри. Також їх можна застосовувати для масажу, але не звичайного, а з одночасним застосуванням світлолікування.

Для підвищення ефективності лікувальної дії можливо застосувати оптоелектронний пристрій «Барва», що містить панель з отворами, в яких встановлена система періодично розташованих світлових елементів у вигляді двовимірної матриці. Система управління має зовнішні пристрої введення-виведення: панель управління і дисплей.

Пропонується використати керований пневмоматрац у комбінації з фотонними матрицями, які розташовуються між пневмоелементами

матрацу. Матриці містять світлодіоди, які є джерелом ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювання.

Інфрачервоне випромінювання (теплове випромінювання, інфрачервоні промені) проникає у тканині організму глибше, ніж інші види світлової енергії, що викликає прогрівання всієї товщі шкіри і почасти підшкірних тканин. Лікувальний ефект інфрачервоного опромінення визначається механізмом його фізіологічної дії - він прискорює зворотний розвиток запальних процесів, підвищує тканинну регенерацію, місцеву опірність і протиінфекційний захист. Терапевтична дія інфрачервоного випромінювання пов'язана з активною гіперемією шкіри, дозволяє використовувати цей фізичний фактор при негнійних запальних процесах, травмах суглобів і м'язово-зв'язкового апарату, для підсушування ран з рясним виділенням (трапляється на II- III ст.пролежнів), при відкритому методі лікування опіків.

Ультрафіолетове випромінювання по своїй активності значно перевершує випромінювання всіх інших ділянок світлового спектра. Разом з тим ультрафіолетові промені мають найменшу глибину проникнення в тканині - усього до 1 мм. Тому їхній прямий вплив обмежений поверхневими шарами ділянок шкіри. Ультрафіолетове опромінення підвищує активність захисних механізмів, нормалізує процеси згортання крові, поліпшує показники ліпідного (жирового) обміну. Місцеві опромінення застосовують при трофічних виразках шкіри, пролежнях, для лікування ран, інфільтратів, гематом.

Зазначені властивості світла обумовлюють високу їх ефективність в лікуванні та профілактиці даної патології, оскільки патологічний процес починається з неспецифічної фази - порушення мікроциркуляції крові і лімфи. Відновлення мікроциркуляції в ішемізованій зоні дозволяє усунути причину формування патології (профілактика) або забезпечити швидке одужання. Виходячи з механізму дії світла на організм людини, можна зробити висновок щодо відсутності негативних побічних ефектів і протипоказань до його застосування.

Аналізуючи наявну інформацію, можна передбачити, що позитивний ефект дії на поверхню тіла посилиться, якщо декомпресія шкіри та її світлова обробка будуть здійснюватись одночасно.

Предметом подальшого вивчення є обґрунтування режимів комбінованої дії багатоелементної пневматичної системи та матричних світлодіодних систем та розробки відповідного багатоканального блоку управління та конструкції профілактичного матрацу.

МЕТОД РОСПІЗНАВАННЯ ХВИЛЬ ТА КОМПЛЕКСІВ В КАРДІОСИГНАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ

Кампос-Діас Х.Г., Величко О.М.

Науковий керівник – д.т.н.проф. Бых А.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14 каф. Біомедичної інженерії, тел.
(057) 702-13-64

e-mail – khaver.kampos.dias@nure.ua

The recognition of ECG elements is an urgent task in terms of the complexity of detecting waves in signals that have deviations from normal. Current cardiogram methods are based on obtaining a high resolution signal, which in turn leads to the need to more accurately determine the numerical parameters of the cardio signal elements. ECG segmentation methods require pre-conversion of the signal (filtering), which leads to the loss of useful information and its features. Thus, finding ECG segmentation methods without pre-processing is an important task.

Вступ. Для отримання коректної інформації з кардіосигналу потрібно провести його попереднє перетворення. Це може бути фільтрація, завдання адаптивного порогу, загальне перетворення його характеристик за різними математичними операціями. При цьому втрачається точність в виділенні корисної інформації. В сучасних методиках – ця втрата незначна, але якщо ми аналізуємо нестационарну природу кардіосигналу інтервалом 24–48 годин, та намагаємося спрогнозувати схильність людини до серцевих патологій – це відіграє вирішальну роль.

Мета роботи. Нами запропоновано метод який сегментує кардіосигнал за чисельними характеристикам без попередньої обробки. Ця методика базується на технології безперервного вейвлет-перетворення сигналу:

$$\psi_{av}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

де $\psi(t)$ - материнський вейвлет, a – масштаб b – зсув за часом[1].

Для параметрів a та b функція $\psi_{ab}(t)$ – є вейвлетом, що продовжується материнським вейвлетом $\psi(t)$ за рахунок операції зсуву за часом b , та масштабом a [2]. Пряме безперервне вейвлет-перетворення сигналу $s(t)$ має вигляд:

$$W_s(a,b) = (s(t), \psi_{ab}(t)) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

Метою є програмна реалізація методу визначення хвиль ЕКГ на базі технології вейвлет-аналізу.

Сутність роботи. Для програмної реалізації методики нами запропоновано наступний алгоритм (рис. 1)

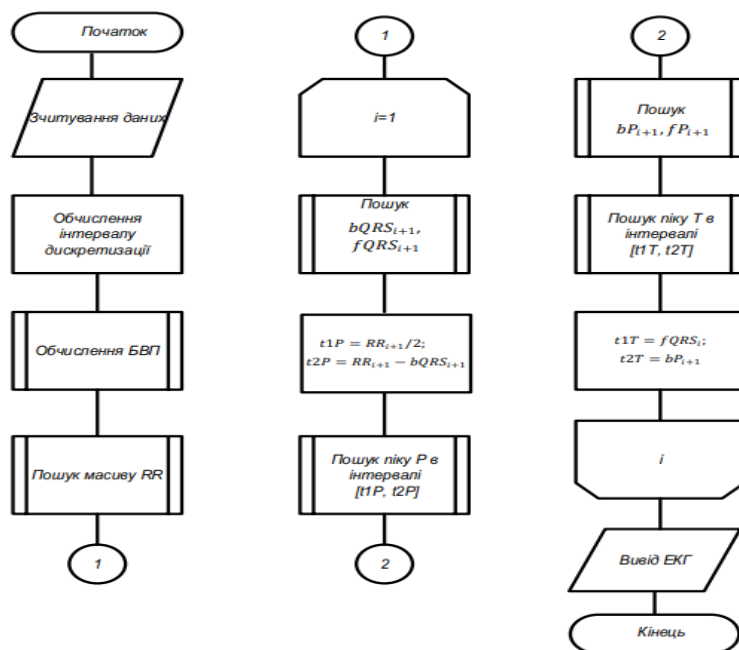


Рисунок 1 – Алгоритм сегментації хвиль на базі вейвлетного аналізу

Цифровий файл ЕКГ зчитується у масив y_i , потім обчислюється інтервал дискретизації T_d , що може бути використаний при розрахунку спектральних показників ЕКГ. Наступний блок призначений для обчислення БВП W_{ij} . Вихідними даними є двомірний масив RR_i , що містить часові відліки локальних максимумів bR_i і масштаби aR_i , на яких вони були знайдені. Фактично, інтервал між відліками дорівнює тривалості кардіоциклу. Наступний крок – обчислення початку $bQRS_i$ і кінця $fQRS_i$ як нулів функції W_{ij} на масштабі, що відповідає знайденому локальному максимумові RR_j . Пошук хвилі P як – $RR_i/2 - bQRS_2$, тобто справа від половини кардіоциклу до початку QRS-комплексу

Висновки. Метод сегментації кардіосигналу, за технологією вейвлет-аналізу, має дуже високу точність в виявленні чисельних характеристик сигналу. Нами проведено експериментальну роботу – для виявлення найбільш оптимального базисного вейвлету для виділення окремих хвиль сигналу (елементів ЕКГ). Опрацьовано більше 250 сигналів

Література:

1. Wanlut D.F. An introduction to wavelet analysis / D.F. Wanlut – London: Springer Science and Business Media, 2013 – 55p.
2. Strang G. Wavelets and filter banks / G. Strang, T. Nguyen – Philadelphia: SIAM, 1996 – 69p.

ОЦЕНКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ УФ-ДЕРМОСКОПИИ

Исаева О. А.

Научный руководитель –д.т.н., проф. Аврунин О. Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. БМИ, тел. (057) 702-13-64)

e-mail: olha.isaieva@nure.ua

The work is devoted to the modern method of diagnosing skin diseases – UV-dermoscopy. The stages of processing dermoscopic images are discussed. The main emphasis is placed on the methods of automated segmentation of dermoscopic images and the analysis of the errors arising from this. The processing of dermoscopic images is considered in detail. Digital dermoscopic images are described and analyzed. The main aspects of the automated analysis of dermoscopic image processing and the prospects of using such systems in medical practice are considered.

Введение. На сегодняшний день известен один из неинвазивных методов для диагностики заболеваний кожи – видеодермоскопия. Данный метод позволяет определить по цвету и форме кожного новообразования риск перерождения его в злокачественную форму.

Целью работы является анализ обработанных дермоскопических изображений, полученных с помощью прибора SkinScore.

Результаты исследования. В ходе исследования было выявлено, что у девушки кожный покров пребывает в норме, за исключением жирности, которая связана с тем, что исследуемая нанесла на кожу цинковую пасту за день до исследования.

Стоит отметить, что несмотря на то, что лицо девушка очищала, следы от косметических продуктов остаются на лице, из чего следует, что Skin Score может исследовать не только проблемные участки на коже, но и эффективность действия препарата. (Рисунок 1а) Такая жирность кожи связана лишь с косметическим средством, так как остальные участки кожи в норме.

Так же наблюдались темные участки на лице, которые связаны с обезвоживанием, в области глаз и на правой щеке [2,3].

Известно, что при обработке изображения используются такие цветовые системы, как RGB и HSV цветовые системы. Система RGB ориентирована на аппаратное обеспечение, а HSV настроен на людей. Поэтому, целесообразно переходить из RGB в HSV систему.

Следующий этап, который необходим – сегментирование дермоскопических изображений, заключающейся в построении характеристической функции изображения, выделяющей однородные области объектов и фона.

Поочередно меняя координаты зеленого, синего или красного цвета, менялись и участки на втором, сегментированном изображении.

Схожие по цвету и характеристикам участки показаны белым цветом. (Рисунок 1б)

На данном рисунке можно наблюдать жирные участки, которые связаны с нанесенным косметическим средством.

Так же было замечено, что кожа обезвожена (Рисунок 1в). Обезвоживание кожи представлено серым цветом на лбу и в области глаз.

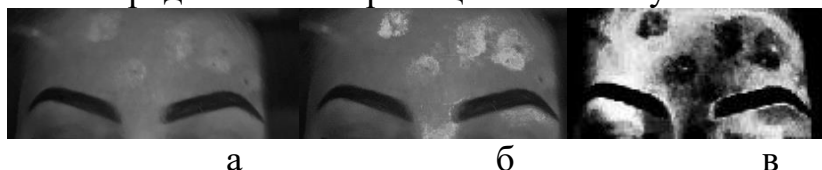


Рисунок 1 – Результаты исследования

Выводы. В задачах автоматизированной обработки видеодерматоскопических данных восприятие поля зрения связано с априорной информацией об исследуемом изображении. Процесс сегментации, в общем виде, заключается в построении характеристической функции изображения, выделяющей однородные области объектов и фона. При разработке методов обработки дерматоскопических изображений целесообразно выбирать методы, позволяющие облегчить последующие этапы анализа данных. При этом, стоит отметить, что необходимо переходить из цветowych систем, которые направлены на техническое оборудование, в цветowych системы, ориентированные на человека. Это делается с целью того, чтобы облегчить задание исследователям, и в дальнейшем поставить верный диагноз и подобрать необходимую програму лечения.

Список литературы

1. Аврунин О.Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О.Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.

2. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблеми інформаційних технологій. – Херсон: ХНТУ, 2013. – №13. – С. 99 – 104.

3. Avrunin O. Development of Automated System for Video Intermatoscopy / O.G. Avrunin, V. Klymenko, A. Trubitsin, O. Isaeva // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology Vol.2, January 31, 2019, Warsaw, Poland. - P. 6-9.

4. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Технічна електродинаміка. – 2010. – С. 258-261.

5. Oleg G. Avrunin, Natalia O. Shushlyapina, Yana V. Nosova, WojciechSurtel, AronBurlibay, MaralZhassandykyzy. Method of expression of certain bacterial microflora mucosaol factory area. Proc. SPIE 9816, Optical Fibersand Their Applications, 2015, 98161L (December 18, 2015), doi:10.1117/12.2229074

СИСТЕМА ЗАПИСУ ТА АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ ВОКАЛЬНИХ ЗВУКІВ

Крутієнко А.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Авер'янова Л.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ)
e-mail: alisa.krutiienko@nure.ua, тел. (050) 704 12 72

In this research is to create a system for recording and analyzing a sound signal and justifying the choice of a set of voice parameters most suitable for controlling the quality of sound of a singer's voice. The results of the work can be applied in vocal pedagogy for the objective verification of the results of the formation of vocal sound during the training of singers.

На сьогоднішній день електроніка та комп'ютерні технології сміливо застосовуються у різних аспектах нашого життя. Це не тільки сфера матеріального існування, але і сфера естетичного розвитку людини, до якої належить і музикальна виконавська діяльність. Найбільш складним її видом є спів, бо тут «музичним інструментом» стає організм людини з усіма його індивідуальними особливостями.

На практиці вокальні педагоги зазвичай користуються емпіричним методом навчання співу. Одночасно з визначенням типу голосу необхідно аналізувати особливості утворення звуків, а це непрофесійному викладачеві може стати не під силу. Величезна різноманітність вокальних термінів адресована головним чином до емоційної сфери людини і ці терміни, як правило, не мають ніякої точної фізичної інтерпретації.

Отже ясно, що з метою об'єктивізації процесу постановки голосу необхідно застосовувати незалежні допоміжні технічні засоби формування тестових звукових сигналів для повторення їх співаком з можливістю зворотного зв'язку, запису та порівняння параметрів тестового звуку та голосу співака з видачею рекомендації щодо корекції звуку.

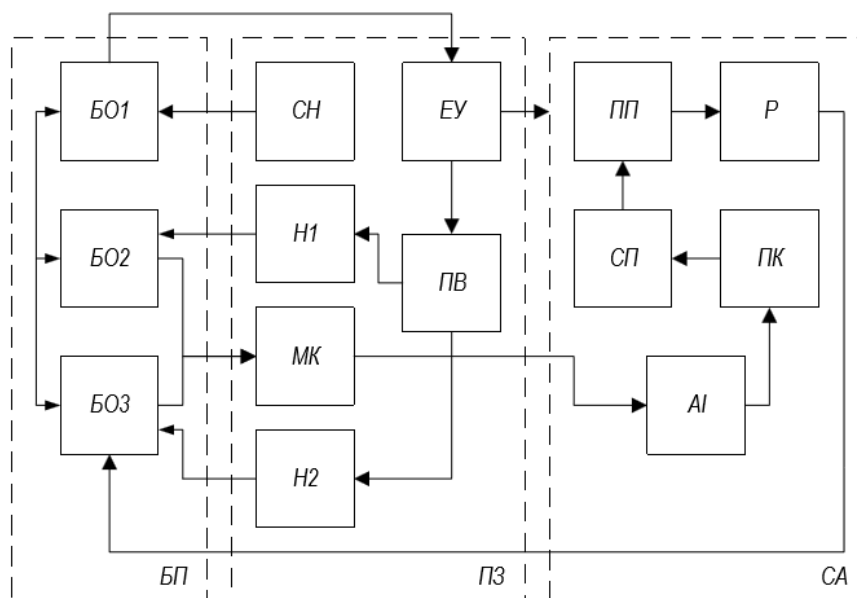
Кожна людина має індивідуальні голосові характеристики, які визначаються особливостями будови його голосових органів. У процесі спілкування люди здатні на підсвідомому рівні аналізувати голоси інших людей, однак для обчислювальної техніки ця задача є нетривіальною і вимагає цілеспрямованих досліджень.

Навчитися гарно і правильно співати дуже не просто. Інструмент відтворення звуку – голосовий апарат є частиною організму людини, і співак чує себе не так, як оточуючі. Через це виникають проблеми під час навчання.

Було проаналізовано будову голосового апарату людини і його зв'язок з іншими системами організму людини, існуючі методи аналізу голосу людини на представлених властивостях голосу. Спектральний аналіз є важливим критерієм для розуміння параметрів звуку та процесу

звукоутворення. Знайдені сучасні технічні засоби-аналоги нашій розробці, проаналізовані та знайдені переваги та недоліки для подальшого створення нової системи як вдосконаленої. В основу нашої розробки ввійдуть такі параметри, як можливість запису звуку, графічне відображення сигналу, розкладання на спектр, аналіз за допомогою запропонованих методів, знаходження діапазону голосу. Пропонується підхід, відповідно до якого зразки звучання нот учнів будуть порівнюватися з тими ж нотами у виконанні викладача.

Таким чином створено структурну схему комп'ютерної системи, яка представлена трьома найважливішими блоками: БП – біологічна підсистема, ПЗ – підсистема звукозапису, СА – система для аналізу параметрів голосу.



Принцип дії наведеної схеми полягає в наступному: по каналу по черзі проводиться запис голосу, за допомогою системи для аналізів параметрів голосу, до якої входять: мікрофон, аудіоінтерфейс, персональний комп'ютер та середовище програмування MatLab; спочатку викладача, а потім учня, які через пристрій відтворення тестового сигналу чують висоту ноти, яку потрібно відтворити; за цим уважно слідкує оператор, який має зв'язок з досліджуванним через систему навушників з мікрофоном та зв'язком з самою системою через елементи управління (клавіатура, миша, кнопки «Старт» та «Стоп»); після цього запис голосів потрапляє в блок програми порівняння досліджуваного голосу з еталонним, далі ми бачимо результат, у якого є зворотний зв'язок з досліджуванним у разі неправильного результату, наприклад з технічних причин.

Ця програма аналізує саме конкретний голос і дає рекомендації по його індивідуальній корекції. Визначивши таким чином тип свого голосу, можна займатися постановкою голосу і співом вже без всяких побоювань пошкодити свої зв'язки.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОДОНТОГЕННОГО ГАЙМОРИТА

Худаева С.А., Носова Я.В., Волошан А.А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. – Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166 г. Харьков пр. Науки, 14, каф. Биомедицинской инженерии,
тел. (057) 702-14-98)

E-mail: sofiia.khudaieva@nure.ua, 0965435189

Odontogenic sinusitis - inflammation of the walls of the maxillary sinus. Its occurrence is associated with the spread of infection from diseased teeth, which is facilitated by anatomical features in the form of a close fit of the maxillary sinus bottom to the tops of the roots of the teeth. Radiation research methods are used to assess the paranasal sinuses.

Проблема диагностики, лечения, реабилитации и, особенно, профилактики одонтогенного гайморита в настоящее время продолжает оставаться актуальной, так как основную часть пациентов составляют люди молодого и среднего возраста, то есть трудоспособное население [1]. В последние годы отмечается устойчивая тенденция роста количества больных с данной патологией. Поэтому, актуальной является разработка экспертной системы для диагностики хронического гайморита по характерным признакам в автоматизированном режиме. Для этого целесообразным является рассмотреть причины и методы диагностики этой патологии.

Возникновение одонтогенного гайморита – воспаления стенок верхнечелюстной пазухи связано с распространением инфекции со стороны больных зубов, чему способствуют анатомические особенности в виде близкого прилегания дна гайморовой пазухи к верхушкам корней зубов. Частой причиной развития заболевания являются ошибки в эндодонтическом лечении зубов и стоматологической имплантации – проведение инструментов для обработки корневых каналов (корневые иглы, дрельборы, каналонаполнители, пульпэкстракторы), а также пломбировочного материала и импланта за верхушку корня зуба в полость пазухи. Реже инородными телами в полости синусов являются фрагменты корней зубов. Также возможно инфицирование пазухи при оперативном вмешательстве с перфорацией дна полости верхнечелюстного синуса, например, при экстракции первого и второго моляров верхней челюсти, при резекции верхушки корня, удалении ретинированных зубов, секвестрэктомии, подсадке зубного имплантата.

Характерными жалобами пациентов с острым верхнечелюстным синуситом были: затруднение носового дыхания, ринорея, потеря обоняния, головная и лицевая боль, субфебрильная лихорадка, а также

ночной кашель и нарушение сна. Одонтогенный синусит (в отличие от риногенного) имеет следующие отличительные признаки: изолированное поражение одного из верхнечелюстных синусов, боль в зубе или в пародонтальных тканях, предшествующая заболеванию, нарушение конфигурации лица в результате отека мягких тканей щеки и боль при пальпации переднелатеральной стенки верхнечелюстной пазухи [1].

Ведущая роль в диагностике одонтогенного гайморита по-прежнему остается за лучевыми методами исследования. Традиционно для этого применяется рентгенография в носо-подбородочной проекции, обзорные рентгенограммы черепа в прямой и боковых проекциях. В последние два десятилетия наблюдается широкое внедрение современных высокотехнологичных методов лучевой диагностики – мультиспиральной компьютерной томографии, конусно-лучевой компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, обладающих существенно большей информативностью [2, 3]. Рентгенографическими признаками являются утолщенная слизистая оболочка, затемнение и уровень жидкости. При хроническом процессе отмечается снижение прозрачности синуса.

При оценке и анализе диагностических изображений критериями одонтогенного синусита были следующие признаки: наличие инородного тела металлической плотности, соответствующего пломбирочному материалу или импланту в полости синуса; глубокий кариес и признаки периодонтита премоляров и моляров верхней челюсти; разрушение нижней костной стенки верхнечелюстных синусов в области патологически измененных зубов, а также частичная адентия верхней челюсти в зоне, соответствующей изменениям верхнечелюстного синуса.

Разработка экспертной системы диагностики одонтогенного гайморита позволит начинающим специалистам получать ориентировочный диагноз на основе вводимых данных, что может быть полезно при получении диагностических навыков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сысолятин С.П., Сысолятин П.Г., Палкина М.О., Логинова О.В., Солоп М.В., Байдик О.Д. Вопросы диагностики одонтогенного верхнечелюстного синусита. *Сибирский медицинский журнал*. 2010;25(3):13-25.
2. Аврунин О.Г. Визуализация верхних дыхательных путей по данным компьютерной томографии/ О.Г. Аврунин //Радиоэлектроника и информатика.– 2007. – № 4. – С. 119–122
3. Аврунин О.Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных/ О. Г. Аврунин // Вісник НТУ «ХПІ». – 2006. – № 23.– С. 3-8.

РОЗРОБКА ТЕСТІВ НА ЛАПАРОСКОПІЧНОМУ ТРЕНАЖЕРІ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТРЕМОРУ У ХІРУРГІВ

Герман Т.В.

Науковий керівник – к.т.н, ст. викл. Селіванова К.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: tetiana.herman@nure.ua

This work is devoted to the study of tremor – involuntary contraction of the muscles of the hands, and other parts of the body. Physiological tremor is found in almost every healthy person. However, pathological tremors can be dangerous. Especially for surgeons, since the patient's life depends on their work and actions. The goal of this work is to determination of hand tremor of surgeons in a dynamic and static state using a laparoscopic simulator.

Лапароскопія є сучасним методом хірургії, в якому операції на внутрішніх органах проводять через невеликі (зазвичай 0,5-1,5 см) розрізи, на відміну від великих розрізів, що необхідні у традиційній хірургії. Операції зазвичай проводяться за допомогою лапароскопа: спеціальної телескопічної трубки, яка містить систему лінз та може бути під'єднана до камери. Сучасні лапароскопи оснащені цифровими матрицями та забезпечують зображення високої якості. Перевагами даного методу є мінімальна травматичність, відсутність післяопераційних рубців та швидка реабілітація після хірургічного втручання [1].

Тремор є одним із найпоширеніших професійних захворювань лікарів-хірургів різного профілю [2]. Це пов'язано з постійними стресами та перенапругою окремих систем і органів, оскільки від професіоналізму та кваліфікації лікаря залежить стан здоров'я та життя пацієнтів [3-4].

З цією метою були розроблені спеціалізовані тести із використанням лапароскопічних інструментів (щипців, пінцетів, затискачів) на симуляторі Lap-X Hybrid для малоінвазивної (ендоскопічної та лапароскопічної) хірургії, котрий був придбаний на кафедрі біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки в рамках міжнародного проекту DAAD. Тестові завдання засновані на методі контактної треморометрії, що надає можливість дослідити рухи рук лікаря під час маніпуляцій, максимально наближених до виконання операції. Основними параметрами для аналізу є час та кількість рухів, необхідних для виконання одного завдання, а також частота та амплітуда переміщень інструментів у тривимірному просторі. На рис. 1 зображено узагальнена схема процесу динамічного тестування на лапароскопічному тренажерові, а на рис. 2 приклад розміщення об'єктів (кіл різного діаметру) на монтажному полі симулятора та практичного використання маніпуляторів (хірургічних інструментів).

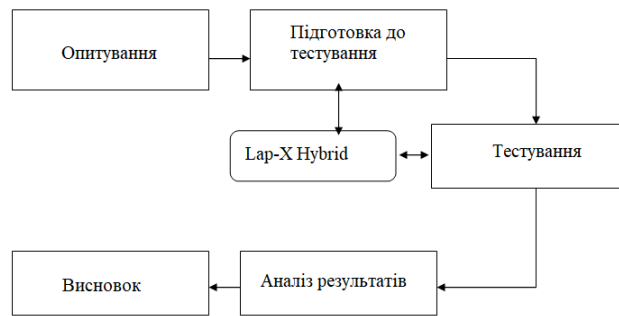


Рисунок 1 – Узагальнена схема процесу тестування на лапароскопічному тренажері



а)



б)

Рисунок 2 – Зовнішній вигляд монтажного поля лапароскопічного симулятора Lap-X Hybrid та приклад тестування

Тема наукових досліджень є перспективною та вузькоспеціалізованою, оскільки направлена на вирішення актуального завдання сучасної медицини – виявленню тремору у хірургів різного профілю, адже наявність цієї хвороби поступово призводить до професійної непридатності лікаря.

Список використаної літератури:

1. Mastery of Endoscopic and Laparoscopic Surgery / W. Stephen, S. Eubanks, L. Lee, L.L. Swanstrom, N.J. Soper. – 2nd edition. – Lippincott Williams & Wilkins, 2004. – 638 p. – ISBN 978-0781744454.
2. Селиванова К.Г. Разработка интерактивных тестов для оценки уровня развития мелкой моторики / К.Г. Селиванова, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна: Х. 2014. – № 1143, Вип.6. – С. 72-72.
3. Selivanova K.G. Computer-aided system for interactive psychomotor testing / K.G. Selivanova, O.V. Ignashchuk, et. al // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments. Proc. of SPIE – Proceedings Volume 10445, 2017. –104453B.
4. Avrunin O.G. Optimization of Neurosurgical Access Using the Digital Atlas of Intracerebral Structures / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovych // Vesnik NTU "KhPI": New solutions in modern technologies, 2015 – 39(1148) – P. 63 – 67.

**ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ
АНАЛІЗУ ДЕРМАТОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ
ШКІРИ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ З АКНЕ**

Черкасова Є.О.

Науковий керівник – к.т.н, ст. викл. Селіванова К.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: hodor7hodor@gmail.com

The type of acne disease was surveyed and the population of acne sufferers was given. A generalized block diagram of a software module for dermatoscopic imaging processing was also developed. Acne is not life-threatening, but it does have a significant impact on the psychosocial aspects of human life, so patients require immediate treatment and psychological care.

Одним із найпоширеніших запальних хронічних захворювань шкіри є акне, у якого нерідко виникають рецидиви запалень, особливо ця медична проблема стосується молодого покоління (12-25 років) І хоча це захворювання не загрожує життю, проте має значний вплив на психосоціальні аспекти діяльності людини, тому хворі потребують невідкладного лікування та психологічної допомоги [1].

Існують різні підходи до лікування акне за допомогою різноманітних косметологічних засобів, таких як фототерапія, ультразвукове чищення поверхні шкіри, мезотерапія, хімічний пілінг, а також медикаментозне лікування. Сьогодні в дерматологічних та косметологічних кабінетах нерідко використовують комбінацію цих методів. Проте залишається відкритим питанням щодо оцінки ефективності призначеного лікування на перших етапах, оскільки цей аспект є дуже важливим через психоемоційний стан пацієнта та загального дискомфорту [2].

З метою проведення експериментальних доклінічних досліджень шкіри обличчя був використаний цифровий дерматоскоп моделі ВІО Vm6+ [1]. Для обробки та аналізу отриманих дерматоскопічних зображень був розроблений програмний модуль, який складається із 6-ти основних блоків: ініціалізації інтерфейсу; завантаження цифрових зображень; попередня обробка із застосуванням методів фільтрації та аналізу за допомогою методу порогової сегментації об'єктів у колірному просторі HSV; розрахунок геометричних параметрів (діаметру, площі, периметру) запалень шкіри в пікселях; виведення діагностичної інформації у вигляді числових параметрів; останній блок пов'язаний зі збереженням даних для контролю ефективності лікування (розміри запалень повинні зменшуватися) (рис. 1) [3-4]. Також розроблений програмний засіб дозволяє розрахувати відсоток запалень від їх загальної кількості на

ураженій ділянці тіла. Отримані дані допоможуть лікарю визначити тип акне, а також оцінити ступінь захворювання.



Рисунок 1 – Узагальнена схема програмного модулю аналізу дерматоскопічних зображень шкіри обличчя з акне

Під час дотримання лікувальних заходів також необхідно проводити повторні дослідження для можливого призначення заходів позбавлення постакне.

Попередньо отримані результати наочно продемонстрували практичну можливість розробленого модулю для аналізу перебігу лікування акне. Перспективою роботи є проведення клінічних випробувань програмного засобу аналізу дерматоскопічних зображень у спеціалізованих медичних закладах.

Список використаної літератури:

1. Лебедев В.В. Автоматизированная обработка трихоскопических изображений / В.В. Лебедев, К.Г. Селиванова // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 195 – 196.
2. Хусамелдин Атеф Брифф Башир Разработка программного средства обработки ангиографических изображений / Атеф Хусамелдин Брифф Башир, К.Г. Селиванова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 19-й Международный молодежный форум, Том 1.: материалы конф. – Х., 2015. – С. 142-143.
3. Multiscale quantitative analysis of microscopic images of ice crystals / M.Y. Tymkovich, O. G. Avrunin, O. Gryshkov, K. G. Selivanova, V. Mutsenko, B. Glasmacher. // 46 th ESAO Congress. The International Journal of Artificial Organs. Hannover, Germany.- 2019. –Vol.42 ,Number 8. – P. 429.
4. Avrunin O.G. Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovich, S.P. Moskovko, et. al. // Przegląd Elektrotechniczny: doi:10.15199/48.2017.05.20. – V. 93-5. – 2017. – P. 102-105.

**СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ВО ВРЕМЯ ХОДЬБЫ В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ**

Малахова Е. Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доц. каф. БМИ Носова Т.В., к.т.н.,
доц. каф. БМИ Жемчужкина Т.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Биомедицинской инженерии, тел.
(057)-702-13-64)

e-mail: olena.malakhova@nure.ua

Injuries, according to the World Health Organization (WHO), account for 16% of the global burden of disease and cause 5.8 million deaths annually. In Ukraine, more than 4.5 million people suffer injuries of varying severity each year, with a recent upward trend in deaths due to injuries. Given these indicators, the development of a unified system of diagnostics of the musculoskeletal system and the adaptation of the person to the process of walking, considering the disorders obtained during trauma, is one of the main tasks of our study.

Травмы, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), являются причиной 16% глобального бремени болезней и приводят к 5,8 млн. смертей ежегодно. В Украине каждый год травмы различной тяжести получают более 4,5 млн. человек, многие из которых приводят к инвалидности. Учитывая статистические показатели, свыше 10% населения Украины ежегодно попадают в число людей, нуждающихся в реабилитации. По определению ВОЗ, реабилитация – комплекс мероприятий, необходимых в тех случаях, когда человек сталкивается или может столкнуться с функциональными ограничениями в повседневной деятельности. Она позволяет лицам всех возрастов не прекращать или же возобновлять повседневную деятельность. Одним из примеров реабилитационного процесса является выполнение комплекса физических упражнений. Так, разработка единой системы диагностики опорно-двигательного аппарата (ОДА) в процессе ходьбы необходима и является одной из главных задач нашего исследования. Опорно-двигательный аппарат – сложный комплекс, обеспечивающий телу сопротивление, двигательную активность всех частей тела и возможность передвижения в пространстве. Для диагностики состояния ОДА уже используются следующие аппаратно-программные комплексы (АПК): АПК на базе вибродатчиков (позволяет оценить параметры естественной походки человека путем обработки сигналов вибрации опоры, по которой он проходит); комплекс БОС Кинезис ООО НМФ «Нейротех», опорно-двигательный комплекс Амалтея «Тонус» (позволяют проводить тренировки ОДА и мышечной активности на основе регистрации и анализа

электромиограммы) [1], [2]. Существенным недостатком представленных АПК диагностики состояния ОДА является использование лишь одного метода исследования. В систему ОДА во время ходьбы важно включить различные методы исследования для получения наиболее полной оценки результата реабилитационного процесса. К таким методам можно отнести:

- гониометрию (метод измерения и регистрации угловых движений суставов, позволяет выявить нарушения функционирования суставов, или заболевания мышц);

- подографию (метод оценки мышечной силы и тонуса, дает возможность регистрации скрытых движущих реакций и провести оценку параметров мышечного движения);

- электромиографию (метод регистрации биоэлектрических потенциалов, широко используется для диагностики нервно-мышечных заболеваний, отображая на электромиограмме электроактивность мышечных волокон) [3]-[5];

- 3D сканирование (метод регистрации пространственного положения позвоночника, тазового, плечевого пояса и нижних конечностей и других частей и сегментов тела);

- измерение частоты сердечных сокращений (метод для определения нагрузки на организм, в частности, сердечно-сосудистую систему во время ходьбы).

Представляется необходимым разработать систему диагностики ОДА во время ходьбы, которая позволит детально и всесторонне изучить нарушения в его работе и найти оптимальные пути для решения проблем, возникающих в процессе реабилитации путем использования рассмотренных методов диагностики.

Література:

1. Щапов П. Ф. Получение информационной избыточности в системах измерительного контроля и диагностики измерительных объектов / П. Ф. Щапов, О. Г. Аврунин // Український метрологічний журнал. – 2011. – No1. – С. 47-50.

2. Аврунін О.Г., Бодяньський Є.В., Калашник М.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 248 с. doi:10.30837/978-966-659-234-0

3. Статистичний аналіз спектральних характеристик ЕМГ-сигнала з ціллю диференціювання поперекових болей / Т.В. Жемчужкіна, Т.В. Носова, Я.В. Носова, О.В. Губанов, Д.Р. Дуплій, І.В. Котульський // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2015. – № 2 (85). – С. 105–108

4. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени / В.С. Чумак, Е.А. Чугуй, Т.В. Носова, Т.В. Жемчужкіна // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т.1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 243 – 244.

5. Tatyana V. Zhemchuzhkina, Sergii M. Zlepko, Tatyana V. Nosova, Valerii V. Semenets, Oleksii V. Kirichek, Marcin Maciejewski, and Ainur Ormanbekova "Application of EMG-signal phase portraits for differentiation of musculoskeletal system diseases", Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019, 1117632 (6 November 2019)

ОСОБЛИВОСТІ ГІСТОГРАМНОГО АНАЛІЗУ ТЕРМОГРАМ

Лебедев В.В.

Науковий керівник – к.т.н, ст. викл. Селіванова К.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: valentin486@gmail.com

Thermography is used for the diagnosis of cancer, trauma, many inflammatory processes. When diagnosed by thermogram, the analysis of temperature distribution maps on the surface of the body is performed, and pathological abnormalities are judged on their basis.

Медична термографія – це метод обстеження пацієнтів за допомогою спеціалізованого приладу – тепловізора (або термографа), що дозволяє зареєструвати інфрачервоне випромінювання у вигляді кольорового цифрового зображення, котрий має назву термограма. Цей тип зображення демонструє розподіл тепла на поверхні тіла або на окремій його ділянці. Оскільки метод заснований на реєстрації власних випромінювань об'єкта дослідження, то він є безпечним у використанні для різного віку пацієнтів. [1]. Термограф являє собою фотоприймальну камеру, основними елементами котрої є фоточутлива матриця та германієвий об'єктив. Сучасні термографи мають температурну чутливість (мінімальна помітна різниця температур) при 30 °C – різницю у 0,02 °C [1].

За тепловою картиною поверхні тіла і відхилення її від норми можна спостерігати патологічні зміни організму. Зокрема, термографія застосовується для діагностики онкологічних захворювань, травм, багатьох запальних процесів. Під час діагностики за термограмою можна проводити аналіз карт розподілу температури на поверхні тіла, базуючись на числові характеристики відхилень від установлених норм. У зв'язку з трудоемкістю та суб'єктивністю аналізу карт розподілу температури, застосування термографії, як методу діагностики не має на теперішній час системний характер. З метою застосування у клінічній практиці необхідно впровадження нових методів автоматичного аналізу результатів дослідження. На сьогодні методи обробки та аналізу термограм мають суб'єктивний характер, найчастіше залежать від досліджуваного органу, а більшість діагнозів встановлюються шляхом візуального аналізу [2].

Як правило, для візуалізації найбільш діагностично важливої ділянки тіла застосовується гістограмна обробка зображень. Гістограмний метод полягає в тому, що проводиться числовий аналіз відсоткового вкладу основних кольорів і визначаються значення інтенсивності MAX і MIN в пікселях [0..255], котрі відповідають діапазонам найбільш інформативної частини зображення [3-4].

На рис. 1, а зображено вихідна термограма молочних залоз здорової жінки та отримана гістограма кольорового зображення, а на рис. 1, б –

термограма з патологічним осередком на лівій молочній залозі та побудована відповідна гістограма. Аналізуючи отримані гістограми, можна побачити нерівномірний розподіл для норми, оскільки є відсотковий вклад інтенсивності пікселів кожного основного кольору (зелений, червоний, синій), а при патології – гістограма зосереджена в приблизному діапазоні [140-200], що свідчить про значне перевищення кількості у відсотках червоного кольору, тобто наявності високої (або підвищеної) температури.

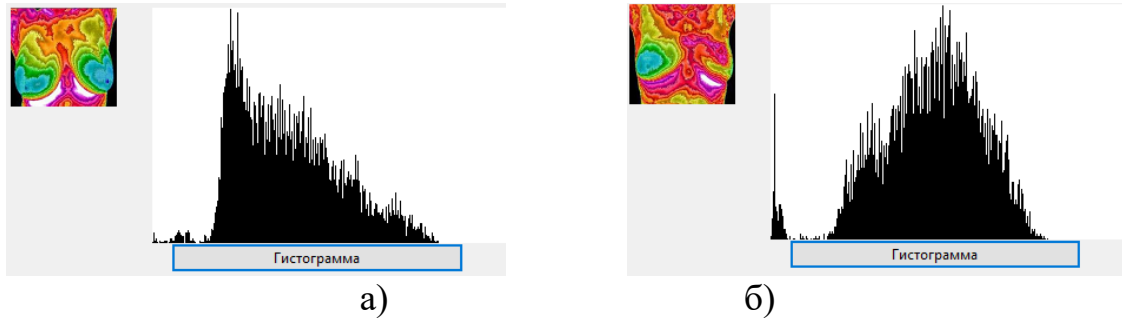


Рисунок 1 – Початкова гістограма термограми в нормі (а) та при патології (б)

Перспективою власних наукових досліджень за цією темою є проведення клінічних випробувань та проведення аналізу термограм не тільки молочних залоз жінок в нормі та при патологічних ознаках, але й використати зображення грудних залоз чоловіків, оскільки вони не менше страждають різними захворюваннями саме цього органу, особливо спортсмени, ніж жінки.

Список використаних джерел:

1. Шушарин А.Г. Медицинское тепловидение – современные возможности метода. / А.Г. Шушарин, В.В. Морозов, М.П. Половинка, - Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования» №4 2011. – с. 1 - 18.
2. Лебедев В. В. Автоматизированная обработка трихоскопических изображений / В. В. Лебедев, К. Г. Селиванова // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 195 – 196.
3. Multiscale quantitative analysis of microscopic images of ice crystals / M. Y. Tymkovych, O. G. Avrunin, O. Gryshkov, K. G. Selivanova, V. Mutsenko, B. Glasmacher. // 46 th ESAO Congress. The International Journal of Artificial Organs. Hannover, Germany.- 2019. –Vol.42 ,Number 8. – P. 429.
4. Avrunin O.G. Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain / O. G. Avrunin, M. Y. Tymkovych, S. P. Moskovko, et al. // Przegląd Elektrotechniczny: doi:10.15199/48.2017.05.20. – V. 93-5. – 2017. – P. 102-105.

ІМІТАТОР СИГНАЛУ ДЛЯ НАЛАШТУВАННЯ ЕКГ-СИНХРОНІЗАЦІЇ У КОМП'ЮТЕРНИХ ТОМОГРАФАХ

Овчаренко А. І.

Науковий керівник – к. т. н., доц. Авер'янова Л. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: alina.ovcharenko@nure.ua

Timely diagnosis of cardiovascular diseases plays an important role in the correct diagnosis and prediction of the development of pathologies. Among the methods of research and visualization of the heart, computed tomography can be distinguished. As for any technique, for CT it is necessary to carry out quality control of technical characteristics. Computed tomography of the heart requires synchronization of images with an ECG-signal. To verify the action of the ECG-signal, it is necessary to use a simulator of ECG-signal, the requirements for which are considered in this work.

Серцево-судинні захворювання є найбільш поширеними захворюваннями та основною причиною смертей в усьому світі. Своєчасна діагностика таких захворювань відіграє важливу роль в прогнозуванні подальшого розвитку патології та вірній постановці діагнозу.

Серед неінвазивних методів дослідження та візуалізації серцево-судинної системи людини можна виділити рентгенівську комп'ютерну томографію. Багатозрізова комп'ютерна томографія найбільш зручна в використанні та має широкі можливості застосування в кардіології, судинній візуалізації, а також динамічній візуалізації серця. Створення томографів з 128-, 256- і більшою кількістю спіралей дозволяє значно покращити часові параметри сканування, зменшити дозу променевого навантаження на пацієнта, покращує якість проведеного дослідження. Необхідно забезпечувати ЕКГ-синхронізацію сканування для подальшого узгодження знімків з певними фазами серцевих скорочень. Зокрема, це стосується не тільки динамічних, але й статичних досліджень. При такому типі синхронізації записуване (або відновлене) зображення синхронізується з електрокардіограмою, що робить можливим комбінувати інформацію з різних фаз серцевого циклу для формування одиничних зображень окремих фаз серцевого скорочення.

Методика синхронізованої комп'ютерної томографії, при якій ЕКГ-синхронізація, використовується для включення рентгенівського випромінювання в певну фазу серцевого циклу, характеризується меншим променевим навантаженням порівняно з методикою безперервного збору даних протягом декількох серцевих циклів з вибіркою для реконструкції тільки певної фази циклу (синхронізована реконструкція), адже в

останньому випадку рентгенівська трубка працює безперервно протягом всього сканування.

Мінімально потрібним для якісного дослідження комп'ютерної томографії серця є 64-зрізовий комп'ютерний томограф. В якості прикладу можна навести наявний комп'ютерний томограф, що знаходиться в ДУ «Інститут медичної радіології ім. С. П. Григор'єва». Прилад високого класу Philips Brilliance 64 – це 64-зрізовий сканер, який є однією з найдосконаліших КТ систем на ринку. Ця система здатна розширити межі застосування в області візуалізації серця, легенів, травматології та педіатрії.

Але як і для будь-якої медичної техніки, для томографів також потрібно проводити поточний контроль якості технічних характеристик. Для комп'ютерного томографа наведеного в якості прикладу потрібно використовувати не лише фантоми, що показують якість зображення та роздільну здатність, а й імітатор ЕКГ-сигналу на 3 відведення.

Для перевірки якості зняття ЕКГ-сигналу існує чимала кількість імітаторів (генераторів), які потрібні для проведення тестування і періодичної перевірки обладнання в умовах медичних закладів.

Сучасний імітатор ЕКС повинен відповідати наступним вимогам: забезпечувати імітацію тестових сигналів, відповідно до стандартів; забезпечувати багатоканальну імітацію випробувальних сигналів; забезпечувати можливість зміни набору випробувальних сигналів; мати автономне живлення, малі габарити і масу.

Найбільш поширеними в використанні є одноканальні імітатори ЕКС, які не виконують імітацію багатьох відведень. Суттєвий плюс цих пристроїв в тому, що вони мають невелику собівартість. На противагу їм застосовуються багатоканальні імітатори, що можуть працювати в режимах роботи на вибрану групу відведень або за всіма відведеннями водночас. Внаслідок цього їх вартість значно зростає в десятки разів.

Повертаючись знову до контролю якості томографів, задача полягає в тому, щоб створити простий, але недорогий пристрій, щоб була можливість генерувати кардіоподібний сигнал, який буде відповідним до потрібного на комп'ютерних томографах (3 відведення). Саме для налаштування ЕКГ-синхронізації з створенням знімків буде запропоновано тестовий пристрій повного ЕКГ.

Перелік посилань

1. Мультиспиральная компьютерная томография: применение в кардиологии [Електронний ресурс] / О.А. Шараевский, Н.Н. Носенко, С.В. Поташев, М.Л. Сарбаш, М.Н. Долженко // Внутренняя медицина — 2007. — № 5. — Режим доступу.: <http://www.mif-ua.com/archive/article/3048>

**О ПРИМЕНЕНИИ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО
КВАНТОВОГО МАГНИТОМЕТРА
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ
МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ**

Бондаренко И.С., Бондаренко С.И.

Научный руководитель - д.т.н., проф. Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, Украина, пр.Науки14, каф.Биомедицинской инженерии
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: igor.bondarenko@nure.ua

The possibility of using a superconducting quantum magnetometer for measuring the concentration of magnetic nanoparticles in a model sample of a biological substance is analyzed. The main relation linking a magnitude of the excited alternating magnetic flux measured by the magnetometer with the parameters of magnetic nanoparticles, ultrasound, biological substance, and a measuring device has been obtained. It has been shown that using superconducting magnetometer allows to register magnetic nanoparticles with any concentration used in medicine.

Введение. Существует задача обнаружения в биологической среде(БС) магнитных наночастиц (МНЧ). Это касается биогенного магнетита и магнетита, используемого для адресной доставки лекарств в патологическую область организма. В работе предлагается усовершенствовать ранее предложенный нами и альтернативный методу МРТ акусто-магнитный метод (АММ) измерения концентрации МНЧ(1) путем использования в качестве магнитного детектора сверхпроводящего квантового магнитометра(СКМ).

Цель работы. Целью работы является получение расчетного соотношения, связывающего величину возбуждаемого переменного магнитного потока МНЧ, измеряемого СКМ, с параметрами магнитных наночастиц, ультразвука, биологического вещества и измерительного устройства, а также оценка минимально обнаруживаемой концентрации МНЧ с помощью усовершенствованного АММ (УАММ).

Суть работы. Предлагаемый метод основан на возбуждении с помощью ультразвукового излучения (УЗИ) колебаний МНЧ в целевой области, находящейся в слабом внешнем постоянном магнитном поле с индукцией B_0 . Колебания ансамбля поляризованных МНЧ вызывают появление в окружающем пространстве переменного магнитного потока (Φ_a). Поток измеряется магнитным детектором и пропорционален концентрации МНЧ в исследуемой области. В качестве детектора используется СКМ, обладающий наивысшей чувствительностью среди известных типов магнитометров. На Рис.1 показана схема модельной экспериментальной установки. МНЧ входят в состав модельного коллоидного раствора, расположенного в сосуде с диаметром d и высотой h .

Диаметр апертуры источника УЗИ близок к диаметру d . Поле B_0 создается катушками Гельмгольца и направлено перпендикулярно оси емкости.

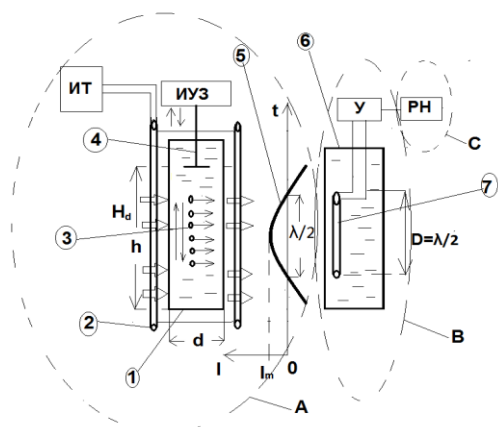


Рис.1.

1. Емкость с коллоидным раствором с МНЧ
 2. Катушки Гельмгольца
 3. Магнитные наночастицы
 4. Звукопровод
 5. Распределение интенсивности ультразвука вдоль емкости с МНЧ
 6. Криостат с жидким гелием
 7. Приемная катушка (детектор) сверхпроводящего квантового магнитометра
- ИТ – источник постоянного тока; У – усилитель
ИУЗ – источник ультразвука; РН – регистратор напряжения

В результате расчетов процессов, происходящих в устройстве на рис.1, получена формула для Φ_a :

$$\Phi_a \approx [\mu_0 J_0 c^{1,5} d^2 (2 I)^{0,5} / (32\pi^2 \rho^{0,5} R^3)] (k / f^3) \quad (1)$$

где μ_0 - магнитная постоянная, J_0 -удельная намагниченность одной МНЧ, c - скорость звука в растворе, I -интенсивность УЗИ, ρ -плотность раствора, R - расстояние между сосудом с МНЧ и детектором СКМ. Формула позволяет определять объемную концентрацию (k) МНЧ в заданной области модельного раствора в зависимости от известных параметров экспериментальной установки и раствора. Есть сильная зависимость величины потока Φ_a от частоты (f) УЗИ и R . Эта же зависимость возможна при натуральных измерениях магнитного потока, создаваемого МНЧ в живом организме при использовании УАММ. Чувствительность СКМ может достигать 10^{-20} Вб. Этому значению соответствует минимальное значение концентрации (k_{min}) МНЧ, измеряемое с помощью СКМ согласно формуле. Например, при $I=10^3$ Вт/м², $\mu_0= 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м, $J_0=4,7 \times 10^5$ А/м, $c=1500$ м/с, $d=0,015$ м, $\rho=10^3$ кг/м³, $R=0,1$ м, $f=2 \times 10^4$ Гц, минимальная концентрация $k_{min} = 10^{-8}$ (10^{-6} %). Это означает что с помощью данного метода можно определять любые концентрации МНЧ, используемые в медицине.

Выводы. Выполнен анализ возможности использования СКМ для измерения переменного магнитного потока, возбуждаемого МНЧ, находящимися под совместном воздействием постоянного магнитного поля и УЗИ в растворе, имитирующем БС. Получено соотношение, связывающее величину измеряемого переменного магнитного потока с параметрами МНЧ, УЗИ, БС и измерительного устройства.

Список литературы:

1. Bondarenko I.S. Acoustomagnetic Registration of Magnetic Nanoparticles in a Liquid Medium / I.S. Bondarenko, O.G. Avrunin, M.V. Rakhimova, S.I. Bondarenko, A.V. Krevsun, S.M. Kulish. // Telecommunications and Radio Engineering - 2019, vol. 78 (8). - P. 707-714.

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС СТИМУЛЯЦИИ МЫШЦ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Чумак В.С., Чугуй Е.А.

Научный руководитель – канд.тех.наук, доц. Носова Т.В., канд.тех.наук,
доц. Жемчужкина Т.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. БМИ, тел. (057)- 702-13-64)
e-mail: valeriia.chumak@nure.ua

One of the important technical means necessary at time when a person has restrictions on independent movement due to injury or illness, and which serves for his mobile movement and transportation, is a wheelchair. Due to the widespread use of wheelchairs in the rehabilitation period, where myostimulation is a necessary aspect, it is rational to develop a device for restoring and maintaining muscle tonus based on feedback. Feedback should be based on the control of muscle tension and relaxation, which is advisable to carry out by registering electromyographic data.

Одним из важных технических средств, необходимых в тот период времени, когда у человека существуют ограничения в самостоятельном передвижении из-за травмы или болезни, и которое служит для его более мобильного перемещения и транспортировки, является инвалидная коляска. Ассортимент реабилитационной техники, а также устройств, предназначенных для использования людьми с ограниченными возможностями, достаточно широк, но подразделяется на два основных вида:

1. Кресла-каталки, которые используются для транспортировки тяжелых больных, с обязательным наличием сопровождающего.

2. Кресла-коляски, которыми инвалид в состоянии управлять самостоятельно, используя собственную мышечную силу или электропривод. Специалисты выделяют несколько основных типов колясок. Активные и спортивные инвалидные коляски – это оптимальный выбор для людей с ограниченными возможностями, которые много передвигаются или занимаются спортом, хотят иметь максимум мобильности. Этот вид колясок отличается повышенной прочностью, надежностью, маневренностью и легкой управляемостью. Универсальные – инвалидные коляски такого типа представляют собой оптимальное соотношение цены, качества и функциональности. Подходят для людей со средним уровнем активности, обеспечивают высокий уровень комфорта и надежности. Многофункциональные – обладают такой функцией как откидная спинка и подъем угла наклона подножек, что дает возможность получить ровную поверхность и использовать инвалидную коляску как кровать. Верхняя часть спинки – съемная, поэтому многофункциональную коляску можно использовать, как и обычную инвалидную коляску. Некоторые модели, по необходимости, могут дополнительно комплектоваться фиксаторами головы, а также фиксаторами нижних и

верхних конечностей. Инвалидная коляска с электроприводом – коляска с электрическим приводом работает от аккумуляторных батарей, способна на одной подзарядке проходить от 10 до 40 км и развивать скорость до 10 км/час. Пульт управления коляской встроен в подлокотник, максимально удобен и прост в использовании [1]. Существуют также электрические кресла с вертикализатором – механизмом подъема в вертикальное положение. Детские – обязательно комплектуются ремнями-фиксаторами, ограничителем, блокиратором колес, защитой от дождя и солнца. Однако одним из недостатков данных устройств является невозможность контроля состояния мышц.

В связи с широким использованием инвалидных колясок в реабилитационном периоде, где необходимым аспектом является миостимуляция, рационально разработать устройство для восстановления и поддержания тонуса мышечной системы на основе обратной связи, встроенное в коляску. Обратную связь построить на контроле напряжения и расслабления мышц, что целесообразно осуществлять с помощью регистрации электромиографических данных [2], поскольку ЭМГ позволяет регистрировать различные функциональные состояния мышцы [3-5]. Данное устройство позволит проводить реабилитационные меры воздействия, опираясь на объективные данные о функциональном состоянии мышечного аппарата.

Перечень ссылок

1. ДСТУ 7204:2010 Крісла колісні з електричним приводом. Загальні технічні умови / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Чинний від 2010-12-28]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2010. – 26 с.

2. Аврунин О.Г. Автоматизированный анализ количественных показателей треморографических данных для наблюдения динамики тремора/ О.Г.Аврнин, Т.В.Жемчужкина, Т.В.Носова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 2/2(50). – С.17–21

3. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени / В. С. Чумак, Е. А. Чугуй, Т. В. Носова, Т. В. Жемчужкина // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 243 – 244

4. Автоматизированный контроль усталости мышц конечностей спортсменов / Т. В. Носова, Т. В. Жемчужкина, В. В. Семенец. // Тези доповіді 5-й всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – Харків, 2018. – С. 130–132

5. Носова Т. В. Система контроля усталости мышц человека в реальном масштабе времени / Т. В. Носова, Т. В. Жемчужкина, Е. А. Чугуй // I Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. - 2018. - С. 200

ПРИНЦИПЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В МЕДИЦИНЕ

Цзяо Ханькунь, Носова Я.В.

Научный руководитель –д.т.н., проф. Аврунин О. Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. БМИ, тел. (057) 702-13-64)

e-mail: olha.isaieva@nure.ua

The problems of digital processing and analysis for microscopically histological images are described. The main principles of image processing software design for microscopically data are proposed. Main approaches for automatically image segmentations of micro-objects are considered. Main medical–technical requirements for proposed software and optical devices are described.

Введение. На современном этапе развития медицинской аппаратуры наблюдается тенденция к повышению качества и степени автоматизации методов обработки данных оптической микроскопии, например, изображений микропрепаратов при гистологических и цитологических исследованиях. Рутинные методы микроморфометрии обладают высокой трудоемкостью, субъективизацией и сравнительно низкой точностью результатов при погрешности около 10-15% [1, 2], что связано с трудностью сегментации и классификации микрообъектов. Поэтому, получение статистически достоверной информации с помощью рутинных визуальных подсчетов для медицинских исследований является малоэффективным и несовременным [3, 4]. В связи с появлением на рынке медицинского оборудования для микроскопии доступных высококачественных средств цифровой регистрации изображений целью исследования является изучить принципы построения программного обеспечения для проведения автоматизированных цито-гистологических исследований [2].

Результаты исследования. Основным этапом является выбор и согласование оптических параметров микроскопа и цифрового регистрирующего устройства, а так же алгоритмов обработки изображений для автоматизированного подсчета и анализа обнаруженных в поле зрения микрообъектов. Исходя из современных требований к процессам диагностики и анализа медицинской информации, программное обеспечение для автоматизированной обработки микроскопических (цитологических и гистологических) данных должно обладать следующими основными медико-техническими требованиями: обеспечивать получение цифровых исходных данных с максимально возможным разрешением для данного типа исследования (необходимо провести обоснованный выбор оборудования, лабораторного микроскопа и регистрирующей цифровой видеосистемы, наблюдения в прямом фокусе, или окулярной проекции); проводить оценку цветовых и яркостной

составляющих в отдельных каналах с возможностью перехода в различные цветовые координаты; обеспечивать предварительную обработку изображений, включающую методы гистограммной коррекции и подавления разного вида шумовых составляющих; выполнять грубую и точную сегментацию изображений для определения локализации различных микрообъектов с максимальной степенью автоматизации; - обеспечивать получение и анализ геометрических признаков микрообъектов (площади, периметра, интенсивности, доминирующего цветового оттенка и т.д.); обеспечивать получение и анализ логических и топологических признаков микрообъектов (коэффициента формы, наличия возможных отверстий, неоднородностей и связных областей на изображении микрообъекта), классификацию и распознавание микрообъектов по одному доминирующему признаку, или группе признаков; обеспечивать возможность интерактивной коррекции параметров обработки гистологических изображений, при которой участие оператора должно сводиться к выбору необходимых параметров в интуитивно-понятной функциональной программной оболочке; проводить наглядную визуализацию процесса анализа данных, результатов основных промежуточных и конечного этапов обработки; - обеспечивать статистическую обработку результатов исследований и сохранение их в базе данных.

Выводы. Разработанный фрагмент программного обеспечения может использоваться при анализе гистологических микропрепаратов головного мозга человека и слизистой оболочки лор-органов. Перспективой работы является дальнейшее совершенствование методов обработки и анализа изображений на основе изучения процессов зрительного восприятия.

Список литературы

1. Аврунин О. Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.
2. Опыт разработки автоматизированных систем для проведения гистологических исследований / О. Г. Аврунин, С. Ю. Масловский, Т. В. Носова, В. В. Семенец // Сб. науч. трудов. конференции «Актуальные проблемы биомедицины». – 2008. – Т. 4. – С. 91–93.
3. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблемы информационных технологий. – Херсон: ХНТУ, 2013. – №13. – С. 99 – 104.
4. Oleg G. Avrunin, Natalia O. Shushlyapina, Yana V. Nosova, Wojciech Surtel, Aron Burlibay, Maral Zhassandykyzy. Method of expression of certain bacterial microflora mucosaol factory area. Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications, 2015, 98161L (December 18, 2015), doi:10.1117/12.2229074.

НОВІТНІ МЕТОДИ 3D-РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБЛИЧЧЯ НА ОСНОВІ ФОТОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ ПЛАСТИЧНОЇ ХІРУРГІЇ

Бажан О.В.

Науковий керівник – к.т.н, ст. викл. Тимкович М.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)
e-mail: ebazhan@ukr.net

The work is devoted to the analysis of modern approaches of three-dimensional reconstruction of the face, for the problems of plastic surgery. The study shows the most up-to-date methods of three-dimensional reconstruction of a face by one photo and their structure. A further step in the study is the use of the above methods in facial reconstruction.

Сучасна медицина широко використовує інформаційні технології в задачах обробки [1], моделювання [2] й аналізу [3]. Серед таких областей медицини слід виокремити пластичну хірургію, яка потребує засобів тривимірної реконструкції [4]. На сьогодні існує значна кількість методів тривимірної реконструкції обличчя. Ці методи базуються на різних принципах. Одним з найменш витратних є реконструкція за фото.

Реконструкція 3D-моделей обличчя за допомогою 2D-зображень є фундаментальною проблемою комп'ютерного зору. Можна виділити методи, які намагаються реконструювати тривимірний об'єкт за однією фотографією, або ж за багатьма. Найбільший інтерес і складність представляють перші.

Найочевиднішим і найпоширенішим підходом є реєстрація особливих точок обличчя та деформація “нульової” моделі відповідно до отриманих вимірів [5] (рис. 1).

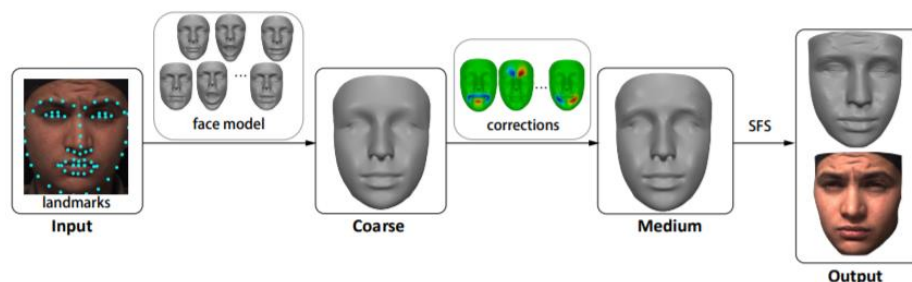


Рисунок 1 – Схематичне зображення процесу реконструкції на основі точок обличчя [5]

Іншим перспективним підходом, є реконструкція тривимірної моделі з використанням нейронної мережі, що базується на архітектурі автоенкодера [5] (рис. 2).

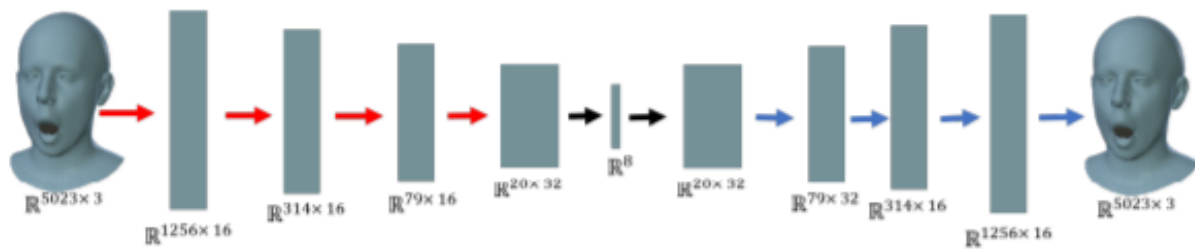


Рисунок 2 – Схематичне зображення процесу реконструкції з використанням мережі на основі автоенкодера [5]

У цьому підході шари нейронної мережі спочатку зменшується, а потім повертаються до попереднього розміру. При чому ваги шарів навчаються таким чином, щоб відтворити найбільш точно навчальну вибірку.

В ході дослідження показано найбільш сучасні методи тривимірної реконструкції обличчя за одним фото та їх структуру. Подальшим етапом дослідження є використання наведених методів при реконструкції обличчя та порівняння результатів реконструкції для оцінки якості результуючої моделі.

Список використаної літератури:

1. Селиванова К. Г. Разработка интерактивных тестов для оценки уровня развития мелкой моторики / К. Г. Селиванова, О. Г. Аврунин, В. В. Семенец // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна: Х. 2014. – № 1143, Вип.6. – С. 72-75.
2. Селиванова К. Г. Математическое моделирование электромиографического сигнала / К. Г. Селиванова, О. Г. Аврунин, А. А. Гелетка // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2014. – № 36 (1079). – С. 31-39.
3. Tymkovych M. Y. Automated method for structural segmentation of nasal airways based on cone beam computed tomography / M. Y. Tymkovych, O. G. Avrunin, V. Paliy et. al // Proc. SPIE 10445. – 2017.
4. Бажан О.В. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії / О.В. Бажан, О.Г. Аврунін, М.Ю. Тимкович // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. – 2018. – С. 184.
5. Stylianou G. Image based 3D face reconstruction: A survey / G. Stylianou, A. Lanitis // International Journal of Image and Graphics. – 2009. V.9 – 2. – P. 217-250.

**ПРИНЦИПЫ 3D СКАНИРОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА
ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

Московская А.М., Ибрагим Юнусс Абделхамид, Носова Я.В.

Научный руководитель – д.т.н, проф. Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки,14, каф. БМИ, тел. (057) 702-13-64)

anna.moskovskaya14@gmail.com

The work is aimed at studying the visualization of the structure of the external parts of the human body in a digital 3D model, considering the prospects of using such systems in planning a surgery and studying the biomechanics of the body. This allows us to open up the possibilities in planning surgical interventions, correcting the anatomical model to obtain an aesthetically functional effect. It is determined that using this technology it is possible to study the features of the anatomical changes in the biomechanics of the body of a particular patient.

Введение. На современном этапе пластическая хирургия становится все более востребованной и область ее применения существенно расширяется. Однако, успешность пластической операции зависит от многих факторов, связанных, в том числе, и с биофизическими свойствами тканей [1]. Также при пластических вмешательствах одним из важнейших является эстетический результат операции, связанный с обеспечением определенных общепринятых показателей, таких как асимметрия, гладкость поверхности и прочих, характерных для определенной области и типа вмешательства [2, 3]. Здесь на помощь специалисту приходят методы компьютерного планирования хирургических вмешательств. Долгое время при планировании пластических операций использовались данные с плоских фотографий, сделанных, как правило, в прямой (фронтальной) и боковой (сагиттальной) проекциях. После получения цифровых изображений в соответствующих проекциях выполнялся двухмерный морфинг или варпинг полученных контуров анатомических объектов и по отклонению ключевых, или опорных точек от исходных координат можно было судить о возможности пропорционального наращивания или удаления тканей в соответствующих областях. Данный подход практически не позволял учитывать объемность данных и не обеспечивал взаимосвязанные перемещения точек в разных проекциях. Появление в последние несколько лет технологий воссоздания поверхностей с помощью 3D-сканирования позволяет получить истинно пространственные данные об исследуемой анатомической области.

Поэтому, целью работы является изучение возможностей современных технологий 3D-сканирования для создания компьютерных пространственных моделей анатомических объектов и использование их при

планировании хирургических вмешательств. Первоначально для получения пространственных компьютерных моделей использовался принцип фотограмметрии – стереозрения на основе получения изображений, снятых с нескольких разных ракурсов, что позволяло определить местоположение точек объектов в трехмерном пространстве – обеспечить триангуляцию.

Современные технологии 3D сканирования используют принцип структурированного освещения. Устройства, основанные на этом принципе, представляют собой одну или две регистрирующие видео камеры и одну проекционную камеру. При проецировании на сканируемый объект определенного структурированного рисунка регистрирующие камеры анализируют искривления полученного изображения и на основе этих данных строят пространственную модель. Такой подход наиболее часто применяется в медицине, так как обладает достаточно высокой точностью и позволяет сканировать объекты *in vivo*. Также регистрирующие камеры позволяют с фотографической точностью воссоздать текстуру поверхности сканируемого объекта. В результате сканирования формируется пространственная модель объекта в виде полигональной сетки, или облака точек. Изменение положения вершин приводит к модификации пространственной формы объекта. При этом для высокоточного виртуального моделирования пластического оперативного вмешательства необходимо знать биофизические характеристики модифицируемых тканей. В противном случае, адекватность модели реальным условиям будет невысокой.

Выводы: Для высокоточного моделирования пластических хирургических вмешательств целесообразно объединять подходы геометрического и биофизического моделирования. Перспективой работы является изучение принципов, улучшающих результаты 3D сканирования биологических объектов, и создания комплексных функционально-эстетических моделей для их использования при планировании пластических вмешательств.

Список литературы:

1. Аврунін О.Г., Безшапочний С.Б., Бодяньський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 224 с
2. Книгавко Ю.В. Расчет функциональных параметров, определяющих показания к проведению ринопластики / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин, Х. Фарук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 2/10 (62). – С. 24 – 27.
3. Книгавко Ю.В., Аврунин О.Г. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации // Технічна електродинаміка, тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність», частина 1, с. 258-261.

РОЗРОБКА ТРЕНАЖЕРУ ЗОРУ

Костін Д.О.

Науковий керівник – к.т.н, ст. викл. Тимкович М.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: denys.kostin@nure.ua

At this stage of the development of a civilized society, digital technologies have reliably strengthened in most areas of the life of a modern person. However, frequent overloading of the visual organs can lead to various kinds of diseases. Thus, creating for modern biomedical engineering in the field of ophthalmology is the need to develop many methods for the diagnosis and treatment of organs of vision.

На сучасному етапі розвитку цивілізованого суспільства, цифрові технології надійно закріпилися в більшості сфер життєдіяльності людини [1-4]. Однак часті перевантаження зорових органів можуть приводити до різного роду захворювань [1]. Тому, в галузі біомедичної інженерії існує необхідність розробки спеціалізованих методик [1], засобів [2], тренажерів зору та тренування м'язів очей [3].

Проаналізувавши наявні методи [4], особливе місце займають різного роду гімнастики для очей та тренажери зору. Вони застосовуються як для профілактики захворювань органів зору (наприклад амбліопія), так і у вигляді посттравматичної або пост операційної лікувальної гімнастики.

Більшість тренажерів являють собою комп'ютерні тести або стерео зображення та мають загальні недоліки: по-перше, тренування відбувається лише у двовимірному просторі; по-друге, недостатня можливість підлаштовувати вправи або завдання індивідуально, при цьому необхідно автоматизувати персональну програму вправ для різних пацієнтів.

Тому пропонується тренажер зору, котрий здатний в реальних умовах тренувати зорові навички за індивідуальною програмою. Принцип роботи пристрою простий хоч і спрямований на лікувально-профілактичну гімнастику як на ранніх стадіях, так і під час серйозних проблем з органами зору. Ідея полягає в проєкції гімнастичних вправ за допомогою напівпровідникового лазера червоного кольору на спеціалізовані площини на різних відстанях від пацієнта. Сам тренажер розташовується позаду пацієнта на відстані, котра встановлена лікарем. Регулярне використання розробленого методу повинно надати більший відновлювальний ефект, ніж проста гімнастика.

Розроблений пристрій складається із блоку живлення, мікроконтролера, котрий виконує функцію управління та налаштування; драйвер крокового двигуна; сервопривод, котрий необхідний для

підіймання та опускання променя лазера вгору і вниз відповідно до заданого режиму роботи пристрою.

На рис. 1 схематично зображено проєкційні траєкторії руху лазерного променя.

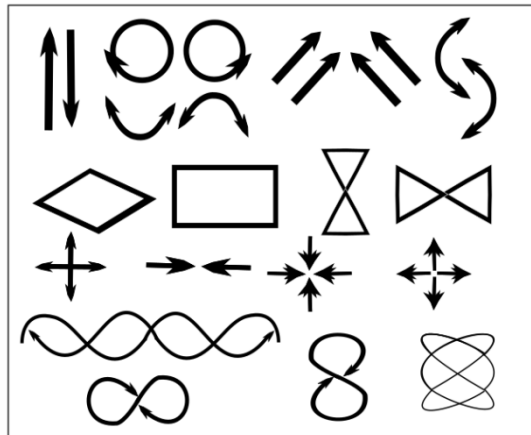


Рисунок 1 – Схематичне зображення руху лазерного променя за заданими траєкторіями

Таким чином, запропоновано новий тренажер для тренування зору. Подальшими етапами досліджень є розробка дослідного зразка і його доклінічне випробування. Перспективою роботи є впровадження розробки в медичну практику.

Список використаних джерел:

1. Авер'янова Л. О. Комп'ютерні технології корекції амбліопії в системі фізичної реабілітації у дітей з порушенням зору / Л. О. Авер'янова, К. Г. Селиванова // Сучасні здоров'язбережувальні технології: монографія / за загальною редакцією проф. Ю.Д. Бойчука. – Харків: Оригінал, 2018. – 724 с. – С. 627-633.

2. Селиванова К. Г. Разработка интерактивных тестов для оценки уровня развития мелкой моторики / К. Г. Селиванова, О. Г. Аврунин, В. В. Семенец // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна: Х. 2014. – № 1143, Вип.6. – С. 72-72

3. Костін Д. О. Розробка динамічних тестів для тренування м'язів очей та розвитку уваги / Д. О. Костін // Сучасний рух науки: тези доп. ІХ міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 2-3 грудня 2019 р. – Дніпро, 2019. – Т.2. – С. 129-131.

4. Капля М. А. Возможности применение гироскопа для оценки тремора конечностей / М. А. Капля, Д. А. Костин, М. Ю. Тымкович // XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів»: матеріали конференції. – Кременчук: КрНУ, 2018. – С.215-216

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ РУКИ

Эль Мустахим Юнес

Научный руководитель – к.т.н., доц. Аверьянова Л. А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057) 702-13-64)

e-mail: mustakim.el@nure.ua

The bionic arm is a prosthesis which will allow the amputees to control it with the help of their own brain instead of depending upon the mechanical functions of the artificial limbs which are at present available in the market. A complex design of control systems is embedded in the bionic arm which will receive and analyze the signals from the brain and convert the electrical energy to mechanical energy, making the bionic arm move.

Бионическая рука – это революционная идея позволяющая создать устройство как можно ближе к нашей естественной конечности. Фундаментальный момент состоит в том, чтобы заставить руку двигаться непосредственно под управлением нашего мозга в отличие от предыдущих моделей протезов верхних конечностей.

В настоящее время разработаны принципиально различные по виду и принципу работы протезы рук, кисти и предплечья. Так, косметический протез имитирует настоящую руку, он недорогой, однако с его помощью невозможно сделать что-то сложное: он практически нефункционален. Активный (тяговый) протез позволяет освоить лишь отдельные точные движения (письмо, применение некоторых инструментов). Рабочий протез предполагает использование приемной гильзы с адаптером для присоединения различных рабочих насадок, которые нужно менять при смене вида деятельности. За счет этого функционал протеза большой, однако выглядит он неестественно.

В основе использования бионических протезов лежит метод целевой мышечной реиннервации (метод TMR - Targeted Muscle Reinnervation). Даже если отсутствует конечность, мозг этого не учитывает и продолжает посылать сигналы на выполнение действий. Двигательные нервы, которые должны участвовать в управлении конечностью, если та была ампутирована, утрачена или даже отсутствовала при рождении, соединяют с имеющимися крупными мышцами (грудными, если речь идет о протезах рук), и дополняют электродами-миодатчиками, соединенными с процессором биоэлектрической руки, который и реализует управление механизмом для выполнения нужной функции или движения. Недостатком такого протеза является высокая цена устройства и дополнительных аксессуаров к нему: внешние оболочки-перчатки, аккумулятор, который нуждается в подзарядке. Важной проблемой является устранение некорректных сигналов управления, приводящих к ошибкам воспроизведения заданного движения. Кроме того, бионические протезы должны быть защищены от влаги.

Новой возможностью, повышающей функциональные возможности бионической руки, является применение тактильных датчиков, создающих реакцию на прикосновение к разным по текстуре поверхностям. Это также позволяет регулировать силу воздействия протеза на захватываемый предмет в зависимости от его прочности.

Постоянной проблемой для разработчиков протезов является копирование сенсорной функции руки. Ощущение в бионической конечности можно разделить на две отдельные категории: сенсорная информация, интерпретируемая самим устройством, и ощущение, воспринимаемое пользователем. [1].

Есть несколько систем, которые сочетают в себе микротехнологию и материаловедение и допускают два эффекта: с одной стороны, запись связанных с двигателем сигналов, управляющих действиями ампутированной руки / руки для управления движением механического протеза, а с другой стороны, обеспечение сенсорной обратной связи от тактильных и кинестетических датчиков посредством нейроморфной стимуляции остаточной конечности. [2].

Интуитивная бионическая рука, которая может «видеть» объекты сама по себе и способна к точному и плавному обращению, может изменить жизнь людей с ограниченными возможностями верхних конечностей. Разработанный биомедицинскими инженерами из Университета Ньюкасла, этот протез иллюстрирует взаимодействие между человеческим намерением и технической эффективностью искусственного интеллекта (ИИ). [3].

Подводя итог, можно сказать, что бионический протез, имеющий уникальные дополнительные возможности управления, обеспечивает изменение образа жизни, эстетическое преимущество и улучшение психологического состояния пациентов, позволяя им возвращаться к активной трудовой деятельности, спорту, творчеству.

Литература

1. R.G.E. Clement, K.E. Bugler, C.W. Oliver. Bionic prosthetic hands: A review of present technology and future aspirations. The Surgeon, Vol. 9, Issue 6, 2011, Pages 336-340, ISSN 1479-666X, <https://doi.org/10.1016/j.surge.2011.06.001>.

2. Successful long-term test of a brain-controlled portable bionic hand. Shaping Europe's digital future. NEWS ARTICLE 16 March 2018. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/successful-long-term-test-brain-controlled-portable-bionic-hand>

3. A bionic hand that sees. The UNESCO Courier 2018-3. <https://en.unesco.org/courier/2018-3/bionic-hand-sees?language=fr>

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ЭЛЕКТРОННЫМ СИСТЕМАМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ СВОЙСТВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Мандра А. В., Черенков А. Д., Чугуй Е.А.

Научный руководитель – д.т.н., – Титова Н. В.

Харьковский национальный университет сельского хозяйства
им. П. Василенко (61002 г. Харьков, ул. Алчевских,44, каф. БМИТЕ,
тел. (057) 712-42-32)

E-mail: tte_nniekt@ukr.net,0634165408

The article analyzes the multi-diode generator to increase the reproductive ability of sturgeons. The article established that in order to fulfill the requirements for the value of the radio pulse power in the centimeter wavelength range, it is necessary to use power combiners based on a cylindrical resonator. As the result of theoretical analysis, it was found that when you choose the geometric dimensions of the adder of the diode powers, it is necessary to take into account the dimensions of the coaxial diode modules located in the cavity volume. In addition, the requirements for the optimal number of summed diodes in the general resonator must be satisfied, the maximum efficiency must be ensured, and at the same time, the tasks of each diode in the maximum power mode and the necessary heat removal must be solved. Based on the equivalent circuit, the article determines the coupling value of a high- Q cylindrical resonator with a waveguide with a waveguide generator system and its design parameters.

Теоретический анализ показал, что для повышения репродуктивных свойств осетровых рыб необходимы радиоимпульсные генераторы с параметрами: частота заполнения импульсов $f = 10$ ГГц; импульсная выходная мощность $P_{\text{вых}} \cong 160$ Вт; длительность импульса $\tau_{\text{и}} \leq 1 \cdot 10^{-6}$ с; скважность импульсов $Q = 100$; относительная нестабильность частоты 10^{-6} - 10^{-7} . Для выполнения требований по выходной мощности, в генераторах следует применять разветвлённую систему суммирования мощностей [1, 2].

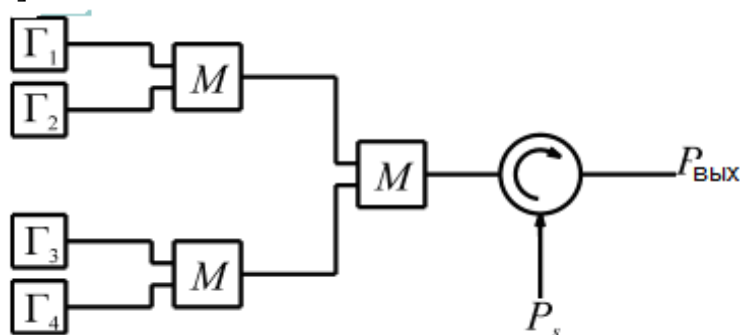


Рис.1. Разветвлённая система суммирования мощностей

Выходная мощность зависит от основных параметров, которые определяют эффективность каскадного суммирования мощности диодов:

тип и количество диодов; КПД суммирования мощностей; число каскадов разветвленного сумматора. В связи с этим для достижения высоких уровней мощности и КПД источников СВЧ излучений большой смысл приобретает совмещение методов каскадного суммирования диодов в единой электродинамической системе с методами суммирования в разветвленных системах [3].

Эксплуатационные характеристики генератора на ЛПД (выходная мощность, частота, КПД, диапазон перестройки, качество спектра, надежность, уровень шумов), а также режим работы зависят не только от параметров ЛПД, но в значительной мере от типа резонансной системы.

В миллиметровом диапазоне волн наибольшее распространение получили волноводные резонансные системы, т.к. в этом диапазоне их добротность выше, чем у коаксиальных и полосковых систем. Кроме того, в волноводных резонансных системах проще осуществлять механическую перестройку частоты и теплоотвод [2, 4,5].

При разработке генераторов на ЛПД в радиоимпульсном режиме также следует учитывать фазовые искажения спектра, возникающие при длительностях импульса, больших или соизмеримых со временем тепловой релаксации диода. В синхронизированных генераторах высокая стабильность частоты колебаний достигается путём синхронизации колебаний автогенератора внешним сигналом с малой нестабильностью частоты и пониженным уровнем шумов [5].

Список литературы:

1. Горбачев А. В. Каскадное суммирование мощностей ЛПД в режиме внешней синхронизации / А. В. Горбачев, Л. В. Касаткин // Электронная техника. – 1982. – Вып. 10. – С. 22 – 27.
2. Семенец В.В. Введення в мікросистемну техніку та нанотехнології: / В.В. Семенец, І.Ш.Невлюдов, В. А. Палагін. –Х. : Компанія СМІТ, 2011. –416 с
3. Касаткин Л. Твердотельные импульсные генераторы на ЛПД миллиметрового диапазона волн / Касаткин Л. // Электронная техника. Серия 1. Электроника СВЧ. 1996, Вып. 2. – С. 41 – 47.
4. Щапов П. Ф. Получение информационной избыточности в системах измерительного контроля и диагностики измерительных объектов / П. Ф. Щапов, О. Г. Аврунин // Український метрологічний журнал. –2011. –№ 1. –С. 47-50.
5. Касаткин Л. В. Стабилизация СВЧ-параметров стационарного синхронного режима импульсных генераторов на ЛПД / Касаткин Л. В. // Изв. ВУЗов. Радиоэлектроника. 2001, том 44, № 3. – С. 18 – 25.

РЕАБІЛІТАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Резуненко К.І. гр.БІБМІу-19-1

Науковий керівник - доцент кафедри біомедичної інженерії, вчений секретар спеціалізованої вченої ради, член НТС, кандидат технічних наук, доцент Носова Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057)-702-13-64) e-mail:kateryna.rezunenko@nure.ua

The given work looks at the problems of bionic prosthesis connection. The problem arises from the variety of causes that led to the loss of the limb. The shape of the residual limb and the condition of the muscles adjacent to it depend on the cause of the loss of the limb. The patient must be prepared for successful connection and correct functioning of the prosthesis. For this purpose, the connection point is examined. Muscle activity is detected and a set of methods and means for restoring sufficient muscle activity is developed. The restoration process is constantly monitored, the efficiency of the applied technique is analyzed and on the basis of the obtained data the technique is corrected to achieve the desired result.

Ми живемо в світі, який стрімко розвивається, з кожним днем з'являються нові відкриття і поряд з ними виникають нові проблеми і завдання. З розвитком технологій збільшується рівень і тривалість життя, але й самим людям потрібно прикладати зусилля для підтримки, і, при необхідності, відновлення власного організму. В даний момент часу гостро стоїть проблема людей з обмеженими можливостями, які втратили функціональність кінцівок. Причини можуть носити характер зовнішнього пошкодження, внаслідок аварій, військових дій, хірургічних ампутацій через запущені стадії хвороб, опіків чи відморожень, а також можуть бути причини, засновані на вроджених патологіях. Завдання соціально-реабілітаційних закладів полягає в тому, щоб допомогти пацієнтам, які втратили функціональність кінцівок, підключити, навчити користуватися протезом та соціально адаптувати пацієнта. В зв'язку з цим постає питання стосовно розробки системи по реабілітації пацієнтів з обмеженими можливостями. Складність цього завдання полягає в тому, що через різноманітність причин, за якими людина позбавляється кінцівки, початковий стан кукси у кожного пацієнта носить індивідуальних характер і вимагає аналізу, на підставі якого є можливість розробити методику реабілітації, а також проводити контроль у процесі відновлення. Тому необхідний індивідуальний комплексний метод по відновленню достатньої активності м'язів для підключення протеза, заснований на аналізі стану кукси пацієнта, її розмірів, форми і активності м'язового волокна.

Для останнього параметру недостатньо зовнішнього огляду, ступінь м'язової активності можна зафіксувати завдяки технічному пристрою:

електроміографа. При проведенні електроміографії периферичний нерв стимулюється електричними імпульсами з подальшою реєстрацією відповіді м'язів, які іннервуються цим нервом. Електроміографія дозволяє виміряти швидкість проходження імпульсу по нервових волокнах; виявити локалізацію ушкодження периферичних нервів; оцінити здатність м'язів до скорочення у відповідь на подразнення електричним імпульсом. Для визначення стану активності м'язів використовується: стимуляційна (поверхнева) електроміографія - проводиться шляхом накладення електродів на шкіру, при цьому дослідження проводиться швидко і безболісно; а також голкова електроміографія - виконується шляхом введення в м'яз спеціального електроду, що має вигляд тонкої голки. Ця методика дає більш цінну інформацію, ніж поверхнева електронейроміографія, так як при ній вдається дослідити роботу окремих м'язових волокон в спокої і при довільному русі. Також цю систему по реабілітації можна використовувати для пацієнтів, які частково втратили функціональність кінцівок. Відповідно до наукової статистики, у 70% пацієнтів, які перенесли напад інсульту, діагностується порушення дрібної моторики рук різного ступеня складності. У 50% рухова функція верхніх кінцівок не відновлюється навіть через півроку після приступу. Але, багато пацієнтів, докладаючи чималих зусиль, відновлюють рухову функцію рук в повному обсязі. Це досягається завдяки комплексу регулярних тренувань, гімнастики і лікувального масажу. Тренування можна проводити в ігровій формі, у вигляді переміщення в пази об'ємних фігур різних форм, або ж робота з бізі-бордом. Навички дрібної моторики використовуються для виконання таких точних дій, як «пінцетне захоплення» (великим і вказівним пальцями) для маніпулювання невеликими об'єктами, а також малювання, вирізання, застібання гудзиків, в'язання, грою на музичних інструментах і так далі. Порушення дрібної моторики має істотний вплив на життя людини, тому в разі її порушення дуже важливий етап розробки методики та засобів реабілітації пацієнта, а також метод аналізу і контролю.

Процес реабілітації має складний, багатоступінчастий характер, результат успішності якого залежить від кожного етапу окремо. Проблеми, які можуть виникати на кожному з етапів потребують особливої уваги та необхідність у розробці нових методів і засобів щодо їх вирішення.

Список використаних джерел

1. Діагностичні можливості електроміографічного методу при дослідженні функції носового клапана. ОГ Аврунін, ТВ Жемчужкіна, ТВ Носова ХНУРЕ
2. Система контролю втоми м'язів людини в реальному масштабі часу. ТВ Носова, ТВ Жемчужкіна, ЕА Чугуй Кременчуцький авіаційний коледж

ДИСТАНЦИОННАЯ ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА ЭМГ

Тарасова А.Л., Ерошенко О.А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Прасол И.В.

Харьковский национальный университет радиозлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Биомедицинской инженерии,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: albina.tarasova@nure.ua

Muscle disease problems are widespread. Therefore, it is extremely important to control the muscular system of a person, which should be carried out continuously, preferably daily and at home. The article discusses the wireless system for collecting EMG signal. The system is based on a wireless system and allows you to transfer data to mobile device or a computer for further processing. Also various protocols for wireless biomedical signal transmission are provided. In this paper, propose a sistem, with two wireless protocols ZigBee and Wi-Fi which enables the interoperability to two heterogenous wireless protocols by in cooperating the transformation of data.

В современном мире проблема заболеваний мышечной системы становится всё более актуальной. Это вызвано множеством факторов, таких как малоподвижный образ жизни, производственные травмы, врожденные патологии и т.д. Для диагностики этих заболеваний чаще всего используется анализ электрической активности (биопотенциалов) скелетных мышц.

Электромиография широко применяется в медицине как метод, который позволяет не только установить характер заболевания, проводить его топическую диагностику, но и объективно контролировать эффективность лечения, прогнозировать время и этапы восстановления. Поэтому становится востребованными устройства для индивидуального использования. Таким образом, можно контролировать работу мышц в течение длительного периода времени, что позволяет более точно оценить их состояние. При построении таких систем необходимо прежде всего организовать удобную передачу регистрируемых данных. Наилучшим решением будет использование беспроводных сетей. Таким образом, датчики должны поддерживать беспроводные протоколы, то есть принимать информацию и передавать её по беспроводной сети в приемник. В настоящее время для передачи биомедицинских данных наиболее широко применяются протоколы Wi-fi, Bluetooth и ZigBee.

Первый и наиболее распространенный, это протокол Wi-Fi. Это стандартный протокол передачи информации. Стандарт 802.11n Wi-Fi обладает высокой пропускной способностью, что является несомненным преимуществом, многие устройства поддерживают этот стандарт. Он отлично подходит для передачи больших объемов информации. Устройства на его основе способны работать в автономном режиме (от батарей и аккумуляторов) на дальности передачи от 10 до 100 м. Эти

стандарты позволяют заменять проводные соединения в устройствах [1]. Основными недостатками являются высокое энергопотребление. Также организация основана на топологии сети «звезда», то есть связь между устройствами не может быть организована напрямую. Следующим протоколом передачи данных является протокол Bluetooth. Он имеет более низкую скорость передачи, соответственно более низкое энергопотребление, особенно Bluetooth 4.0, но расстояние передачи данных меньше.

Существует также протокол ZigBee, разработанный в 2003 году специально для реализации концепции умного дома. Он характеризуется низкой скоростью передачи данных, но для передачи биомедицинской информации вполне достаточно, поскольку все сигналы имеют низкочастотный характер. Есть два основных различия. Во-первых, крайне низкое энергопотребление. Датчик уже имеет встроенные аккумуляторы и способен работать несколько лет и передавать информацию. И, во-вторых, структура сети обладает повышенной надежностью [2].

Каждый протокол имеет свои преимущества и недостатки, которые в основном заключаются в скорости, мощности и пропускной способности.

Одним из устранения этих недостатков может быть создание системы, основанной на комбинации протоколов передачи ZigBee и Wi-Fi. Данная комбинация обеспечивает взаимодействие двух различных беспроводных протоколов за счет взаимодействия при преобразовании данных [3].

Таким образом, система, сочетающая в себе протоколы ZigBee и Wi-Fi, обеспечивает преимущества низкого энергопотребления, надежной передачи данных и удаленного доступа для пользователей.

Кроме того, данные, собранные индивидуальным устройством, имеют большое значение, поскольку это круглосуточная информация о состоянии мышечной системы пациента. Это позволяет более точно диагностировать возможные нарушения и проводить мониторинг терапевтических процедур во время реабилитации.

Список использованных источников:

1. Кумар С., Кальтенбергер Ф., и др. Реализация SDR-приемника WiFi для ослабления помех в нескольких каналах ZigBee // EURASIP журнал по беспроводной связи и сетям. – 2019. – С. 145-150.

2. Бабович З., Протик Д., Милутинович В. Оценка производительности сети для интернет приложений // IEEE Access. – № 4. – 2016. – С. 6974-6992.

3. Yeroshenko O., Prasol I., Trubitsyn O., Rebezyuk L. Organization of a Wireless System for Individual Biomedical Data Collection // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – Vol. 9. – No. 4. – 2020. – Pp. 2418-2421.

ВАЖЛИВІСТЬ ДІАГНОСТИКИ КАРДІОЗАХВОРИЮВАНЬ

Кіріченко І.К.

Науковий керівник – д.т.н. проф. Перова І.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії, тел. +38 (057)-
702-13-64)

e-mail: ihor.kirichenko@nure.ua

An analysis of the diagnosis of cardio diseases was carried out. The use of different methods of treatment and diagnosis of diseases. The importance of laboratory tests, especially of blood tests. The best methods of analyzing cardio diseases are discussed. Possible options for preventing cardio diseases are suggested.

Серцево-судинні захворювання(ССЗ) досі залишаються основною причиною захворюваності і смертності і тому рання діагностика має першорядне значення. Знаючи про ранні ознаки серцево-судинних захворювань, у вас буде більше шансів знайти загрози на ранній стадії. Хоча поділ профілактики ССЗ на первинну, вторинну і третинну профілактику є довільним, воно може бути корисним для розвитку послуг різними частинами системи охорони здоров'я [1].

Ранні ознаки серцево-судинних захворювань включають в себе:

- Високий рівень глюкози в крові;
- Високий кров'яний тиск;
- Високий рівень холестерину;
- Висока маса тіла / індекс маси тіла.

Деякі з тестів є неінвазивними, що означає, що в організм не вставляються ніякі інструменти. Інші тести є інвазивними і вимагають введення інструментів в організм.

Стандартна ехокардіографія має кілька цілей в серцевої популяції, як оцінка показників роботи міокарда, клапанних та(або) вроджених вад серця і гемодинаміки. Тривимірна ехокардіографія недавно привернула до себе увагу як життєздатний клінічний інструмент для оцінки функції, обсягу і форми лівого шлуночка (ЛШ) і правого шлуночка (ПШ). Двовимірна і, останнім часом, тривимірна ехокардіографія з відстеженням спеклів також з'явилися в якості методів виявлення глобальної і регіональної дисфункції міокарда при різних серцево-судинних захворюваннях.

Тривимірна ехокардіографія з відстеженням цяточок останнім часом вважається більш перспективним методом точної і відтворюється оцінки сегментарної і глобальної функції. Режим 3D дозволяє уникнути ракурсу апікальних видів, вимагає менше часу на збір даних, допомагає вирішити проблему неплоскостності рухів, присутніх в 2D-модальності [2].

Електрокардіограми є графічний вимір електричної активності у вашому серці. Існують певні схеми ЕКГ, які ваш лікар шукає, щоб

визначити, чи є такі відхилення, як миготлива аритмія (ненормальний ритм), новий або старий серцевий напад.

Катетеризація серця є поширеною процедурою, яка може допомогти в діагностиці захворювань серця. У деяких випадках катетеризація також використовується для лікування захворювань серця шляхом відкриття заблокованих артерій за допомогою балонної ангіопластики і установки стента.

Катетеризація серця може показати:

- Якщо кровоносні судини в вашому серці звужилися.
- Якщо ваше серце працює нормально і кров тече правильно.
- Якщо клапани в вашому серці функціонують нормально.
- Якщо ви народилися з серцевими порушеннями.
- Якщо тиск в серці та легенях нормальне. Якщо немає, катетеризація може допомогти оцінити проблему [3].

Ехокардіографія з використанням як традиційних, так і більш сучасних методів лікування є основним діагностичним інструментом для оцінки ранньої серцевої дисфункції. Це економічно ефективний метод, що забезпечує отримання зображень в реальному часі з високим просторовим і тимчасовим дозволом. Тривимірні ехокардіографія і двовимірні і тривимірні ехокардіографія з відстеженням цяток можуть надати додаткову діагностичну інформацію [4]. Цілком ймовірно, що в майбутньому ехокардіографія буде розвиватися з поліпшенням технології, що забезпечує кращу клінічну допомогу. Тісний професійний зв'язок між ехокардіологами і професійними лікарями допомагає процесу ефективної підтримки і лікування серцево-судинних пацієнтів на робочому місці.

Список літератури

1. P. A. Pellikka, S. F. Nagueh, A. A. Elhendy, C. A. Kuehl, and S. G. Sawada, "American society of echocardiography recommendations for performance, interpretation, and application of stress echocardiography," *Journal of the American Society of Echocardiography*, vol. 20, no. 9, pp. 1021–1041, 2007.
2. G. H. Abusaid and M. Ahmad, "Real time three-dimensional stress echocardiography advantages and limitations," *Journal of Echocardiography*, vol. 29, no. 2, pp. 200–206, 2012.
3. Бритов А.Н. Современные проблемы профилактики сердечнососудистых заболеваний. //Кардиология. 1996. -№3. С. 18-21.
4. Оганов Р.Г. Ишемическая болезнь сердца (профилактика, диагностика, лечение). МПЦ- 1997. 76с.

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР СОСТОЯНИЯ КОЖИ

Снегурова М.А.

Научный руководитель - доцент, канд.техн.наук, доцент кафедры
биомедицинской инженерии Линник Е. В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057)-702-13-64)
e-mail: marinasnegurova@gmail.com

A portable device with which you can determine what condition the skin of a person is at the moment and will help, based on the data obtained, to choose the right individual system of skin care and treatment.

Кожный покров человека несет огромный объем информации о состоянии органов систем и подсистем организма и патологиях, возникших в нем. По его физическим параметрам и их изменениям в течение времени можно получить исчерпывающую информацию, позволяющую выполнить диагностику и определить тактику лечения. Свойства кожного покрова важны для косметических и клинических приложений, таких как: оценка эффективности косметических продуктов, разработка средств индивидуального ухода, изучение старения кожи, в косметической хирургии и при оценке различных стадий заболевания[1].

Осуществлять компьютерную диагностику кожи возможно при помощи портативных и переносных средств. Принцип работы одинаков: разные датчики снимают данные с эпидермиса человека и переносят их в компьютер. Итоговые данные можно использовать для подбора декоративной и уходовой косметики или для выбора косметологической процедуры. Аппараты для диагностики — оптико-электронные приборы с мощными микропроцессором, большим экраном и датчиками.

Биоэлектрический анализатор кожи - удобный ручной измеритель влажности кожи, использующий технологию биоэлектрического сопротивления кожи. Эта усовершенствованная и протестированная технология позволяет получать надежные и последовательные измерения. Технология основана на измерении проводимости и сопротивления кожи с помощью низкого уровня электрического тока. При соприкосновении с кожей клиента аппарат выводит на дисплей данные этих измерений в виде конечного числового результата. Оценка полученных результатов производится на основании гистограмм, отображаемых на дисплее прибора[3,4]. Биоэлектрический анализатор кожи предназначен для использования как в домашних условиях, так и в салонах красоты.

Прибор используется для определения степени влажности, жирности и упругости кожи на основе метода биоимпедансного анализа (Bioelectric Impedance Analysis BIA).

Биоимпедансный анализ - это неинвазивный метод измерения сопротивления (импеданса) тканей кожи при помощи электрического тока по двум или четырем электродам[2]. При этом измеряется электрическое сопротивление (противодействие различных участков организма человека прохождению через них тока).

Определение количества жира методом биоэлектрического сопротивления основано на том, что сопротивление у жировой ткани отличается от сопротивления мышечной и других тканей человека. Например, мышцы на 70 % состоят из воды, а жир почти не содержит ее и потому тормозит сигнал. Чем слабее сигнал на выходе (больше сопротивление в Ом : от 1,3 кОм до 1,29 мОм), тем больше жира, так как жир имеет высокое сопротивление. Чем сильнее сигнал на выходе, тем больше безжировой (мышечной) ткани в теле, так как мышечная ткань имеет хорошую проводимость благодаря высокому содержанию воды.

Такие приборы обеспечивают количественную оценку состояния кожи, что позволяет на основании полученных данных правильно подобрать систему косметических средств и оценивать их влияние на состояние кожных покровов. Таким образом, анализатор может оказаться полезным для применения на мастер-классах для подбора системы кремов, а также для личного использования.

Перечень ссылок

1. Гусев В.Г. , Мустафин Т.Н. Измерительные приборы для оценки физических свойств кожного покрова человека
<https://cyberleninka.ru/article/n/izmeritelnye-pribory-dlya-otsenki-fizicheskikh-svoystv-kozhnogo-pokrova-cheloveka>
2. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://dermatolog-venerolog.allkharkov.ua/dietologiya/bioimpedansometrija>

3D-РУЧКА ДЛЯ КОМБУСТОЛОГИИ

Пирогова Ю. В.

Научный руководитель - доцент, канд.техн.наук, доцент кафедры
биомедицинской инженерии Линник Е. В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057)-702-13-64)
e-mail: yuliia.pyrohova@nure.ua

Surgeons who transplant human organs hope that one day they will be able to receive all the organs necessary for transplantation at the first request. Now the patient can spend several months, and possibly years, waiting for an organ from a suitable patient. Thanks to artificial organs, it would be possible not only to alleviate the suffering of patients, but also to save human lives. Now, with the advent of the first commercial 3D bioprinter, this opportunity can become a reality [1].

Пересадка кожи требуется при ожогах, различных патологиях, после операций. Обычно для восстановления кожи используются аутогенные трансплантаты, когда участок кожи берут у самого реципиента. Но при большой площади ожогов трансплантация затруднительна [2].

3D-принтеры стали символом прогресса в промышленном производстве, но их можно эффективно использовать и в медицине. Для операций, которые раньше требовали пересадки кожи, ученые из Института восстановительной медицины при университете Вейк-Форест создали биопринтер, который печатает клетками кожи человека, нанося их непосредственно поверх раны. Создан прототип принтера, который производил большие участки человеческой кожи для трансплантации, которые потом нарезались по нужному размеру [3].

Использование 3D-ручки позволит врачу наносить лекарственное вещество или биоматериал на участок кожи любой формы без непосредственного прикосновения к материалу и без нарезания нужной формы. Устройство не займет много места, будет удобно в транспортировке и использовании. Такое устройство позволит наносить не только лекарственные вещества для восстановления кожи, но и клетки для полной замены поврежденного участка замены.

Для пересадки кожи, в качестве "чернил" используются клетки кожи пациента, а именно стволовые клетки из костного мозга. Это позволит уменьшить вероятность отторжения тканей. Такая технология имитирует естественный процесс заживления. «Эта технология может устранить необходимость в болезненных кожных трансплантатах, которые вызывают дальнейшее обезображивание пациентов с большими ранами и ожогами, - говорит доктор медицинских наук, директор университета Уэйк-Форест Энтони Атала. - Мобильный биопринтер может помочь ускорить оказание медицинской помощи и снизить стоимость лечения» [4].

Из стволовых клеток можно получить любые клетки, используя различные факторы роста. 10-30 тысяч таких клеток формируются в маленькие капельки диаметром 100-500 микрон. Такие капельки хорошо сохраняют свою форму и прекрасно подходят для печати [1].

Как и в использовании биопринтера, первый этап - забор биоматериала с разделением кожи на два типа клеток: фибробласты, которые непосредственно задействованы в заживлении ран и кератиноциты, образующие внешний защитный слой кожи. При 3D нанесении собственной кожи, организм активно вовлекается в естественную регенерацию.

3D-ручка включает в себя печатающую головку, которая позволяет выкладывать капельки с клетками в нужном порядке; 4 картриджа, в которых находится: плазма крови, фибробласты, хлорид кальция и кератиноциты. В результате получится матрица слоёв на основе гидрогеля, поддерживающий живые клетки.

Таким образом, с помощью данного устройства возможно ускорить процесс восстановления кожи человека, снизить вероятность отторжения клеток организмом, лечение любой формы пораженного участка.

Перечень ссылок

1. Печать человеческих органов при помощи биопринтера [Электронный ресурс] - Режим доступа к ресурсу: <http://www.rk03.ru/medvideo/bioprinter/>

2. 3D биопринтеры. Распечатка тканей и органов [Электронный ресурс] - Режим доступа к ресурсу: https://www.livemd.ru/tags/3d_bioprintery/

3. 3D-биопринтер запечатывает раны клетками кожи пациента [Электронный ресурс] - Режим доступа к ресурсу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/3958-3d-bioprinter-zapechatyvaet-rany-kletkami-kozhi-patsienta.html>

4. Биопринтер сможет распечатать кожу прямо на ране [Электронный ресурс] - Режим доступа к ресурсу: <https://tjournal.ru/science/89341-bioprinter-smozhet-raspechatat-kozhu-pryamo-na-rane>

**ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ
ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ В ПУЛЬМОНОЛОГІЇ**

Гініятулліна О.А.,

Науковий керівник – к.т.н., доц. Лінник О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057) 702-13-64
e-mail: aleksginiyatullina@gmail.com, elena.linnyk@nure.ua

At present, no scientific study based on the analysis of clinical observations can be imagined without the use of applied statistics. Currently, there is no such system that can diagnose more than two diseases and analyze not only the patient's symptoms but also the informative signs.

В даній роботі запропонован модуль діагностування таких пульмонологічних захворювань як ХОЗЛ, БА та пневмонія, що дає можливість коректно діагностувати захворювання та цілеспрямовано розпочати лікування. Цей модуль заснований на одному з методів статистичного аналізу – дискримінантному.

Майже в усіх країнах світу частота захворювань органів дихання, до яких належать понад 50 хвороб, подвоюється кожні 5–10 років і становить до 20% від усієї захворюваності дорослого населення. ХОЗЛ поряд з бронхіальною астмою та пневмонією відноситься до числа найбільш розповсюджених хронічних захворювань органів дихання. Незважаючи на цілком певні відмінності між цими хворобами за механізмами розвитку, в клінічних проявах і принципах профілактики і лікування, ці три захворювання мають деякі загальні риси. Крім того, можливо і поєднання двох хвороб у однієї людини. Все це створює труднощі в роботі навіть добре інформованого лікаря. В даний час жодне наукове дослідження, засноване на аналізі результатів клінічних спостережень, неможливо уявити собі без використання засобів прикладної статистики. Комп'ютерні системи діагностики розвиваються в двох основних напрямках: по шляху створення експрес-систем, заснованих на обробці опитувальників, і по шляху створення систем на базі алгоритмів обробки медичної інформації, яка представляється, як правило, у вигляді результатів інструментальних обстежень пацієнта. В даній роботі запропонован модуль діагностування таких пульмонологічних захворювань як ХОЗЛ, БА та пневмонія. Цей модуль заснований на одному з методів статистичного аналізу – дискримінантному.

У дискримінантом аналізі класи (групи) передбачаються вже заданими, а завдання полягає в тому, щоб знову з'являється об'єкт віднести до одного з цих класів на підставі значення якоїсь змінної. Основна ідея дискримінантного аналізу полягає в тому, щоб визначити, чи відрізняються різні сукупності за середнім будь-якої змінної (або лінійної комбінації змінних), і потім використовувати цю змінну, щоб передбачити для нових членів їх приналежність до тієї чи іншої групи.

Для проведення класифікації було досліджено 129 пацієнтів, що спостерігалися у Харківській обласній лікарні. Результати обстеження включали 88 показників. Пацієнти були розподілені на три групи наступним чином:

- 1-а група – пацієнти з БА (51 випадок);
- 2-а група – пацієнти з пневмонією (32 випадки);
- 3-а група – пацієнти з ХОЗЛ (46 випадків).

Для діагностування ХОЗЛ, БА та пневмонії використовували множинний дискримінантний аналіз. Він дозволяє реалізувати дві функції: класифікувати пацієнтів

між собою по різним групам та виробити інструмент, для визначення діагнозу пацієнта, який не знаходився в існуючій вихідній вибірці даних, тобто новий пацієнт. Метою аналізу було складення рівняння регресії з використанням вибірки, для якої відомі значення і предикторів, і критеріїв. У нашому випадку буде два рівняння – DF1 та DF2. За допомогою рівнянь по відомим значенням предикторів визначили значення критеріїв. З усіх 88 критеріїв були відібрані 11 інформативних критеріїв (задуха, підвищення температура тіла, туберкульоз, шкідливі умови праці, шкірні покриття, дихання ослаблене, вологі хрипи, суухі хрипи, гучність, лейкоцитарна формула, ШОЕ), за якими будуть розраховані функції DF1 та DF2.

За допомогою територіальної карти (рис. 3.1), що була сформована за результатами дискримінантного аналізу, можна діагностувати захворювання.

На цій карті по осі x відкладені значення функції DF1, а по осі y - значення функції DF2. Аналізуючи карту, слід відмітити, що площа розмічена на три частини. Перша частина між цифрами 1 відповідає області захворювання бронхіальною астмою, друга частина між цифрами 2 відповідає області захворювання пневмонією, третя частина між цифрами 3 відповідає області захворювання хронічною обструктивною хворобою легень.

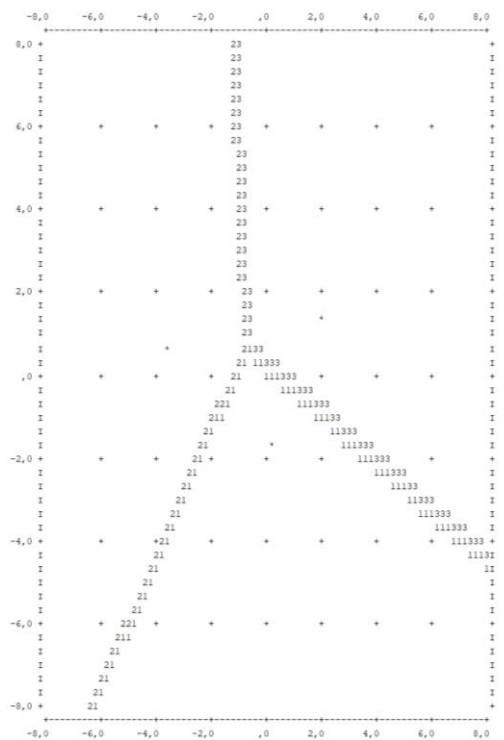


Рисунок 1 — Територіальна карта

Література

1. Илькович М. М., Игнатьев В.А. ХОБЛ: нозологическая форма или группа заболеваний *Самарский медицинский журнал*. 2006. №5–6. С.18–20.
2. Витяев Е.Е., Извлечение знаний из данных. Компьютерное познание. Модели когнитивных процессов: Моногр. Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2006, С.293

УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВИЗОРОВ В МЕДИЦИНЕ

Кокорев А.Э.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії)

e-mail: andrii.kokorev@nure.ua

Over the past decades, IR sensors have firmly entered into various fields of science and technology. In this paper, we consider the third, last, generation of IR sensors. The principles of the arrangement of such sensors and the types of matrices that are used in them are described. The main parameters of thermal imagers that are worth paying attention to when choosing a device are also considered.

Принцип действия тепловизионных приборов

Принцип действия тепловизионных приборов основан на преобразовании теплового (инфракрасного, ИК) излучения объектов в видимое изображение, выводимое на монитор. Одним из главных условий формирования ИК изображения объекта является наличие температурного контраста или контраста коэффициентов излучения между объектом и фоном. Современные тепловизионные приборы различают температурные контрасты на уровне $0,01^\circ\text{K}$. Большинство тепловизоров работают в диапазонах 3–5 мкм и 8–14 мкм (окна прозрачности атмосферы для ИК излучения) [1]. На сегодняшний день, наиболее совершенными являются тепловизоры третьего поколения, так что рассмотрим их устройство подробнее.

Устройство тепловизоров третьего поколения

Работу тепловизоров третьего поколения можно описать следующим образом. Сигналы с элементарных фотоприемников матрицы, после предварительной корректировки направляются в блок формирования изображения. На его выходе информация выдается либо в качестве видеосигнала на ТВ–монитор, либо в цифровой форме передается в ПК [1]. При создании на мониторе изображения разница температур объекта кодируется с помощью разных яркостей или цветов видимого изображения. Наибольшее распространение получили приемники двух типов: фотонные и тепловые (микроболометрические).

Фотонные приемники В таких приемниках чувствительные элементы состоят из полупроводников различных типов, совмещенных с металлами. Принцип их работы основан на поглощении фотонов носителями заряда. Поглощение фотона, например, в n области приведет к образованию электронно–дырочной пары, дырки из n области под действием электрического поля p – n перехода будут увлекаться в p область, создавая фототок. Фототок затем может быть зарегистрирован различными измеряющими схемами [2].

Для работы такого типа сенсоров необходимо охлаждение матриц до температур, при которых собственное ИК излучение матрицы не будет «засвечивать» внешнее излучение. Для этого используется жидкий азот (глубокое охлаждение, $T = 75\text{--}80\text{ K}$) или элементы Пельтье (неглубокое охлаждение, $T = 150\text{--}250\text{ K}$) [1].

Микроболометрические приемники

Действие этих детекторов основано на изменении сопротивления материала при изменении его температуры. В качестве материалов могут использоваться как металлы, так и полупроводники (термисторы). Наиболее широко используют матрицы из кремния и оксидов ванадия[5].

Основные характеристики ИК приемников [1,3]:

1. Температурная чувствительность. Для современных сенсоров: 200-400 мК (микроболометрические), 10-40 мК (фотонные).
2. Частота обновления кадров. До 50 Гц (микроболометрические), 25-400 Гц (фотонные).
3. Количество пикселей в матрице. Максимальное значение - 2400×1600 пикселей, среднее – 640×480 пикселей.

Применение тепловизоров в медицине

Тепловизионная диагностика применяется в разных областях медицины: при диабетической ангиопатии, атеросклерозе, в наблюдении приживления пересаженной кожи и многих других. Существуют два класса тепловизионных методов: статические и динамические. Первые основаны на анализе единичных тепловизионных снимков, вторые – на последовательности тепловизионных снимков [1]. К динамическим методам относятся: импульсный метод (PT- Pulsed Thermography), активный динамический метод (ADT – Active Dynamic Thermal IR–Imaging), тау – метод (τ – technique), метод тепловой томографии (TT- Thermal Tomography) [4].

Список использованной литературы

1. Скрипаль А. В. Тепловизионная биомедицинская диагностика : учеб. пособие / А. В. Скрипаль, А. А. Сагайдачный, Д. А. Усанов. – Саратов, 2009. – 118 с.
2. Научно-производственная компания Фотоника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.npk-photonica.ru/info/reading/18321/>, свободный.
3. Иваницкий Г. Р. Современное матричное тепловидение в биомедицине / Г. Р. Иваницкий // Успехи физических наук. – 2006. – № 126(11). – С. 1293–1320.
4. Medical Infrared Imaging / M. Diakides, J.D. Bronzino, D.R. Peterson. – CRC Press, 2012. – 638 p.

АПАРАТУРА ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЗАПАЛЕНЬ ТА ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ З ПОВЕРХНІ ТІЛА ЛЮДИНИ

Білов М. Є., Дудко О.Г., Назарак М.С., Сорочан О.М.,
Науковий керівник – д.т.н, проф.. Шайко-Шайковський О. Г.
Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,
(58012, Чернівці, вул. М. Коцюбинського 2, каф. Професійної та технологічної освіти і
загальної фізики, тел. 0372- 58-48-89)
e-mail: shayko@bk.ru

It is considered developed by the authors and proposed for use in the healing process, in the diagnosis of inflammation of the internal organs, fever by contactless means. The small portable portable complex makes it possible to evaluate the dynamics and changes in the value of heat fluxes from certain areas of the human body, to diagnose the condition of internal organs, as well as the process of their recovery, to draw conclusions about the effectiveness of a particular scheme and treatment methods. The medical complex and the method of its practical use have been successfully tested in several medical institutions in the city and the region.

Одним із найважливіших етапів процесу лікування хворих є первинна діагностика стану людини. Чим більш точним та оперативним буде цей етап – тим більше шансів для вибору правильної схеми успішного лікування, а в деяких випадках – рятування постраждалого. В наш час все більш важливим та актуальним стає дистанційне, безконтактне обстеження хворого, що дуже важливо при інфекційних захворюваннях, або навіть при будь-якій підозрі на їх можливість. Особливо це набуває важливості при масових епідеміологічних захворюваннях, де існує ризик заразитися повітряно- крапельним шляхом, при контакті з пацієнтом. Сюди, в першу чергу, входить вимірювання температури, динаміка її змінення, а також – теплових потоків з поверхні тіла. Це може залежати як від загального стану хворого, місцевих запалень та подразнень, а також від функціонування та стану внутрішніх органів. Отримана таким чином інформація дозволяє якісно та кількісно оцінювати загальний функціональний стан організму, встановити можливі порушення та відхилення від нормальних значень цілої низки параметрів [1].

Авторами розроблений та створений спеціалізований інформаційно-діагностичний комплекс, робота якого використовує метод безконтактного вимірювання теплового випромінювання. Комплекс разом із ноутбуком займає місці невеликої сумки та може легко переноситися вручну з палати в палату, перевозитись на автомобілі або іншими видами транспорту, оперативно пересуватись у якості необхідності в польові шпиталі, аеропорти, вокзали, пересувні амбулаторії. Для цього розроблено приймальний блок, що пересувається на відстані 1 см від досліджуваної поверхні тіла, записує

отриману інформацію. Зняття показників може відбуватися в двох режимах: неперервному, при якому в пам'яті приладу будується графічна залежність теплового потоку, яка в подальшому автоматично, за допомогою спеціальної програми ідентифікується з вже відомими залежностями, або – зняття показань в деяких випадках відбувається дискретно, по точках, часовий інтервал між якими та графічна відстань обираються лікарем-дослідником. Для зручності та оперативності вимірювань на вимірювальному блоці, який має розмір, приблизно, пачки цигарок розташована сигнальна лампочка, яка подає лікарю сигнал після завершення колісного вимірювання. Цей сигнал дублюється також звуковим шляхом, що створює більш зручні умови для дослідника при проведенні вимірювань, враховуючи можливу втому на протязі робочого дня. Після обробки за допомогою розробленої програми в процесорі пристрою, відбувається наступний аналіз, ідентифікація отриманих результатів, в результаті якої для допомоги лікарю на екран монітора виводиться табло з найбільш імовірним можливим діагнозом, рекомендації що до подальшого обстеження, для чого за допомогою спеціальної програми приймаються рішення на основі таблиць та графіків, які зберігаються в базі даних комплексу.

Комплекс успішно пройшов медичні та промислові випробування в лікувальних закладах України, Росії: Київському науково - практичному центрі швидкої допомоги та медицини катастроф, інституті педіатрії, акушерства та гінекології АМН України, інституті ендокринології та обміну речовин АМН України, Всесоюзному науковому центрі хірургії (зараз – Російський НЦ) ім. Абрикосова.

Мінімальна різниця температур, що дозволяє реєструвати прилад: 0,05°C

Комплекс може використовуватися в терапевтичних, ендокринологічних, педіатричних відділеннях, в дитячій та гнійній хірургії, онкології, для контролю встановлення функцій органів та тканин в процесі лікування, в реабілітаційний період, в оперативній медицині.

Література

1. Белов М.Е., Ветошников В.С., Гоженко А.И. и др. А.С. СССР, № 1261621, Открытия и изобретения.-1986.-№37.
2. Калугін В.О., Пішак В.П. Динамічна радіаційна теплометрія. Можливості і перспективи.-Чернівці,- Прут. -2009.- 244 с.
3. Комплекс «Термодин» для дистанционного измерения температуры/Труды Междунар симпозиума «Надёжность и качество-2014»./Зинькив О.И., Белов М.Е., Сапожник В.Н., Билык Г.А., Шайко-Шайковский А.Г. - Пенза, Россия,-2014.- с.113-116.
4. Методика и аппаратура для первичной бесконтактной диагностики физиологического состояния внутренних органов и воспалительных процессов с помощью комплекса «Термодин»//Уровень развития техники и технологий в XXI веке./Белов М.Е., дудко А.Г., Крамар В.М., Махрова Е.Г., Шайко-Шайковский А.Г. –Одесса.-2019.-с.105-118.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОКО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ВОЛЬТЕРРИ ЗА ДАНИМИ АЙТРЕКІНГУ

Броска Д.В. Чорний В.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Павленко В.Д.

Одеський національний політехнічний університет

(Пр. Шевченка, 1, Інститут комп'ютерних систем, Одеса, 65044.

Тел. +38(048) 705-84-36)

e-mail: dmitrij.broska98@gmail.com, chornyvova@ukr.net

Analysis of the relationship oculo-motor skills with of the central nervous system contributes to the study of brain mechanisms and their disorders, the identification of the dynamics of psychophysiological states of man, the laws of perception, thinking, perceptions, differentiation of the intentions and attitudes of the individual. Instrumental algorithmic and software tools for constructing a nonparametric dynamic model of human OMS based on its inertial and nonlinear properties are developed in the paper on the bases of data of the experimental studies data of «input-output» in the form of Volterra model.

Інноваційна технологія айтрекінгу в останні роки отримала подальший розвиток та ефективне застосування при побудові математичної моделі процесу неперервного відстеження руху ока з метою виявлення аномалій в даних відстеження для кількісної оцінки психофізіологічного стану людини [1-2]. При цьому використовується нелінійна динамічна модель – модель Вольтерри, для побудови якої використовуються дані експериментальних досліджень око-рухової системи (ОРС) «вхід-вихід» [2].

Метою роботи є розробка інструментальних алгоритмічних та програмних засобів побудови непараметричної динамічної моделі ОРС на основі даних експериментальних досліджень «вхід-вихід» з застосуванням тестових візуальних стимулів та інноваційної технології айтрекінгу.

Беручи до уваги фізіологічні особливості ОРС, для побудови моделі Вольтерри використовуються тестові візуальні стимули – ступінчасті сигнали різної амплітуди, які реалізуються у вигляді яскравої точки на моніторі комп'ютера з різною відстанню a_i ($i=1, 2, \dots, L$) від стартової позиції. Тоді тестові візуальні стимули можна формально представити у вигляді функцій $x_i(t)=a_i\theta(t)$, де $\theta(t)$ – одинична функція (функція Хевісайда). На основі даних відгуків ОРС, отриманих за допомогою технології айтрекінгу, визначаються перехідна функція 1-го порядку і діагональні перетини перехідних функцій n -го порядку ($n \geq 2$) [2].

У дослідженні кожного респондента послідовно реалізовані три експеримента для 3-х амплітуд тестових сигналів в напрямку «по-горизонталі». Між стартовою позицією та тестовими стимулами відстані дорівнюють: $0.33l_x$, $0.66l_x$, $1.0l_x$, де l_x – довжина екрану монітора. Координати стартової позиції ($x=0$; $y=0.5l_y$), l_y – ширина екрану монітора.

Експериментальні дослідження ОРС проводилися з використанням високотехнологічного обладнання – айтрекера Tobii Pro TX300 (300 Hz), наданого для досліджень Центром інновацій та просунутих технологій Люблінського технологічного університету (Люблін, Польща) [3].

Експерименти організовано з метою класифікації респондентів (інформантів) за станом втоми. Збір даних полягає в вимірюваннях відгуків ОРС на однакові тестові сигнали, які здійснюються в різний час дня: «Вранці» (до роботи) і «Ввечері» (після роботи). Усереднені значення відгуків ОРС «Вранці» і «Ввечері» наведено на рис. 1. На основі усереднених даних айтрекінгу визначено перехідні функції 1-го, 2-го та 3-го порядку ОРС для станів респондента «Вранці» та «Ввечері» (рис. 2).

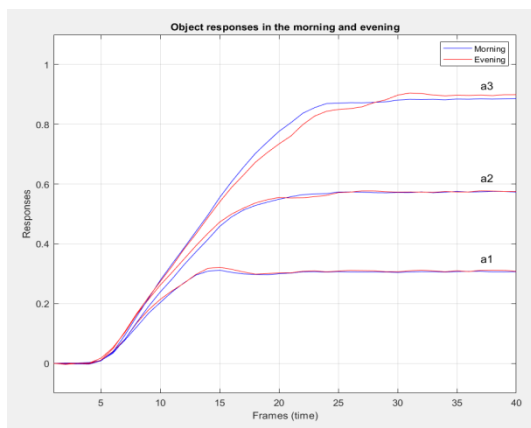


Рис. 1. Усереднені відгуки ОРС при різних амплітудах тестових сигналів «Вранці» і «Ввечері»

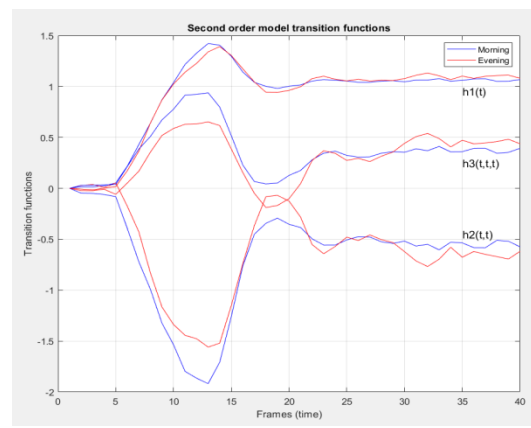


Рис. 2. Оцінки перехідних функцій 1-го, 2-го та 3-го порядку «Вранці» і «Ввечері»

Список використаних джерел

1. Jansson D., Medvedev A., Axelson H., Nyholm D. Stochastic anomaly detection in eye-tracking data for quantification of motor symptoms in Parkinson's disease // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. – 2015. – 823 – P. 63-82.
2. Pavlenko V., Salata D., Dombrovskiy M. and Maksymenko Yu. Estimation of the Multidimensional Transient Functions Oculo-Motor System of Human // *Mathematical Methods and Computational Techniques in Science and Engineering: AIP Conf. Proc. MMCTSE'2017, Cambridge, UK*. – 2017. – Vol. 1872. – Melville, New York. Published by AIP Publishing. – P.110-117.
3. Салата Д.В., Чори В.В., Mishchenko I., Павленко В.Д., Milosz M., Dzienkowski M. Экспериментальные исследования глазодвигательной системы с помощью айтрекера TOBII PRO TX300 // *Матеріали VIII Міжнар. конф. студентів і молодих науковців «Сучасні інформаційні технології 2018»*, МІТ-2018, Одеса. – 2018. – Одеса: ОНПУ ІКС, 2018. – С.105-106.

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
СУЧАСНИХ ГРАФІЧНИХ БІБЛІОТЕК
У СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ОНЛАЙН-ВІРТУАЛЬНИХ
ІМІТАЦІЙНИХ ТРЕНАЖЕРАХ**

Семеренко Ю.О¹.

Науковий керівник – к.т.н, ст. викл. Селіванова К.Г².

¹Харківський національний університет повітряних сил ім.
І. Кожедуба, Інститут цивільної авіації

²Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: djulias.80@ukr.net

The work is devoted to the analysis of modern libraries of three-dimensional visualization for the development of specialized online virtual simulation simulators. The results obtained indicate the practical identity of their capabilities with some notable exceptions. Using a particular library comes down to practical skills in working with the library, or personal preferences.

Розробка тренінгових систем, а особливо імітаційних тренажерів на основі віртуальної або доповненої реальності є однією з актуальних завдань сучасних досліджень, котрі мають широке коло застосувань [1]. Серед яких можна виділити медицину, хірургію, освіту, авіацію, оборонні технології та багато іншого [2-4]. Слід зауважити, що серед цього колосального загалу особливе місце займають онлайн тренажери, адже вони дозволяють проводити тестування студентів на різноманітних типах програмного забезпечення, що доступні на ринку [2]. Окрім того, такі симулятори можна використовувати при дистанційному навчанні, або для підтримки навичок та практичних умінь (soft skills) у студентів та курсантів. Тому розробка віртуальних імітаційних тренажерів онлайн є важливим напрямком сучасних досліджень, а аналіз новітніх графічних бібліотек є актуальним завданням.

Був проведений ґрунтовний пошук наявних бібліотек тривимірної візуалізації для онлайн додатків та застосувань, в результаті чого було обрано 4 найбільш відомі, а саме: Three.js, Babylon.js, Unity та PlayCanvas. Їх функціональні можливості та порівняльна характеристика наведені в табл. 1 [3-4]. Отримані результати вказують на широкі можливості та про практичну ідентичність функціональних можливостей бібліотек тривимірної візуалізації. Зазвичай використання тієї чи іншої бібліотеки зводиться до наявних практичних навичок розробника щодо роботи з тією чи іншою бібліотекою, або персональних вподобань. Але розробка віртуальних імітаційних тренажерів потребує наявності технології WebVR яка дозволяє проводити відображення віртуального оточення на сучасні пристрої віртуальної реальності як Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR тощо. Окрім того при розробці тренажерів часто виникає необхідність

врахування та імітації взаємодії з фізичними об'єктами, тому окрім функцій графічної візуалізації необхідні спеціалізовані можливості щодо інтеграції фізики в бібліотеку. Також важливою складовою є ліцензія.

Таблиця 1 – Порівняння функціональних можливостей бібліотек тривимірної візуалізації

Функція	Three.js	Babylon.js	Unity	PlayCanvas
Мова програмування	JavaScript	JavaScript, TypeScript	C#	JavaScript
Версія WebGL	WebGL 1.0, WebGL 2.0	WebGL 1.0, WebGL 2.0	WebGL 1.0, WebGL 2.0	WebGL 1.0, WebGL 2.0
Підтримка WebVR	Так	Так	Ні	Ні
Інтеграція фізики	Ні	Так	Так	Так
Ліцензія	MIT	Apache License 2.0	Пропріетарна а	MIT та пропріетарна

У результаті проведення аналізу сучасних бібліотек тривимірної візуалізації та можливостей їх використання у тренінгових системах, можна виділити лише Babylon.js, котра відповідає усім вимогам для розробки віртуального імітаційного тренажера [3-4].

Список використаної літератури:

1. Селиванова К.Г. Виртуальный тренажер для развития мелкой моторики рук / К.Г. Селиванова, В.Худайбердиев // Актуальные проблемы автоматизации и приборостроения: материалы Всеукр.наук.-техн.конф.–Х.: ФОП Панов А.М., 2016. – С.68-69.

2 Аврунин О. Г. Разработка метода автоматизированного тестирования мелкой моторики ведущей руки на графическом планшете / О. Г. Аврунин, К. Г. Селиванова // Прикладная радиоэлектроника : науч.-техн. журн. – Х. : ХНУРЭ, 2013. – Т. 12, № 3 – С. 459–465.

3. Капля М. А. Возможности применение гироскопа для оценки тремора конечностей / М. А. Капля, Д. А. Костин, М. Ю. Тимкович // XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів»: мат. конференції.–Кременчук: КрНУ, 2018. – С. 215-216.

4. Бажан О.В. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії / О.В. Бажан, О.Г. Аврунін, М.Ю. Тимкович // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. – 2018. – С. 184.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ШВИДКОЇ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ

¹Кухаренко Д. В., ¹Вадурін К. О., ²Носова Я.В.

Науковий керівник – док.тех.наук, проф. Аврунін О.Г.

¹Кременчуцький національний університет імені Михайла
Остроградського

Кременчук, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна.

²Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії)

email: kir3337@gmail.com

Based on the analysis of ionization devices presented in the domestic market, no devices were found that would be based on the creation of a corona discharge. Therefore, the problem of improving the method of ionization of the air by creating a corona discharge is relevant, so that it is possible to safely and quickly create the required natural rate of indoor air ions. The method of air ionization is improved by using a high-voltage voltage converter, which will allow for a short period of time to create a number of air ions close to the natural norm in rooms with different overall dimensions.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Іонізація – це фізичний процес, за якого відбувається відрив електрона від молекули або атому газу, в результаті чого з однієї нейтральної молекули утворюються дві з різними зарядами. Іонізовані молекули газу називають аероіонами, а їх присутність робить повітря корисним для людини. У природі кількість аероіонів, в середньому, в 10 – 15 разів більше, ніж в міському повітрі, забрудненому вихлопними газами і викидами промислових підприємств [1]. Аероіони активізують роботу еритроцитів, збільшуючи газообмін у легенях на 10% [2,3]. Саме цей фактор здебільшого обумовлює всі інші ефекти іонізації повітря (поліпшення якості сну, підвищення працездатності, поліпшується самопочуття, повноцінний відпочинок, прискорюється метаболізм та інше), як зазначається в [4,5]. Отже актуальною є проблема удосконалення методу іонізації повітря шляхом створення коронного розряду, за допомогою чого можна безпечно та швидко створити необхідну природну норму аероіонів у приміщенні.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. На вітчизняному ринку представлені різноманітні пристрої для іонізації повітря. Вони спираються на різні принципи та види іонізації, наприклад, іонізація за допомогою термічного нагрівання, гідроіонізація, механізм люстри Чижевського та інше, але низьку популярність мають іонізатори, які використовують для створення аероіонів коронний розряд. Виходячи з аналізу пристроїв для іонізації, представлених на вітчизняному ринку, не було виявлено пристроїв, які б базувалися на створенні коронного розряду. Через що за базову конструкцію було обрано високовольтний перетворювач напруги «РОЗРЯД-1», який може створювати коронарний розряд між своїми виходами, але не може забезпечити стабільність вихідної напруги для нормальної роботи у ролі іонізатора. Виходячи з аналізу пристрою «РОЗРЯД-1» було синтезовано структурну схему швидкого іонізатора повітря, основними елементами якого є високовольтний блок перетворювача напруги та керуючий ним МК (рис. 1)

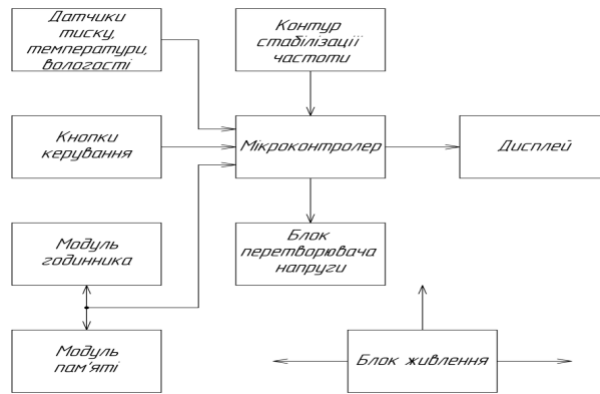


Рисунок 1 – Структурна схема іонізатора повітря

Основним елементом схеми є блок високовольтного перетворювача напруги, який фактично являється завершеним пристроєм та дозволяє створювати коронний розряд, але удосконалення його іншими блоками та введення керування за допомогою МК значно розширюють його функціональні можливості та спрощують процес користування. Уведення до схеми МК потребує також введення додаткового контуру, який стабілізуватиме частоту внутрішнього генератора контролера та забезпечить його стабільну роботу. Також необхідно ввести у схему датчики тиску, температури та вологості. Модуль годинника дозволить відображувати поточний час та параметрами навколишнього середовища, що дозволить систематизувати виміри температури, тиску та вологості. Також як засіб індикації доцільно додати у схему дисплей, який зможе відобразити інформацію про всі величини, яка надходить з МК.

ВИСНОВКИ. Пропонується удосконалення методів іонізації за рахунок використання блоку високовольтного перетворювача напруги, як частину швидкого та безпечного іонізатора повітря побудованого за синтезованою структурною схемою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мифы и факты: что такое ионизация? – [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://tion.ru/blog/chto-takoe-ionizatsiya-vozdusha/>
2. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Калашник М.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики –Харків : ХНУРЕ, 2018. –248 с.
3. Аврунін О.Г. Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания: монография / О.Г. Аврунін, Р.С. Томашевский, Х.И. Фарук. – Харьков, ХНАДУ. – 2015. – 208 с.
4. Avrunin, O., Shushlyapina, N., Nosova, Y., Bogdan, O. (2016), «Olfactometry diagnostic at the modern stage», Bulletin of NTU «KhPI». Series: New solutions in modern technologies, NTU «KhPI», Kharkiv, No.12 (1184), pp. 95–100, DOI:10.20998/2413-4295.2016.12.13
5. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н.О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія.–Харків: ХНУРЕ, 2018. –125с.

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ШВИДКОЇ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ

¹Кухаренко Д. В., ¹Вадурін К. О., ²Носова Я.В.

Науковий керівник – док.тех.наук, проф. Аврунін О.Г.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Кременчук, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна.

²Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії)

email: kir3337@gmail.com

In a confined space, the "killing" of air is very fast: the oxygen ions, volatiles, microorganisms and other components are destroyed. As a result, the brain works worse, fatigue rises, slowly and imperceptibly poisons the body. Therefore, the problem of developing a device that would work based on the method of rapid ionization by creating a corona discharge is an urgent problem. As a result of the design, a functional scheme of a fast ionizer based on the corona discharge is proposed. The proposed design will automate the process of maintaining the air ions in the microclimate of the premises.

ВСТУП. Усі ми дихаємо, не тільки вуглекислота, але і ще близько 200 шкідливих речовин виділяється при диханні [1, 2]. У замкнутому просторі дуже швидко відбувається «омертвіння» повітря: знищуються аероіони кисню, фітонциди, мікроорганізми та інші компоненти. В результаті гірше працює мозок, підвищується стомлюваність, повільно і непомітно отруюється організм [3, 4]. У такій ситуації навіть не першої чистоти вуличне повітря з квартирки здається свіжим. Очишувачі, зволожувачі, різні люстри Чижевського, теж не вихід з положення. Вони не враховують конкретні умови, але ж підвищена концентрація іонів і озону теж шкідлива. Отже є актуальним проблема розробки пристрою, який би працював спираючись на метод швидкої іонізації, за допомогою створення коронного розряду.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Користуючись структурною схемою пристрою для швидкої іонізації, побудованою на попередніх етапах аналізу та впровадження методу використання для іонізації коронарного розряду. Розроблено функціональну схему швидкого іонізатора повітря представлену на рисунку 1. Одним з основних елементів схеми є МК, який оброблює введення з кнопок, отримує інформацію від датчиків тиску, вологості та температури, створює статистику вимірних параметрів за годину/добу керуючись даними з модуля годинника та виводить дані на дисплей та вмикає процес іонізації. Основною частиною іонізатору повітря є блок перетворювача напруги. Він дозволяє формувати напругу достатньо для виникнення коронного розряду та початку процесу іонізації. Напруга до нього має надходити опосередковано від МК через підвищуючий стабілізатор, що дозволить керувати включенням/виключенням контуром. Кнопки керування забезпечують встановлення параметрів іонізації та її розпорядку виходячи з поточних потреб користувача. Датчики тиску, температури та вологості вимірюють відповідні параметри оточуючого середовища та надсилають їх до

МК, який здійснює їх обробку, формує статистику та записує у пам'ять. Модуль годинника дозволяє розширити функціональні можливості іонізатора, як у плані формування статистики параметрів з датчиків, так і для автоматизації процесу іонізації, яка може бути програмно налаштована та ввімкнена у час коли користувач покидає приміщення.

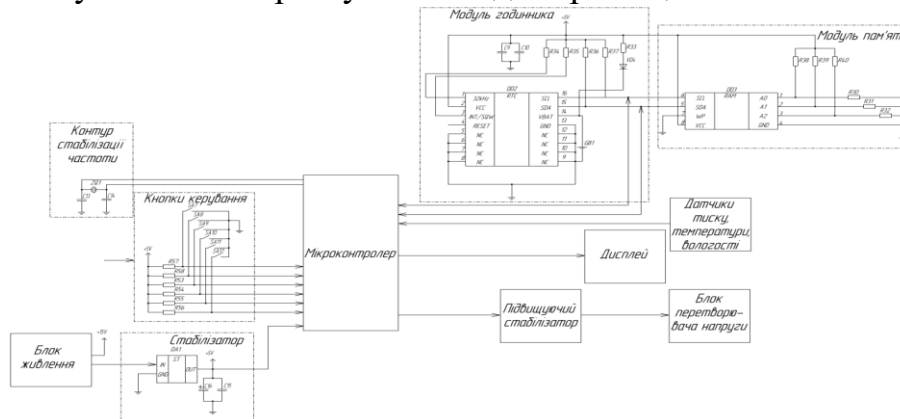


Рисунок 1 – Функціональна схема проектованого іонізатора повітря

Дисплей виводить інформацію, яка надходить з МК та забезпечує індикацію параметрів оточуючого середовища, поточного часу та налаштувань іонізатора. Використаний стандартизований блок живлення формує напругу 15 В, яка живить частину апарату, що приймає участь у іонізації. Цифрова частина іонізатора живиться від напруги + 5 В, що формується стабілізатором.

ВИСНОВКИ. У результаті виконаного проектування запропонована функціональна схема швидкого іонізатора повітря, що базується на коронному розряді. Пропонована конструкція дозволить автоматизувати процес підтримання аероіонів у мікрокліматі приміщень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблемы інформаційних технологій.–Херсон: ХНТУ, 2013. –№13. –С. 99–104.
2. Аврунин О.Г. Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания: монография / О.Г. Аврунин, Р.С. Томашевский, Х.И. Фарук. – Харьков, ХНАДУ. – 2015. – 208 с.
3. Avrunin, O., Shushlyapina, N., Nosova, Y., Bogdan, O. (2016), «Olfactometry diagnostic at the modern stage», Bulletin of NTU «KhPI». Series: New solutions in modern technologies, NTU «KhPI», Kharkiv, No.12 (1184), pp. 95–100, DOI:10.20998/2413-4295.2016.12.13
4. Аврунін О.Г., Бодяньський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н.О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія.–Харків: ХНУРЕ, 2018. –125с.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРАЖЕНИЯ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМОЙ

Абрамова А. А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Аврунин О. Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, проспект Науки 14, каф. Биомедицинской инженерии,
тел. +38 (057)-702-13-64)

e-mail: hanna.abramova@nure.ua

Multiple myeloma is a malignant plasma cell tumor. The most severe manifestation of myeloma is osteolysis syndrome, affecting the musculoskeletal system of the patient and significantly aggravating the course of the disease and worsening prognosis. To quantify the total mass of the tumour, to determine the degree of the disease and to prepare appropriate therapy, the volume of all lesions is required. Today, the problem of early and accurate diagnosis of skeletal bone lesions in myeloma disease is very urgent and complex in many areas of medicine.

Множественная миелома (миеломная болезнь) является злокачественным заболеванием системы крови, которое характеризуется накоплением и пролиферацией моноклональных плазматических клеток и последующим поражением костного мозга [1, 2].

Симптоматика множественной миеломы определяется инфильтрацией костного мозга клональными плазматическими клетками и органными повреждениями. В 10-20 % случаев болезнь протекает бессимптомно и выявляется случайно при плановых обследованиях, когда обнаруживается высокая скорость оседания эритроцитов (СОЭ), или белок при анализе мочи. Диагноз ставится на основе лабораторных тестов.

Характерными чертами множественной миеломы являются поражение костного мозга (диффузное, диффузно-очаговое, реже – очаговое), сопровождающееся костно-деструктивными изменениями (остеопороз, остеолиз), и развитие моноклональной иммуноглобулинопатии.

По стандартной методике магнитно – резонансная томография (МРТ) производится в сагиттальной и аксиальной плоскостях T2-взвешенного типа, при необходимости дополняемое T1-взвешенными МРТ в разных плоскостях, а также МРТ с подавлением жира [3, 4].

Объектом для исследования являются пораженные тела позвонков. Поражения могут проявляться либо нарушением целостной структуры позвонка (литическое поражение), его деформацией либо наличием «пятен» непосредственно в самом позвонке (как правило, это более ранняя стадия).

Для обработки и дальнейшего анализа на изображении выделяется прямоугольная область так, чтобы интересующий объект размещался внутри нее. Область выделения соответствует размеру тела позвонка. Затем по этой области будет построен график максимальной

интенсивности [5]. Далее, для сопоставления результатов необходимо провести те же шаги для образца в норме. После этого для каждого из случаев вычисляется площадь интегральной кривой. При патологии площадь будет меньше. Для дальнейшей интерпретации значения разницы площадей и развития алгоритма вводится коэффициент, характеризующий дефект площади.

Для разработки системы автоматизированного анализа томографических изображений при множественной миеломе одним из основополагающих вопросов является наглядная визуализация томографических данных. При этом целесообразно предусмотреть модули как двухмерной, так и трехмерной визуализации с выбором методов обработки и сегментации тел позвонков, а также коррекции получаемых результатов в интерактивном режиме [6]. Также необходимо предусмотреть алгоритмы обработки и анализа входных изображений с учетом модальности входных данных.

Выводы. Наиболее тяжелым проявлением миеломной болезни является остеолитический синдром, поражающий опорно-двигательный аппарат больного и значительно отягощающий течение заболевания и ухудшающий прогноз. Дальнейшее развитие предложенного алгоритма позволит доказательно оценивать динамику проводимой терапии по результатам фиксации количественной информации.

Список литературы:

1. Harousseau J.-L., Dreyling M., on behalf of the ESMO Guidelines Working Group. Multiple myeloma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann. Oncology* 2010; 21(Suppl. 5): v155–7
2. Baur-Melnik A. Myeloma // *European Congress of Radiology /Book of Ab-stracts/*.-2006.- V.16.-P. 110.
3. Аврунин О.Г. Принципы построения автоматизированных нейрохирургических комплексов /О.Г. Аврунин, Т.В. Носова// *Вестник НТУ «ХПИ»*. –2007, No 19. –С. 3–11.
4. Tymkovich M.Y. Classification of CT-brain slices based on local histograms / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovich, S.V. Pavlov, S.V. Timchik, P. Kisala, Y. Orakbaev // *Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications*. – 2015. – P. 161-168.
5. Аврунин О.Г. Визуализация данных контрастной компьютерной томографии / О.Г. Аврунин, Т.А. Карпенко // *Прикладная радиоэлектроника*. –2007. –Т.6. –No1. –С. 56–61.
6. Аврунин О. Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных / О. Г. Аврунин // *Вісник НТУ «ХП»*. – 2006. – № 23. – С. 3 – 8.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПРОТЕЗАМИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Колесник Д.О.

Научный руководитель – доц. Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Леніна, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: denys.kolesnik@nure.ua

Analysis of modern systems of bioelectric proteases management. the relevance of using new control and feedback systems in bionic prostheses, the main problems and methods for solving them.

Создание технических средств для восстановления способности к ручной деятельности и самообслуживанию пациентов с полной или частичной ампутацией верхних конечностей является сложной и во многом нерешенной проблемой. Сложность задачи заключается не только в том, что необходимо создавать легкие и прочные устройства с высоким уровнем миниатюризации отдельных частей, но, главным образом, в построении систем управления, которые могли бы обеспечить одновременное управление несколькими звеньями с обратной связью. Необходимо учитывать динамически изменяющиеся биомеханические характеристики системы «пациент-протез»: двигательную активность пациента, характер перемещений и тип удерживаемого предмета.

Для получения управляющих сигналов существуют как инвазивные так и неинвазивные методы. Наибольшее распространение получила использование поверхностной электромиограммы (ЭМГ) и последующий ее анализ для выявления паттернов движений конечности пациента.

На сегодняшний день существует несколько международных фирм по изготовлению бионических протезов.

Биоэлектрический протез BeBionic компании RSLSteeper, один из самых передовых на рынке. В данном протезе используется технология снятия ЭМГ с мышц оператора с помощью датчиков, расположенных в культеприемной гильзе. Сигнал, полученный с датчиков, обрабатывается микропроцессором и выполняется один из 14 запрограммированных хватов. Этот диапазон хватов позволяет пользователю удерживать ручку, печатать на клавиатуре, удерживать кредитные карты, завязывать шнурки, пожимать руку при встрече, а также выполнять другие жесты, необходимые человеку в быту. Выполнение широкого круга хватов стало возможно благодаря использованию отдельного сервопривода для каждого из пальцев. Кроме того, данный протез реализует такие функции как возможность поворота кисти на 360 градусов и возможность выполнять двойной клик при работе с компьютерной мышью.

Одна из современных версий протеза компания Touch Bionics i-Limb Quantum предоставляет пользователю выбор из 24 предустановленных и 12 программируемых пользователем хватов. Данный протез можно синхронизировать со смартфоном и через мобильное приложение выполнять точные настройки и программирование новых жестов.

В рассмотренных протезах и их модификациях так или иначе отсутствует обратная связь, а управление и настройка параметров хвата производится через внешние органы управления такие как телефон, аппаратные кнопки или нервный интерфейс, формирование которого требует хирургического вмешательства.

Для современного протезостроения актуально создание систем обратной связи – от вибрационной тактильной обратной связи до искусственной кожи, совмещенной с нервной системой человека. Такие разработки несомненно важны для мелких манипуляций со сложными объектами, например, хрупкими или мягкими. Без ответной реакции протез, как техническое устройство, не будет полностью заменять утраченную конечность.

Работу системы обратной связи можно представить следующим образом. При взаимодействии миоэлектрического протеза с окружающей средой и различными объектами датчики, установленные на кисти искусственной руки, получают данные, которые передаются на компьютер (включая миниатюрные одноплатные решения), где они преобразуются и затем отправляются на тактильные стимуляторы, установленные на манжетку, одетую на пользователя. Каждый из стимуляторов передает сигнал с соответствующего ему участка кисти протеза при помощи вибрационного типа раздражения. Для визуального отклика степени нажатия возможно использовать элементы индикации на пальцах, что разгрузит тактильные чувства позволив оператору быстрее обучаться.

Практически все биоэлектрические протезы, представленные сейчас на рынке, не позволяют пользователю свободно двигать каждым пальцем искусственной руки, а алгоритм управления протезом представляет собой выбор из запрограммированных производителем жестов. Формирование цепи обратной связи является одним из возможных способов решения проблемы недостаточного количества степеней свободы современных протезов. При ограниченном наборе жестов и степеней свободы точность выполнения этих жестов и манипуляция с мелкими предметами в частности хрупкими без обратной связи невозможна.

Перечень использованных источников:

1. Hand and Forarm | InMoov [Электронный ресурс]: InMoov. Режим доступа: <http://inmoov.fr/hand-and-forarm/>
2. Обзор рынка бионических рук на 2020 год: [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.ottobock.ru/prosthetics/upper-limb-prosthetics/>

ПОРТАТИВНИЙ ІОНІЗАТОР ПОВІТРЯ

Коніков Д.С.

Научний керівитель – доц. Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Леніна, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: dmytro.konikov@nure.ua

The report examined the features of using aeroionizers to improve indoor air quality. Biophysical features of the effect of air ions on the human body are considered. The main parameters of portable devices for air ionization are analyzed.

Щорічно, стан повітря, яке ми вдихаємо, неминуче погіршується. Це пов'язано зі зростанням кількості підприємств, автотранспорту та інших чинників, які забруднюють атмосферу. Щоб знизити негативний вплив на людину, були розроблені спеціальні прилади, використання яких донині залишається спірним питанням.

Складно не помітити, наскільки повітря далеко від міста відрізняється від того яким ми звикли дихати щодня. На природі легше дихається і організм набагато швидше насичується киснем. Це відбувається тому, що молекули чистого лісового повітря більше насичені частинками, які мають позитивні чи негативні заряди, які так необхідні людині для нормального функціонування всього організму.

Іонізація повітря в природі відбувається завдяки випромінюванням з космосу, а також грозових розрядів, які допомагають формуватися аероіонам. Відбувається це таким чином: молекули кисню захоплюють електрони і за рахунок них стають негативно зарядженими. А оскільки аероіони з негативно зарядженими електронами мають підвищену біологічну активність, вони збагачують кисень.

Вважається, що в закритих приміщеннях концентрація іонів в п'ятнадцять разів нижче норми і це може негативно позначитися на самопочутті, працездатності, і загальному стані людського організму. Тому, щоб нормалізувати рівень аероіонів, рекомендується використовувати іонізатори повітря.

До переваг іонізаторів повітря можна віднести позитивний вплив на організм людини. Наприклад, шкіряні покриви, збагачуючись таким киснем, змінюють чутливість (больову і тактильну). Нерідко це допомагає позбутися від захворювань шкіри, таких як, вугрова висипка, екзема, псоріаз тощо. Крім того, іонізатор допомагає нормалізувати і прискорити ріст волосся, що актуально для людей, які страждають від облісіння або надмірного випадіння волосся. Інший позитивний ефект біполярного іонізатора повітря – вплив аероіонів на тонус центральної нервової системи, що позитивно впливає на протікання метаболічних процесів.

Що стосується ефекту від попадання такого повітря всередину через дихальні шляхи, незважаючи на те, що приблизно 20% іонів осідають у верхній частині дихальних шляхів, решта 80%, що проникають далі, надають цілком відчутний вплив. Так, вони здатні підсилити газообмін, який відбувається в легенях, і тонізувати центральну нервову систему.

Іонізатори повітря також мають недоліки. Оскільки іонізатор заряджає абсолютно всі частинки, які знаходяться в повітрі, пил і бактерії стають великою проблемою. Частинки пилу і мікроорганізми, отримавши заряд, розлітаються кімнатою, осідаючи на всіх поверхнях, а особливо на самому іонізаторі. Цей фактор може стати причиною виникнення ризиків розвитку деяких захворювань.

Як основний параметр іонізатора повітря слід враховувати кількість негативно заряджених іонів кисню. Для здорового повітря необхідно мати концентрацію 150 – 300 тисяч електронних зарядів в кубічному сантиметрі повітря протягом 5 – 8 годин щодня. Чим вище концентрація аероіонів тим менше потрібно часу роботи іонізатора.

Другий важливий параметр – напруга на іонізуючому електроді. Для портативних іонізаторів напруга повинна бути в діапазоні 20 – 30 кВ. Важливість цього параметру в тому, що стабільне іоноутворення починається при напрузі 10 – 16 кВ, в залежності від якості атмосфери. Також існують іонізатори з напругою більше 30 кВ, які не рекомендується застосовувати в побуті, але, при певних умовах, можливо їх застосовувати в промислових приміщеннях або лікарнях.

Третій параметр, який характеризує іонізатор повітря, це площа іонізації. Чим ближче до іонізатору тим концентрація іонів вище, цей параметр вказано в інструкції до кожного іонізатору. Відповідно, обираючи портативний іонізатор, слід заздалегідь визначити тип та параметри приміщення, в якому він буде експлуатуватися.

Таким чином, портативні іонізатори повітря є ефективними засобами в боротьбі з забрудненим повітрям, необхідні для запобігання різноманітних захворювань організму людини. Їх застосування в сучасному світі може покращити гігієну повітря в приміщеннях, позитивно впливати на здоров'я та самопочуття людей.

Список використаних джерел:

1. Air ioniser (negative ion generator or Chizhevsky's chandelier) [Електр. ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Air_ioniser
2. Air ioniser (negative ion generator or Chizhevsky's chandelier) [Електр. ресурс] – Режим доступу: <http://remoо.ru/ventilyaciya/ionizator-vozduha-vred-ili-polza>
3. Минх А.А., Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение / Минх А.А.; Том 1. Москва, 1963. 352с.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ГРУП ПАЦІЄНТІВ З ПОРУШЕННЯМ СИСТЕМИ ЗГОРТАННЯ КРОВІ

Кириленко Ю. А.

Науковий керівник – доц. Дацок О. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Леніна, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-64)

e-mail: julia.kirilenko96@gmail.com

The article discusses the method of clustering medical data of people with blood coagulation disorders with their simultaneous visualization, based on the method of the main component, which allows you to diagnose diseases in a timely manner and begin treatment purposefully.

Порушення в системі гемостазу одні з найбільш потенційно небезпечних патологічних станів, що зустрічаються в практичній медицині. Тромбози і геморагії – одні з основних причин серед хворих з пухлинними захворюваннями.

Дані оброблено за допомогою алгоритму кластеризації. Застосування кластерного аналізу зводиться до наступних етапів:

- відбір вибірки об'єктів для кластеризації;
- визначення змінних, за якими будуть оцінюватися об'єкти у вибірці, нормування значень;
- обчислення значень міри схожості між об'єктами;
- застосування методу кластерного аналізу для створення груп кластерів;
- візуалізація результатів дослідження.

Візуалізація – важлива частина аналізу даних. У роботі використовуються кількісні характеристики результатів плазмового гемостазу, загально-клінічного аналізу і часу згортання крові 79-ти пацієнтів, облік яких дозволяє дослідити і отримати показники, що впливають на порушення згортання крові і визначення діагнозу пацієнта.

Метод було реалізовано на об'єктивно-орієнтованій мові програмування Python.

Було завантажено дані із .xlsx за допомогою бібліотеки pandas та візуалізовано при імпорті модулю plotly, що надає функцію Scatter3D для побудови інтерактивних тривимірних графіків.

Результати представлені на рис. 1, а схема програми – на рис. 2.

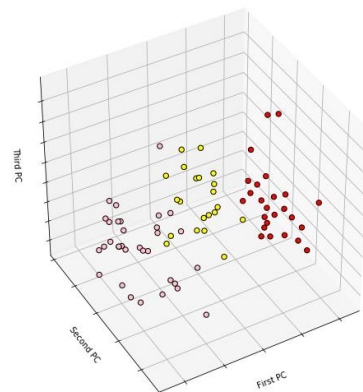


Рисунок 1 – Візуалізація даних

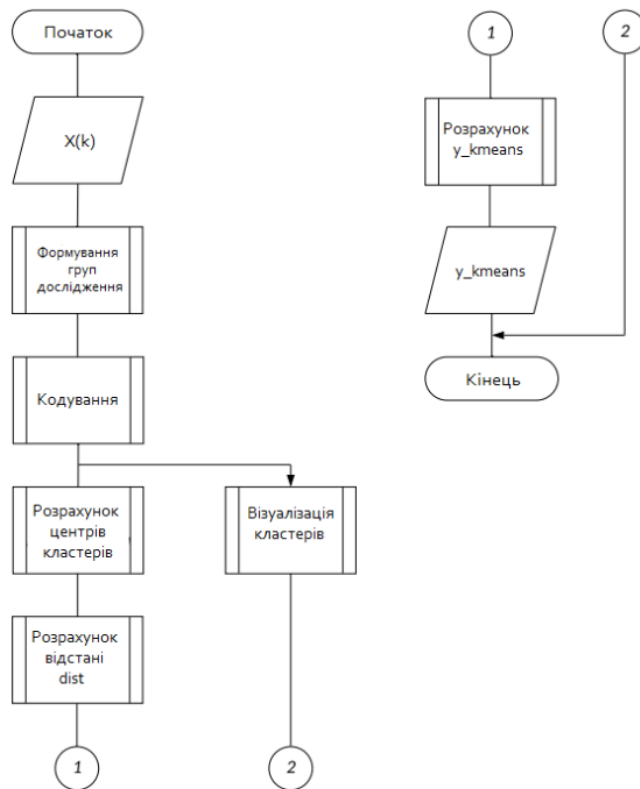


Рисунок 2 – Схема програми

Отже, в результаті дослідження отримано три кластери, до них віднесено три групи пацієнтів. На рисунку у тривимірній проекції показаний чіткий розподіл пацієнтів по групам.

Для поточної інтерпретації результатів в подальшому потрібно звернутися до лікарів-гематологів, для того, щоб поставити остаточний діагноз, але виходячи з результатів кластеризації, можна зробити висновок, що група пацієнтів, яка віднесена до кластеру, що зафарбований у червоний колір (див. рис. 1, праворуч) мають значні відхилення від норми.

Список використаних джерел:

1. Engelmann, B. Intravascular tissue factor pathway – a model for rapid initiation of coagulation within the blood vessel / B. Engelmann [et al.] // Thromb. Haemost. 2003. Vol. 89. P. 3 – 8.

2. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер, 2003. 528 с.

ΦΟΤΟΝΙΚΑ, ΛΑΖΕΡΗΑ ΤΑ ΟΠΤΟΕΛΕΚΤΡΟΝΗΑ ΤΕΧΝΙΚΑ

МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ НАНОРЕЗОНАТОРІВ В ПАКЕТІ МЕЕР

Невров В.Ю.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

e-mail: vladyslav.nievrov@nure.ua

High-Q photonic crystal nanoresonators are considered in this work. Computer simulation is based on the application of the free package MEEP. The dispersion properties of a two-dimensional photonic crystal are investigated and the photonic band gap is found. Various configurations of photonic crystal nanoresonators have been investigated. Single-mode versions of resonators are considered. Complex eigen frequencies and quality factors of various photonic crystal nanoresonators were obtained. The configuration of the photonic crystal resonator was found, which provides the maximum value of the Q factor.

Фотонні кристали – це нові перспективні структури, що дозволяють здійснювати ефективне керування фотонами для створення розвинених та складних оптичних пристроїв з меншими розмірами та більшою функціональністю [1]. Такі структури широко застосовуються в фотоніці та оптиці для створення різноманітних функціональних пристроїв. Зокрема, на основі фотонних кристалів створюються хвилеводи та резонатори з унікальними експлуатаційними характеристиками [2, 3].

В даній роботі розглянуто кілька варіантів фотонно-кристалічних нанорезонаторів. Проведено розрахунок їх добротності та власних комплексних частот з використанням програмного пакету МЕЕР [4]. Періодична структура фотонного кристалу утворена сіткою однакових двовимірних діелектричних циліндрів з прямокутною симетрією. Резонатор сформовано на основі дефекту періодичності структури за рахунок заміщення одного діелектричного циліндра на вакуумний. На рис. 1 представлені схеми періодичної структури та вихідної моделі нанорезонатора.

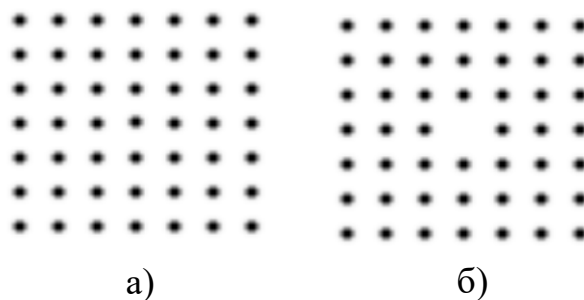


Рисунок 1 – Схема фотонного кристалу та нанорезонатора

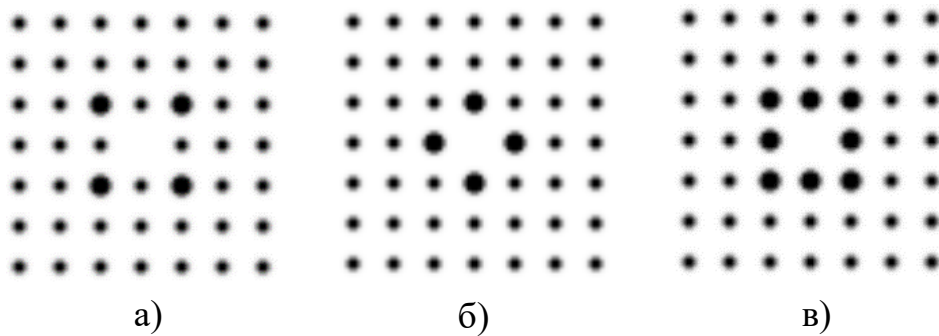


Рисунок 2 – Схеми фотонно-кристалічних резонаторів.

Одним із варіантів керування добротністю фотонно-кристалічних нанорезонаторів є зміна конфігурації елементів, що оточують локальний дефект періодичності. На рис. 2 показані кілька варіантів фотонно-кристалічних резонаторів з різними радіусами циліндрів на їх краях. Цілком природньо, що зміна геометричних розмірів елементів фотонно-кристалічного резонатора досить сильно впливає на його енергетичні характеристики. Це підтверджується результатами чисельних розрахунків.

В результаті моделювання кількох варіантів фотонно-кристалічних резонаторів була визначена конфігурація, що має максимальну добротність, тобто мінімальні втрати на випромінювання з області локального дефекту періодичності. Схема такого нанорезонатора представлена на рис. 2а.

В цьому випадку в області локального дефекту періодичності формується просторовий розподіл поля робочої моди, який забезпечує мінімальні радіаційні втрати. В результаті досягається значення добротності 57700. Слід відзначити, що розглянуті нанорезонатори є одномодовими, що забезпечується дисперсійними властивостями базового фотонного кристалу та обраними конфігураціями дефектів періодичності.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Joannopoulos J. D., Johnson S. G., Winn J. N., Meade R. D. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. – Princeton University Press, 2008. – 286 p.
2. Lourtioz J. M., Benisty H., Berger V., Gerard J. M. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
3. Chremmos I., Schwelb O., Uzunoglu N. Photonic microresonator research and applications. – Springer Science, 2010. – 515 p.
4. Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.

СЕНСОР НА ОСНОВІ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОГО ІНТЕРФЕРОМЕТРА МАХА-ЦЕНДЕРА

Росохатська А. С.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

e-mail: anastasiia.torhonska@nure.ua

Model of photonic crystal sensor is considered in this work. Sensor scheme is based on the Mach-Zehnder interferometer. Dispersion characteristics of the bulk photonic crystal are obtained using free package MIT Photonic Bands. Package MEEP is used for numerical calculations of spectral characteristics of the structure. Sensitivity of the sensor is determined by resonance frequency shift after filling of sensor by investigated medium.

Фотонні кристали використовуються для розроблення сучасних пристроїв фотоніки та оптоелектроніки, що є одним з головних напрямків в створенні елементної бази оптичного діапазону. Унікальні фізичні властивості цих періодичних структур дозволяють створювати хвилеводні і резонансні пристрої з поліпшеними характеристиками [1]. Одним із важливих застосувань фотонно-кристалічних структур є створення мініатюрних інтерферометрів, зокрема, інтерферометрів Маха-Цендера. Одним із прикладів використання таких систем є біологічні та хімічні сенсори [2]. Тому розроблення вірогідних моделей для проектування фотонно-кристалічних інтерферометрів є актуальною проблемою.

В роботі розглядається комп'ютерна модель фотонно-кристалічного сенсора, яка побудована на основі інтерферометра Маха-Цендера (рис. 1).

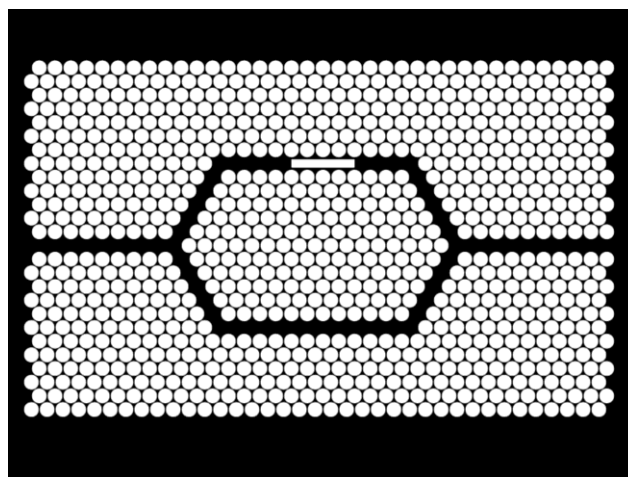


Рисунок 1. – Схема сенсора на основі фотонно-кристалічного інтерферометра Маха-Цендера

Основою цієї моделі є двовимірний фотонний кристал з трикутною симетрією. Сенсор сформовано у вигляді пустотілого отвору в одному з каналів інтерферометра. Цей отвір заповнюється рідиною, яка досліджується. Оскільки матеріальні параметри біологічного або хімічного матеріалу відрізняються від параметрів діелектрика, то в цьому випадку відбувається порушення узгодження інтерферометра. Це призводить до зміни його спектральних характеристик.

Для формування інтерферометра використовуються лінійні дефекти періодичності фотонного кристала, які дозволяють формувати хвилевідні канали. В даному випадку необхідно сформувати вісім відрізків хвилеводів, розташований під різними кутами до горизонтальної координатної вісі. Кути нахилу хвилеводів визначаються симетрією фотонного кристалу і дорівнюють 0^0 та 60^0 . З рис. 1 видно, що ширина хвилеводів приблизно дорівнює періоду фотонного кристалу, що дозволяє зробити висновок про одномодовість цієї лінії передачі.

Для розрахунку спектральних характеристик фотонно-кристалічного сенсора використовується комп'ютерний пакет МЕЕР, що вільно розповсюджується [3]. Цей пакет використовує метод скінченних різниць в часовій області (FDTD) і є досить добре апробованим в різноманітних електродинамічних задачах.

Дослідження чутливості фотонно-кристалічного сенсора включає в себе розрахунок спектральної характеристики інтерферометра у випадку, коли порожнина не заповнена досліджуваним матеріалом. Ця характеристика вважається опорною. На наступному етапі дослідження проводяться розрахунки спектральної характеристики інтерферометра у випадку, коли порожнина заповнена матеріалом.

Порівняння цих двох спектральних характеристик показує наявність зсувів найбільш чутливих резонансів. Визначення величини цих зсувів при зміні матеріальних параметрів досліджуваних об'єктів дозволяє розрахувати чутливість фотонно-кристалічного сенсора яка зазвичай вимірюється в нм/RIU (RIU – одиниця зміни показника заломлення) [2].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Joannopoulos J.D., Meade R.D., Winn J.N. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. – Princeton Univ. Press, 1995. – 137 p.
2. Optical Guided-wave Chemical and Biosensors / M. Zourob, A. Lakhtakia Editors. – Springer, 2010. – 234 p.
- Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. МЕЕР: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІНІЙНИХ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ ХВИЛЕВОДІВ

Букреєва В.І.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

e-mail: viktoriiia.bukreieva@nure.ua

Modeling of two schemes of linear photonic crystal waveguides is performed with using of packages MIT Photonic Bands and MEEP. Spectral characteristics and dispersion diagrams are obtained on the basis of numerical calculations. It is shown that hollow and dielectric waveguide channels have different spectral characteristics.

Фотонні кристали являють собою штучні періодичні структури з різною розмірністю. Вони використовуються для багатьох застосувань в мікрохвильовому і оптичному діапазонах [1, 2]. Крім того, різноманітні резонансні і хвилеводні структури можуть бути розроблені на основі фотонних кристалів. Ці структури утворюються через локальні і лінійні дефекти періодичності в фотонно-кристалічних структурах. Локалізація електромагнітної енергії в областях дефектів обумовлена механізмом фотонної забороненої зони. У цьому випадку може бути досягнута висока ефективність локалізації і, відповідно, великі значення добротності для резонансних структур.

Робочі характеристики фотонно-кристалічних хвилеводів визначаються конфігурацією спрямовальної структури і параметрами матеріалу. У даній роботі розглядаються лінійні фотонно-кристалічні хвилеводи, канали яких заповнені різними середовищами.

На рис. 1а, б показані дві схеми фотонно-кристалічних хвилеводів з діелектричним і порожнистим хвилевідними каналами відповідно. Очевидно, що використовується фотонний кристал з трикутною симетрією. Він утворений системою порожнистих циліндричних отворів в діелектричному середовищі. Чорний колір на малюнках відповідає діелектрику з діелектричною проникністю $\varepsilon = 12$, а білий колір відповідає вакууму. Нормалізований діаметр порожніх отворів дорівнює $r/a = 0.45$. Структура, що розглядається, є двовимірною.

Всі геометричні розміри при моделюванні фотонно-кристалічного хвилеводу нормовані на період структури a .

Це дозволяє застосовувати результати розрахунків для аналізу фотонно-кристалічних хвилеводів в різних частотних діапазонах. Комп'ютерний пакет MIT Photonic Bands був використаний для визначення фотонних заборонених зон кристала і його дисперсійних характеристик [3]. Спектральні характеристики хвилеводів визначалися на основі

чисельних розрахунків з використанням пакету MEEP, що базується на методі кінцевих різниць у часовій області (FDTD) [4].

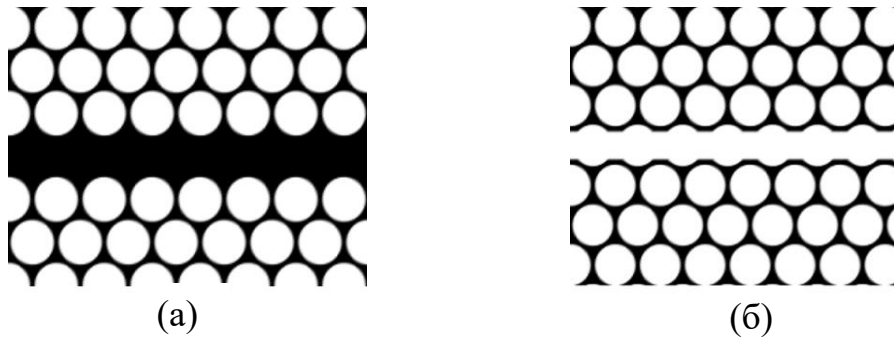


Рис. 1. Схеми фотонно-кристалічних хвилеводів.

Отримані результати дозволяють визначити частотні смуги пропускання фотонно-кристалічних хвилеводів, що можуть бути значно вужчі порівняно із фотонними забороненими зонами. Саме спектральні характеристики хвилеводів обумовлюють можливість їх використання в різноманітних пристроях фотоніки та оптоелектроніки.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Lourtioz J.M., Benisty H., et al. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
2. Ozbay E., Temelkuran B., Bayindir M. Microwave Applications of Photonic Crystals // PIER. – 2003. – 41. – P. 185-209.
3. Johnson S. G., Joannopoulos J. D. Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis // Optics Express. – 2001, No. 3. – P. 173-190.
4. Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.

ЛАЗЕРНЕ ВИДАЛЕННЯ ТАТУ

Пятенко М. Є., Богданов Д. С.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

e-mail: mykhailo.pietenko@nure.ua

Laser tattoo removal procedures are considered. Physical principles of this procedure are analyzed. Comparison of some laser types application for tattoo removal procedures is performed. Operational characteristics of lasers for these procedures are represented.

Одне із сучасних застосувань лазерів – медицина. В медицині лазери застосовують в хірургії (наприклад, при операціях на сітківці ока) як скальпель, для розрізу або руйнування хворих тканин без пошкодження здорових, нормальних тканин. Для спеціалізованої терапії – руйнування пухлин або пошкоджень. Для коагуляції (припікання) кровоносних судин для запобігання кровотечі. Лазеротерапія – унікальна технологія, що полягає в цілеспрямованій дії світлового потоку на живі тканини. У тканинах стимулюються різні біохімічні процеси, що приводить до оновлення мембран клітин.

В даній роботі розглядається фізичний принцип та техніка для видалення кольорових пігментів з під шкірою людини (рис. 1). Татуюванням є скупчення забарвлених сторонніх включень в різних шарах дерми, які надають шкірі стійкий неприродний колір [1, 2]. Татуювання можна розділити на травматичні, медичні, косметичні та декоративні. Професійні татуювання видалити найскладніше, тому що вони наносяться на велику глибину і можуть мати велику кількість кольорів.

Татуювання складаються з тисяч частинок пігменту, зважених в шкірі. В процесі загоєння дрібні чужорідні частинки видаляються зі шкіри, але частина їх злипається в більші і не може бути видалена природним шляхом, тому вони постійно зберігаються в пастках-лизосомах фагоцитуючих клітин. Швидкий нагрів цих укрупнених частинок коротким лазерним імпульсом призводить до фотомеханічного ефекту: зміни форми і фрагментації частинок пігменту [3]. У спеціальному дослідженні за допомогою комп'ютерного моделювання було показано, що фрагментація часток пігменту відбувається переважно за рахунок фотоакустичного ефекту, який посилюється при зменшенні тривалості імпульсу і зменшується з розміром частки.

Перше дослідження, присвячене порівнянню ефективності пикосекундного і наносекундного лазера для видалення тату, було проведено ще в 1998 році. Всі параметри випромінювання, крім тривалості імпульсу були ідентичними (флюенс, діаметр пучка). Було проведено по 4 процедури для 16 татуювань. Для пикосекундного Nd:YAG лазера (35 пс)

середній кліренс становив 6,7 за десятибальною шкалою проти 3,1 для наносекундного Nd:YAG лазера (10 нс).

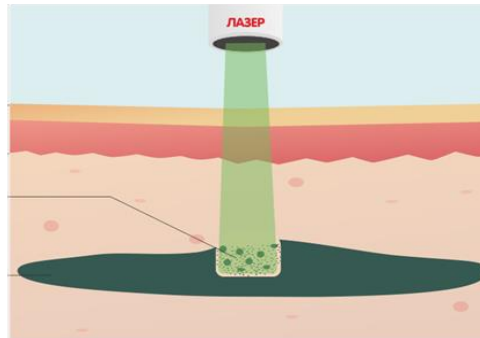


Рисунок 1 – Схема видалення татуювання за допомогою лазера

Порівнювалася також ефективність пікосекундного олександритового лазера 755 нм 750-900 пс з рубіновим і Nd:YAG лазерами для пацієнтів з темним кольором шкіри (III-VI тип по Фіцпатріку) для лікування різних пігментних порушень (лентіго, невуси різного типу, ПВП і ін.). Аналіз показав схожу ефективність пікосекундного і наносекундного лазерів, кліренс більше 50% був досягнутий після 4,12 і 5,46 ($P = 0,68$) для пікосекундного і наносекундного лазерів відповідно. При лікуванні наносекундними лазерами в 16% випадків було відзначено формування постійної діспігментації. Всі побічні ефекти пікосекундного лазера були тимчасовими.

В даний час проводяться дослідження пікосекундних Nd:YAG лазерів 1063 \ 532 нм для лікування пігментних уражень. Довжина хвилі 532 нм Nd:YAG лазерів ефективна для лікування пігментних епідермальних уражень, так як набагато сильніше поглинається меланіном, ніж випромінювання з довжиною хвилі 1064 нм, яке переважно застосовується для лікування глибоких дермальних поразок.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Alabdulrazzaq H., Brauer J. A., Bae Y. S., Geronemus R. G. Clearance of yellow tattoo ink with a novel 532-nm picosecond laser // *Lasers Surg Med.* – 2015. – vol. 47. – 285.
2. Armstrong M. L., Roberts A. E., Koch J. R. et al. Motivation for contemporary tattoo removal: a shift in identity // *Arch Dermatol.* – 2008. – vol. 144(7). – P. 879-884.
3. Aslam A., Owen C. M. Fashions change but tattoos are forever: time to regret // *Br J Dermatol.* – 2013. – vol. 169(6). – P. 1364-6.

ПРОГРАМУВАННЯ LED СТРІЧКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Кузнецов М. В.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної
техніки, тел. 702-10-57)

e-mail: maksym.kuznetsov@nure.ua

This paper discusses LED programming using microcontrollers. Programming is based on the use of the free Sketch package. The properties of LEDs and controllers for their control were investigated. A dimmer has been created to realize a smooth change in the glow of three channels. Code has been written to control the microcontroller modules.

Світлодіоди - напівпровідникові прилади, які при протіканні струму випромінюють світло, тобто перетворюють електричну енергію в світлову. Світлодіоди в 60-80 рр. ХХ-го століття широко застосовувалися в різного роду індикаторах і цифрових показниках. Вони мали червоний, помаранчевий і жовто-зелений колір світіння. Відкриття і винаходи у фізиці в 90-х рр. привели до створення високоефективних світлодіодів, випромінюючих у видимій області спектра, від ближнього ультрафіолетового до чисто зеленого діапазону. Яскраві світлодіоди, що випромінюють у всій видимій області, дали можливість створення світлодіодних джерел білого світла.

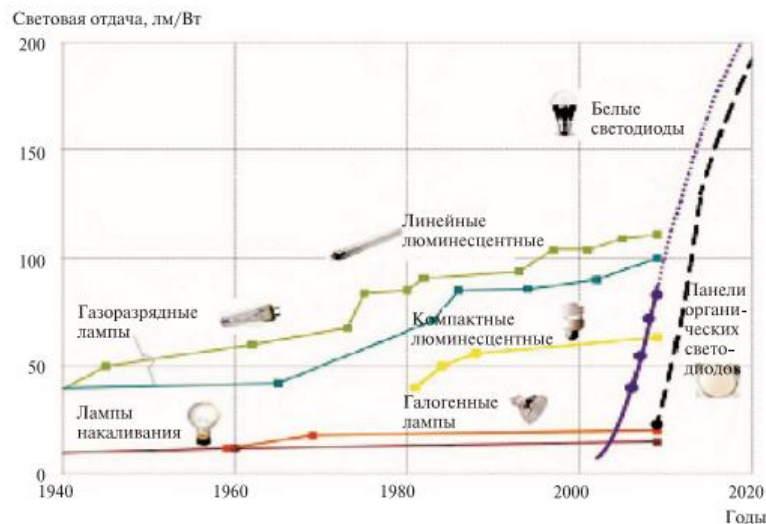


Рис. 2. – Динаміка зміни світлової віддачі різних джерел світла з 1940р. по 2010р.

Основні переваги світлодіодного освітлення над іншими видами:

1. Широкий діапазон робочих напруг. При зниженні напруги в електричній мережі звичайні лампи перестануть працювати або не

відповідатимуть заявленим характеристикам. Світлодіодні лампи можуть працювати від напруги в діапазоні від 80 до 230 В.

2. Миттєве освітлення. Такі лампи володіють такою якістю як безінерційність, іншими словами при включенні вони дають 100% світла.

3. Економія на експлуатаційних витратах. Світлодіодні лампи не вимагають спеціального встановлення пускорегулювальної апаратури і регулярного технічного обслуговування.

4. Низька тепловіддача. Звичайні лампи розжарювання разом зі світлом виділяють багато тепла. Світлодіодні лампи практично не виділяють тепла, майже вся електроенергія йде на створення освітлення, тим самим досягається її істотна економія.

5. Відсутність шуму. Світлодіодні лампи абсолютно беззвучні, що робить їх незамінним джерелом світла у виробничих приміщеннях, де сторонній звук може стати дратівливим фактором.



Рис. 2. – Зразки світлодіодів

Задля реалізації плавної зміни світіння усіх трьох каналів потрібно зробити власний димер. Для цього необхідно регулювати силовими ключами за допомогою ШІМ сигналу. Так димер повинен бути програмованим і/або керованим ззовні.

У якості мікроконтролера використовується Arduino. В її програму можна записати будь-який алгоритм зміни кольорів, а також їй можна управляти як за допомогою модулів Arduino, так і віддалено по Ethernet, Ік-порту, Bluetooth, використовуючи відповідні модулі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. А.Э. Юнович. Светодиоды на основе гетероструктур из нитрида галлия и его твердых растворов. Светотехника. 1996. № 5/6. С. 2-7; Свет из гетеропереходов. Природа. 2001. № 6. С. 38-46; Светодиоды как основа освещения будущего. Светотехника. 2003. № 3. С. 2-7.

2. Ф. Шуберт. Светодиоды. Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. М.: Физматлит. 2008. 495 с.

3. Ж.И. Алферов. История и будущее полупроводниковых гетероструктур. Физика и техника полупроводников. 1998. №3. С. 3-18.

МОДЕЛЮВАННЯ ВОДИ ЯК ФОТОННОГО КРИСТАЛУ В ПАКЕТІ МЕЕР

Баранова Д. В., Демиденко Є. Є.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної
техніки, тел. 702-10-57)

e-mail: daria.baranova@nure.ua; yevhen.demydenko@nure.ua

Waterbased photonic crystals are considered in this work. Computer simulation is based on the application of the free package MEEP. Properties of a two-dimensional photonic crystal based on an icy structure are investigated and the photonic band gaps are found. Two configurations of hexagonal photonic crystals have been investigated.

Як відомо, вода – це основа життя на планеті. Наша планета на 70.9% покрита водою, яка існує на Землі у трьох агрегатних станах. Це речовина, що дає життя тваринам та рослинам та є незамінною у фізичних процесах.

Вода складається з двох атомів гідрогену та одного атому оксигену. Молекула несиметрична: атоми гідрогену розташовані в молекулі таким чином, що напрямки до них утворюють кут $104,45^\circ$ із вершиною в центрі атома оксигену та відстанню між ними в 95.84 пікометри (рис. 1).

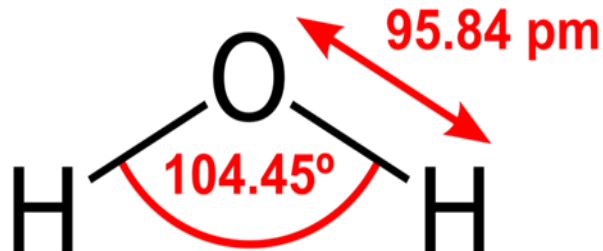


Рисунок 1 – Схема молекули води.

Вони розділяють електрони між собою неоднаково. Негативно заряджені частинки притягуються сильніше до атому оксигену, тому він більш електронегативний. Він отримує частковий негативний заряд, удвічі більший за позитивний заряд гідрогену. Внаслідок електростатичного притягання між атомами сусідніх молекул води, між ними формується водневий зв'язок, але в рідкому стані молекули води перебувають у стані постійного руху та менш впорядковані ніж у стані льоду, тому вони утворюють групи, сполучені між собою водневими зв'язками, які називають «кластерами» [1].

У вигляді льоду вода має досить чітко впорядковану гексагональну структуру (рис. 2). Завдяки періодичності вода у рідкому стані або стані льоду може бути представлена у вигляді фотонних кристалів. Фотонні

кристали – це структури, що дозволяють здійснювати ефективне керування фотонами для створення розвинених та складних оптичних пристроїв з меншими розмірами та більшою функціональністю. Такі структури широко застосовуються в фотоніці та оптиці для створення різноманітних функціональних пристроїв [2].

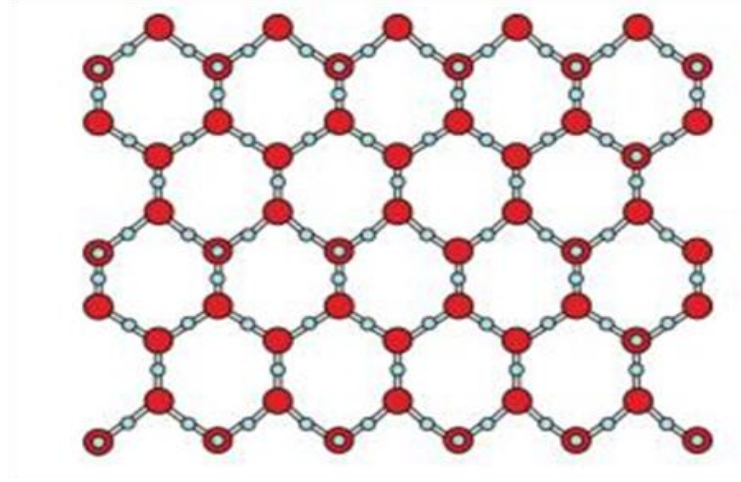


Рисунок 2 – Схема фотонного кристалу як моделі води в твердому стані.

В даній роботі розглянуто модель води у вигляді фотонного кристалу на основі впорядкованої гексагональної структури льоду в пакеті МЕЕР [3]. Розраховані дисперсійні діаграми двох різновидів такого фотонного кристалу: базової гексагональної структури, що складається лише з атомів оксигену, та її модифікованої схеми з урахуванням атомів гідрогену. Побудовано модель фотонного кристалу зі скінченними розмірами та розраховано спектральні характеристики такої схеми. Результати розрахунків складають підґрунтя для подальшого удосконалення моделі води як в твердому, так і в рідинному станах.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Malenkov G. Liquid water and ices: understanding the structure and physical properties // J. Phys.: Condens. Matter. – 2009. – vol. 21. – 283101.
2. Lourtioz J. M., Benisty H., Berger V., Gerard J.M. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
3. Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. МЕЕР: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.

РОЗРОБЛЕННЯ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ МЕЕР

Новицький В.В.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

e-mail: vladyslav.novytskyi@nure.ua

Free package MEER web-interface considered in this work. Possibilities of transferring the package to web and helpful user interface are investigated in this work. A working prototype of application programming interface (API) has been developed.

MEER – це безкоштовний програмний пакет із відкритим кодом для моделювання електромагнітних процесів методом скінченних різниць у часовій області (FDTD), що охоплює широке коло застосувань [1]. Цей пакет дає змогу моделювати відносно складні структури із розповсюдженням електромагнітних хвиль. На рис. 1 наведена схема однієї комірки ґратки Y_{ee} , яка застосовується при використанні алгоритму FDTD.

Не зважаючи на досить невеликий об'єм пакету, він є досить потужним і дозволяє моделювати досить широке коло електромагнітних процесів, в тому числі і в оптичному діапазоні. До основних можливостей пакету можна віднести такі:

- можливість створення одно-, дво- та тривимірних моделей;
- можливість використання паралельних обчислень на системах, що підтримують MPI;
- підтримка широкого кола матеріалів, що мають специфічні властивості в оптичному діапазоні, зокрема, нелінійно-оптичних матеріалів з двома типами нелінійності: Керра та Погкельса;
- можливість використання матеріальних параметрів у тензорному вигляді, що дає змогу моделювати анізотропні середовища;
- можливість застосування поглинаючих та періодичних граничних умов;
- використання симетрії досліджуваної системи з метою скорочення часу чисельних розрахунків;
- можливість формування практично довільних джерел випромінювання;
- керування точністю обчислень, в тому числі за допомогою субпіксельного вирівнювання;
- наявність широкого кола процедур для отримання та аналізу електромагнітних полів;
- наявність солвера, що працює в частотній області для безперервних джерел випромінювання;

– можливість застосування зовнішніх засобів для візуалізації отриманих результатів.

Наразі є три мови програмування за допомогою яких можливо використовувати цей пакет: Python, Scheme, або C++. Для використання цього пакету треба щонайменше знати синтаксис однієї з наведених мов та також ознайомитися із синтаксисом пакету. На разі цей пакет не має простого та зрозумілого графічного інтерфейсу. Існує лише версія графічного інтерфейсу від panohub.

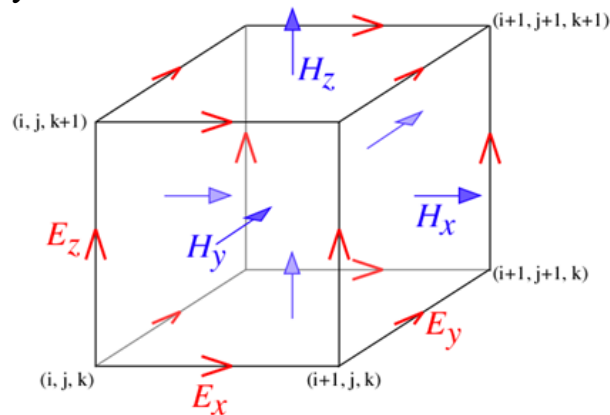


Рисунок 1 – Схема ґратки Yee, що використовується в методі FDTD.

В даній роботі за допомогою мови програмування Python був розроблений інтерфейс програмування застосунків (API), що може бути розміщений на віддаленому сервері та використовуватися для розробки графічного інтерфейсу. Для розробки інтерфейсу програмування застосунків були використані наступні пакети для мови програмування Python за допомогою менеджера пакетів conda: flask, flask-restplus, румеер, imageio. Пакет flask-restplus дає змогу використовувати графічний інтерфейс для розробленого інтерфейсу програмування застосунків.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ПРОЗОРИ У ВИДИМОМУ СПЕКТРІ

Кіреєв Б. П.

Науковий керівник – доцент каф. ФОЕТ Афанасьєва О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

e-mail: bohdan.kiriev@nure.ua

This paper discusses ways to apply laser emission to transparent objects, such as organic glass. Wavelength of laser radiation was selected basing on optical properties of organic glass.

Одним із напрямків застосування лазерів у сучасній промисловості є обробка різноманітних матеріалів. Це дуже спрощує виробництво, так як цей метод не потребує додаткових форм та пристроїв. Основними результатами обробки є гравіювання, маркування, а також різання матеріалів. Матеріалами можуть бути як метали, так і діелектрики.

Оскільки полімерне скло є матеріалом, що прозорий у видимому спектрі, то для його обробки потрібно використовувати лазери або ультрафіолетового, або інфрачервоного спектру. Ультрафіолетові лазери досі мають проблеми з потужністю та ціною, так що для обробки скла буде раціональніше використовувати лазери інфрачервоного спектру. Краще всього для цієї задачі підійде лазер на двоокису вуглецю (довжина хвилі випромінення дорівнює 10,6 мкм)

Більшість технологічних операцій, здійснюваних за допомогою лазерів, заснована на тепловій дії світла на оброблювані матеріали. У цьому випадку процес взаємодії лазерного випромінювання з речовиною умовно можна розділити на такі стадії:

- поглинання світла
- передача енергії тепловим коливанням решітки твердого тіла
- нагрівання матеріалу
- плавлення, руйнування матеріалу шляхом випаровування і викиду розплаву і охолодження після закінчення світлового впливу.

Лазерне випромінювання при взаємодії з поглинаючим середовищем частково відбивається від поверхні, а частково проникає вглиб матеріалу, де поглинається. Інтенсивність випромінювання на глибині з поглинаючого шару визначається законом Бугера-Ламберта. Енергія лазерного випромінювання, яку поглинає матеріал, залежить від його поглинаючої здатності. В металах вона знижується із зростанням довжини

хвилі випромінювання, тому для обробки металів частіше застосовують довжину хвилі $\lambda=1,06$ мкм, а для неметалів $\lambda=10,6$ мкм.

На рис.1 представлено загальну схему обробки поверхні матеріалу за допомогою лазерного джерела випромінювання. На схемі зображено лазерну головку, що містить фокусувальний елемент, та систему подачі допоміжних газових сумішей

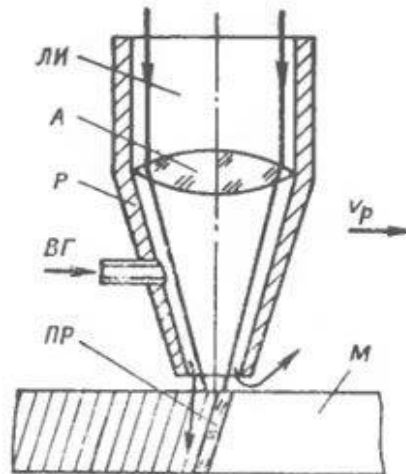


Рисунок 1 – Загальна схема лазерної обробки матеріалів.

В даній роботі виконано огляд методів обробки діелектричних матеріалів за допомогою лазера. Було виявлено найкращі параметри лазера для обробки органічного скла. Створено модель теплового впливу випромінювання лазера на масив діелектрика. Виявлено основні закономірності впливу лазерного випромінювання на структуру та характеристики оброблювальних об'єктів.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Лазерная техника и технология. В 7-ми кн. Кн. 3. Методы поверхностной лазерной обработки [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А.Г.Григорьянц, А.Н. Сафонов; Под ред. А.Г.Григорьянца. – М.: Высшая школа, 1987. – 191с.

2. Лазерная техника и технология. В 7-ми кн. Кн. 4. Лазерная обработка неметаллических материалов [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А.Г.Григорьянц, А.А. Соколов; Под ред. А.Г.Григорьянца. – М.: Высшая школа, 1988. – 191с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЛАЗЕРНИХ ІМПУЛЬСІВ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ЕМІСІЙНОГО СПЕКТРУ

А.В Дегтярьов

Науковий керівник – д.ф-м.н., проф. М.І. Дзюбенко

Інститут радіофізики та електроніки НАН України

(61085, м. Харків, вул. Академіка Проскури, 12)

e-mail: ant318@ukr.net

The results of experimental and theoretical research of the optimal registration of laser emission spectra are presented in this work. Continuous spectrum component depends on the pulse duration and the time of spectrum recording and should be minimized. Attention is paid to lasers with the millisecond pulses. It is shown that the purity of the emission spectrum depends on the duration of its registration. Emission spectra with various recording durations were experimentally obtained. The shape of the laser pulse is theoretically calculated for optimal registration of the emission spectrum.

Світовий обсяг продажів технологічних лазерів і лазерного устаткування зростає з кожним роком. Збільшення доходів лазерної промисловості триває в автомобільному, аерокосмічному, енергетичному секторах. Існуюча конкуренція на ринку лазерного устаткування вимагає від виробників підвищення якості і швидкості обробки матеріалів. Такі матеріали (в 90% випадках метали), як правило, неоднорідні за складом в межах зони взаємодії лазера. Це об'єм на рівні 0,2-1 мм³. Одним з напрямків, який може вирішити задачу підвищення якості є забезпечення оптимальних параметрів лазерного випромінювання (потужність, тривалість імпульсу і форма імпульсу) для кожної області взаємодії променя з поверхнею. Початкові дані для оптимізації можна отримати з аналізу емісійного спектра факела, що виникає в результаті взаємодії потужного лазерного випромінювання з металами. Лазерний емісійний спектральний аналіз LIBS (Laser-induced breakdown spectroscopy) заснований на тому, що аналізований об'єкт сфокусованим променем лазера перетворюється в атомарний стан, який після розігріву переходить в плазму. В оптичному випромінюванні плазми містяться спектральні лінії, відповідні до аналізованого матеріалу. Співвідношення інтенсивності спектральних ліній служить мірою кількісного співвідношення елементів в складі аналізованого матеріалу.

Метою роботи є вибір часових параметрів реєстрації оптичного сигналу випромінювання, що виникає при взаємодії лазерних імпульсів мілісекундної тривалості з металами для оптимальної реєстрації емісійного спектра в діапазоні 400-800 нм.

Основною проблемою при реєстрації емісійного спектра є наявність суцільної компоненти спектра. Вона виникає в результаті нагрівання металу в конденсованому стані лазерним імпульсом.

Для дослідження емісійних спектрів використовувався спектрометр, на основі дифракційної решітки і ПЗЗ-лінійки типу TCD1304DG, що має 3648 елементів розмірами 8x200 мкм. У спектрометрі використана решітка, що має 100 штр / мм, що забезпечило робочий діапазон 360 - 840 нм і спектральну роздільну здатність 1А / ріх. Випромінювання в спектрометр вводилося за допомогою кварцового світловоду через об'єтив. Зразок для досліджень сплав міді з сріблом.

Експерименти показали, що вид емісійного спектра дуже сильно залежить від тривалості реєстрації. Це пов'язано з тим, що тимчасові еволюції емісійного і теплового спектрів різні. Тому максимуми інтенсивності цих спектрів рознесені в часі.

На підставі проведеного аналізу взаємодії лазерного випромінювання з рядом металів встановлено, що основними факторами, що впливають на співвідношення інтенсивності безперервного і лінійного спектрів, є теплофізичні властивості металу і форма імпульсу впливу, особливо крутизна його заднього фронту.

Тому, процес оптимізації лазерного емісійного аналізу полягає у формуванні оптимальної форми лазерного імпульсу і підтримці її в процесі роботи.

Література

1. С.В. Каюков Обработка металлов импульсным лазерным излучением миллисекундной длительности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 1999, - №1, - с. 39 – 50
2. О.В.Афанасьева,, Н.А. Лалазарова, Е.П. Федоренко Использование лазеров малой мощности в промышленных технологиях // Радиотехника. – 2013,- Вып. 175, - с.63 – 67
3. И. В. Кривцун, И. Л. Семёнов, В. Ф. Демченко Численный анализ процессов нагрева и конвективного испарения металла при обработке излучением импульсного лазера // Автоматическая сварка. – 2010, - №1, - с. 5 – 10
4. Воробьев В. С. Плазма, возникающая при взаимодействии лазерного излучения с твердыми мишенями // Укр. физ. журн. — 1993. — 163, № 12. — С. 51–82
5. Рывкин С.М., Салманов В.М., Ярошецкий И.Д. Тепловое излучение кремния под действием лазерного излучения // ФТТ – 1968. – т.10. – с. 1052 – 1060

АЛФАВІТНИЙ СПИСОК

А		Григор'єв А.О.	95
Абрамова А. А.	185	Гузенко В.В	109
Авраменко Є. Д	79	Д	
Амер Д.Н.	73	Дегтярьов А.В.	210
Ахмедова Р.Б.	73	Демиденко Є. Є.	204
Б		Доля А.С.	37
Баранова Д. В	205	Дубіцький А. Є.	29
Бажан О.В.	152	Дудко О.Г	175
Басанець Д. А.	111	Е	
Белоцерковская А.И.	21	Ємець К. С	91
Білов М. Є.,	175	Ерошенко О.А.	163
Білоус В.В.	55	И	
Березанський А.В	9	Исаева О. А.	129
Близнюк И. Ю.	35	Ибрагим Юнусс	153
Богданов Д. С.	201	Абделхамид	
Бондаренко. Д.С.	63	З	
Бондаренко И.С.	145	Золотарьова К.О	73
Бородин С.В.	105	К	
Броска Д.В.	177	Каліберда А.С.	81
Букреєва В.І.	198	Калмыков О.С.	61
В		Калмиков Р.О.	87
Вадурін К. О.	181, 183	Кампос-Діас Х.Г	127
Васильченко С.С.	93	Кіреєв Б. П.	208
Величко О.М.	127	Кириленко Ю. А.	191
Власова Д.Г.	81	Кіріченко І.К.	165
Волков В.В.	101	Кірюхін О. І.	25
Волошан А.А.	133	Кіряк А. О.	115
Г		Ковалева А.А.	117
Гаєвська Л.О.	95, 99	Ковальчук С. О.	71
Галкин П.В.	113	Кокорев А.Э.	173
Герман Т.В	135	Косоног Є.Р.	27
Гініятулліна О.А	171	Колесник Д.О.	187
Гончаров А. С.	35	Коніков Д.С.	189
Горбенко Е.А.	43	Костів Г. А.	71

К	
Костін Д.О.	155
Косьміна Л.І	97
Кощей А.В.	123
Крутієнко А.Г.	31
Куварзіна М.В.	73
Куварзін О.І	75
Кузнецов Д. А.	5
Кузнецов М. В.	202
Курочка В.М.	97
Кутєпов Д. А.	31
Кухаренко Д. В.	181, 183
Куц Н.В	73

Л	
Ластовець Т.Є	89
Лісова Н.Б.	91
Лисаченко Я.И.	67
Ляшенко І.С.	65

М	
Малахова Е. Ю.	139
Мандра А. В.	159
Маковская Е.Г.	51
Минькович В.В	67
Московская А.М.	153

Н	
Назарак М.С.	175
Нєвров В.Ю.	194
Новицький В.В.	206
Носова Я.В.	133, 149, 153,181, 183

Назарак М.С.	175
О	
Овчаренко А. І.	143
Омельченко К. О.	41
Осипова М.В.	77

П	
Падалко Е.А.	23
Пасічник Т.С.	99
Пирогова Ю. В.	169
Пітенко О. Є	101
Плосконенко Т.Ф.	93
Позднякова А.О.	49
Полтавець Ю.О.	125
Поплавський А.В.	15
Продайвода Д.О.	83
Пятайкина М.І.	57
Пятенко М. Є	200

Р	
Разумний А.О.	11
Резуєнко К.І.	161
Росохатська А. С.	196
Рилова А.К.	69

С	
Самсонов Ю.В.	105
Самсонова С.Ю.	105
Семеренко Ю.О.	179
Скляренко К.О.	7
Слабий К.Г.	39
Снегурова М.А.	167
Солдатенко Н.Г.	79, 83, 85, 87, 89
Сорочан О.М.	175
Сорочинський М.В.	95, 99
Стадник О.О.	75
Стукало К.И.	121
Сухін В.В.	47

Т	
Тарасова А.Л.	163
Трубицын А.А.	113
Трубчанинов Р.М.	119

Х	
Хроменко А.Г.	19,59
Худаева С.А.	133
Ц	
Цзяо Ханькунь	149
Ч	
Чекіна М.С.	85
Чекубашева В.А.	13,17
Черенков А. Д	159
Черкасова Є.О.	137
Черникова И.В.	121
Чорний В.С.	177
Чугуй Е.А.	109, 147, 159
Чумак В.С.	147
Чухно Д.А.	103
Ш	
Шабельник Ю.М.	69
Шум А.В.	33
Шумакова Н.І.	69
Щ	
Щербань И.Н.	23
Э	
Эль Мустаким Юнес	157
Ю	
Юнусов Е.Е.	45
Я	
Яцун К.С.	53

ЗМІСТ

Електронні системи і технології, включаючи мікро- та наноелектронні.....	4
Біомедична інженерія	108
Фотоніка, лазерна та оптоелектронна техніка	193
Алфавітний список.....	212

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ У XXI СТОЛІТТІ»

Матеріали XXIV Міжнародного молодіжного форуму

Відповідальний за випуск А.В. Васянович

Комп'ютерна верстка І.С. Бондаренко

Матеріали збірника публікуються
в авторському варіанті без редагування

План 2020 (перше півріччя), поз. _____

Підп. до використання 02.04.2020 Формат pdf. Об'єм даних 4,6 Мб

Підп. до друку 02.04.20. Формат 60x84 _{1/16}. Спосіб друку – ризограф.

Умов.друк.арк. 12,8. Облік. вид.арк. 11,2. Тираж 119 прим.

Ціна договірна Зам № _____

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14, E-mail: info@nure.ua

Підготовлено в редакційно-видавничому відділі ХНУРЕ
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1409 від 26.06.2003

Віддруковано в редакційно-видавничому відділі ХНУРЕ
61166, Харків, просп. Науки, 14

NURE

