Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний науковий центр «Інститут метрології»
Технічний університет-Софія
Магдебурський університет ім. Отто фон Геріке
Ганноверський університет ім. Лейбніца
Університет Любляни
Талліннський технологічний університет
Вроцлавський політехнічний університет

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА, ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ПРАКТИКА

Матеріали IV Міжнародної
науково-технічної конференції

01-02 грудня 2022 р.

м. Харків
2022

Голова - д.т.н., проф. Сокол Євген Іванович, НТУ «ХПІ»
Співголова – д.т.н., проф. Марченко Андрій Петрович, НТУ «ХПІ»

Організаційний комітет:
Голова – д.т.н., проф. Лісачук Георгій Вікторович, НТУ «ХПІ»
Учений секретар – д.т.н., проф. Кондрашов Сергій Іванович, НТУ «ХПІ»

Редакційна колегія
члени редколегії:
П.О. Качанов, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»
А.В. Кіпенський, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»,
Г.М. Сучков, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»
О.Є. Тверитникова, д.і.н., проф., НТУ «ХПІ»
І.О. Лаврова, к.т.н., доц., НТУ «ХПІ»
І.В. Григоренко, к.т.н., доц., НТУ «ХПІ»

відповідальний секретар
Т.В. Дроздова, к.т.н., НТУ «ХПІ»

Видається за рішенням Вченої ради НТУ «ХПІ»
(протокол № 9 від 25 листопада 2022 р.)

А 43 Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика :матеріали IV Міжнарод. наук.-техн. конфер., 01-02 грудня 2022 р. / Г.В. Лісачук (голова оргком.) Х. 2022. 232 с.

ISBN 978-6-17-050287-2

У збірнику представлено теоретичні та практичні результати досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, студентами, аспірантами, науковими співробітниками різних організацій та підприємств.

Для викладачів, студентів, наукових співробітників, фахівців.

The collection presents the theoretical and practical results of research and development carried out by university teachers, students, graduate students, and research staff of various organizations and enterprises.

For teachers, students, researchers, specialists.

ISBN 978-6-17-050287-2

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО 3D-КОНТЕНТУ

Аврунін О.Г., Носова Я.В., Селіванова К.Г., Грохова Г.П., Прісич О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, проспект Науки, 14, Харків, Email: info@nure.ua

Сучасні тривалі виклики для освітнього процесу, які спочатку були спричинені пандемією коронавірусу, а потім повномасштабною війною, потребують розвитку технологій та підходів дистанційного навчання. В таких умовах не тільки допоміжний, а і основний навчальний контент повинен надаватись у он-лайн форматі. Особливо це критично для технічних та медичних спеціальностей, якісна підготовка фахівців у яких потребує набуття певних практичних навичок і від надбання яких безпосередньо залежить компетентність випускника [1, 2]. Частково цю проблему допомагає вирішити створення навчальних відеоматеріалів, комп'ютерне моделювання лабораторного обладнання та проведення експерименту у віртуальних середовищах [3, 4]. Але широке впровадження дистанційної форми навчання та подальший розвиток технічних засобів віртуальної та доповненої реальності вимагає більш досконалих підходів, зокрема використання панорамного та 3D–відеоконтенту, що здатні викликати ефект присутності [4, 5]. Такі підходи дозволяють створити відчуття глибини зоровим апаратом людини та відчуття відстані, яке притаманно стерео зору і створювати додаткове уявлення щодо реально-досліджуваних об'єктів в різних сферах діяльності.

Якісний 3D–контент дозволяє створення стереопар для формування повної просторової картини реального середовища. Це може бути складна лабораторна установка, наприклад, з біохімічних досліджень, медичний тренінговий симулятор, мікроконтролерна роботизована система, біомедичне обладнання, спортивно-тренувальне середовище та інше. Розвитий стереозір людини дозволяє за рахунок занурення у віртуальне середовище отримати з такого контенту додаткову інформацію щодо глибини простору та забезпечити розширене уявлення про реальні процеси, що відбуваються при проведенні різних досліджень. Саме для забезпечення реалістичності необхідно створювати умови 3для D-відеозйомки з відповідними параметрами, які залежать від об'єкту та характеристик об'єктивів і стереобази. Головними умовами при цьому є надання загального високого розрізнення (сумарного у форматі 4К, або FullHD для кожного кадру зі стереопари) та деталізації об'єкту зйомки з урахуванням фокусної відстані об'єктивів. З урахуванням того, що для стреreозйомки найбільш часто використовуються ширококутні об'єктиви з малими

фокусними відстанями, доцільно центральні об’єкти середовища розташовувати на відстані приблизно 1,5÷2 м від стерео камери. Так, можливо уникнути геометричних спотворень від ширококутних об’єктивів та забезпечити високу деталізацію центрального об’єкту. Крім того, потрібно враховувати, що просторове розрізнення по глибині спадає пропорційно квадрату величини дистанції від камери і на відстані 2 м складає біля 1 см. Стереобазу в більшості випадках (якщо метою не є надання підвищеної пластики зображень) доцільно вибирати 6,5 см, яка відповідає усередненої відстані між очами людини. Окремим завданням є розкадрування та надання субтитрів, які не викликали би подвоєння зображення тексту при перегляді.

Отриманий 3D-відеоконтент можливо розміщувати на відповідних кафедральних Youtube-каналах та переглядати як у звичайних гарнітурах віртуальної реальності, так і з використанням простих VR-окулярів для смартфонів. Перегляд такого контенту дозволяє збільшити реалістичність відеоматеріалів за рахунок стереоскопічного сприйняття глибини простору та підвищити інтерес сучасного студента за рахунок більш унікального та запам’ятаючого контенту. Перспективою роботи є розробка методичних рекомендацій для можливого забезпечення 3D-контентом навчальних дисциплін, пов’язаних з використанням складного лабораторного обладнання, та підвищення інтерактивності таких навчальних матеріалів для активізації участі роботи студентів.

Література:

1. Семенець В., Каук В., Аврунін О. Впровадження технологій дистанційного навчання у навчальний процес. *Вища школа*. № 5. 2009. С.40-57.

2. Avrunin O., Sakalo S., Semenetc V., Development of up-to-date laboratory base for microprocessor systems investigation, 2009 19th International Crimean Conference Microwave & Telecommunication Technology, Sevastopol, 2009, pp. 301-302.

3. Аврунин О.Г., Аверьянова Л.А., Бых А.И., Головенко В.М., Скляр О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа. *Техническая электродинамика*. Тем. Вып. Т.5. Киев, 2007. С. 105–110.

4. Аврунін О.Г., Грохова Г.П., Прісич О.Ю. та ін. Можливості 3D-контенту при фізичній реабілітації в дистанційному режимі Реабілітація та протезування/ортезування XXI століття. *Проблематика, перспективи та міжнародні стандарти відновлення рухової активності* : Матеріали науково-практ. конф. з міжнародною участю. Харків: УкрНДІпротезування, 2021. С. 143-145.

5. Тимкович М. Ю. Носова Я. В., Аврунін О. Г., Тимкович М. Ю. Можливості відеотехнологій для дистанційної освіти. *Інформатика, управління та штучний інтелект* : тези восьмої міжнародної науково-технічної конференції. Харків: НТУ "ХПІ". 2021. С. 130.

НАУКОВЕ ПІДҐРУНТЯ ДЕРЖАВНОГО ОБЛІКУ НЕРУХОМИХ ПАМ'ЯТОК КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ (НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Ліхолєтов Я. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», glorfindel93@ukr.net

Важливим елементом зі збереження та популяризації культурної спадщини стає енциклопедичне та науково-довідкове видання «Звід пам'яток історії та культури України» (далі – ЗПіКУ). Ця фундаментальна праця охоплює всі відомі на території України нерухомі пам'ятки (археології, історії, містобудування та архітектури, монументального мистецтва, об'єктів виробництва, науки і техніки), які мають історичну, наукову або художньо-мистецьку цінність [1, с. 104].

У зв'язку із першою загальнодержавною паспортизацією пам'яток в Україні (1972 р.), розпочалась підготовча робота з накопичення, опрацювання матеріалів та наповнення нового енциклопедичного видання. 30 вересня 1982 р. було прийнято Постанову РМ УРСР «О мерах по обеспечению издания томов Свода памятников истории и культуры народов СССР по Украинской ССР», яка передбачала низку заходів щодо вирішення актуальних на той час питань, в яких визначались відповідні графіки, кількість томів по кожному регіону, відповідальні установи та особи [4]. Було заплановано підготувати 28 томів ЗПіКУ – по одному тому на кожну область, Крим, містам Києву і Севастополю та українським пам'яткам зарубіжжя. Кожен том міг або мав складатися з декількох книг, відповідно до кількості матеріалів. Навесні 1983 р. до Харківського регіону було направлено групу дослідників Інституту історії та Інституту мистецтвознавства, фольклору та етнології ім. М. Рильського АН УРСР, які після комплексних оглядів пам'яток в м. Харків встановили, що низка об'єктів, пам'ятних місць не стоять на державному обліку, а також недостатньо досліджена. Впродовж 1980-х рр. було затверджено плани доопрацювання, затверджено наказ про завершення підготовки Харківського тому на місцевому рівні, підписано постанову про рекомендацію до друку на державному рівні, а також підготовлено звіт про підготовку матеріалів по Харківській області [3, с. 2]. До 1990 р. було підготовлено лише рукопис статей і через відсутність коштів, робота була уповільнена, а підготовлений том так і не було видано [2, с. 122].

В умовах відновлення незалежності, в Україні знову піднімається питання щодо підготовки ЗПіКУ. 14 березня 1992 р. опубліковано Постанову КМУ «Про додаткові заходи щодо забезпечення видання томів «Зводу пам'яток історії та культури України». Організаційну роботу було продовжено двома Указами Президентів України у 2000 р. «Про

забезпечення підготовки і випуску багатотомного енциклопедичного видання «Звід пам'яток історії та культури України» та 2007 р. «Про додаткові заходи з підготовки і випуску багатотомного енциклопедичного видання «Звід пам'яток історії та культури України». Оскільки останній Указ втратив чинність у 2017 р., то через рік спільними зусиллями наукової спільноти та Верховної Ради України було проведено парламентські слухання. 14 травня 2019 р. було прийнято Постанову Верховної ради України Про Рекомендації парламентських слухань на тему: «Стан, проблеми та перспективи охорони культурної спадщини в Україні», де опубліковано декілька положень, які стосуються підготовки ЗПіКУ, хоча загалом не унормовують та не врегульовують фінансові та інші питання, які б мають забезпечити повноцінне виконання робіт з підготовки матеріалів до відповідних томів.

Станом на 2022 р. у Харкові видано 5 томів ЗПіКУ, один з них суто мистецького напряму, який присвячено пам'ятникам Т. Г. Шевченку, встановленим на території Харківщини. За спостереженнями науковців, які працюють над вивченням інформації по пам'яткам історії та культури Харкова і області, за загальною кількістю об'єктів ЗПіКУ більший на 20 % від Державного реєстру нерухомих пам'яток України, оскільки вміщує об'єкти (пам'ятні знаки жертвам Голодоморів, могили військових АТО (ООС), пам'ятні місця тощо), які за встановленими критеріями не можуть бути взяті на державний облік, таким чином зберігаючи ці об'єкти.

Отже, ЗПіКУ, який є частиною українських енциклопедичних студій, залишається єдиним загальнодержавним проєктом нормативно-енциклопедичного характеру, який стимулює наукові дослідження та пошуки і систематизацію пам'яток культурної спадщини.

Література:

1. Горбик В. О., Денисенко Г. Г. Звід пам'яток історії та культури України у дослідженні і охороні культурної спадщини: досвід, проблеми, перспективи. Київ, Інститут історії України НАН України, 2012. 192 с.

2. Денисенко Г. Підготовка «Зводу пам'яток історії та культури України»: наукові напрацювання та перспективи. Краєзнавство. 2012. № 3. С. 118–125.

3. Ивах О. Д. Организация работы по подготовке к изданию тома Свода памятников истории и культуры Харьковской области. Харьков: Харьковский исторический музей, 1989. 8 с.

КВАНТОВА МЕТРОЛОГІЯ ЯК ДЗЕРКАЛО МАЙБУТНЬОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Неєжмаков П.І.[1)], Павленко Ю.Ф.[1)], Васильєва О.М.[1)], Дроздова Т.В.[2)]
[1)]ННЦ «Інститут метрології», м. Харків, вул. Мироносицька, 42,
[2)] НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

В метрології вже у XX столітті було усвідомлено, що відтворення ряду одиниць за допомогою матеріальних артефактів (платино-іридієві метр і кілограм тощо), або через властивості конкретних об'єктів суттєво стримують подальший розвиток вимірювальної техніки. В 1960 р. було прийнято перше визначення одиниці через квантове явище, а саме, метра через довжину хвилі певного оптичного випромінення. Далі було визначення секунди через частоту квантового переходу в атомі цезію (1967 р.). Нові підходи до відтворення одиниць відразу продемонструвала не тільки суттєві точнісні, але і практичні переваги. Надалі ця тенденція була продовжена і поглиблена. Введена в дію у 2019 р. Нова міжнародна система одиниць (SI-2019) докорінно змінила філософію вимірювань, поклавши в її основу не еталонну апаратуру, а сім визначальних фундаментальних сталих – еталони природи, тим самим впровадивши квантову метрологію і квантові технології вимірювань [1,2].

Першими квантовими технологіями в метрології слід вважати технології квантового генерування, які на кілька порядків підняли точність відтворення і зберігання одиниці часу – секунди і одиниці довжини – метра. Оптичні квантові генератори (лазери) у сполученні з інтерферометричними методами стали майже ідеальним засобом відтворення метра, а також основою технологій в галузі лінійно-кутових вимірювань.

В електромагнітних вимірюваннях революцію в точності зробило відкриття макроскопічних квантових ефектів: ядерного магнітного резонансу (Ф. Блох, Е. Перселл, 1946 р.), ефекту Джозефсона (1962 р.), квантування електричного опору – квантовий ефект Холла (К. Клітцинг, 1980 р.). Ці технології, дозволили кардинально (майже на 3 порядки) підняти точність електричних вимірювань і заснувати фактично нове електричне приладобудування (в тому числі на змінному струмі).

В галузі оптичних вимірювань (радіо- і фотометрії) широке використання одержали технології, які ґрунтуються на квантовому явищі фотоефекта. Спочатку це були фотоелектричні приймачі–фотометри. Потім були розроблені так звані детектори-пастки, які мають передбачену квантову ефективність близько 100 % і не потребують калібрування. На основі цієї технології були створені еталони кандели, люмена, а також прецизійні вимірювачі потужності лазерів.

В останні роки активний розвиток одержали так звані одноелектронні (SET) і однофотонні (SFT) технології, суть яких полягає в контрольованому маніпулюванні окремими електронами (фотонами) [3,4]. На основі SET-технології вже створено прецизійні квантові джерела струму і квантовий

еталон ампера. SFT-технології, як очікується, дозволять перейти на квантові методи відтворення фотометричних одиниць, що буде сприяти подальшому підвищенню точності оптичних вимірювань. Крім того, розвиток цих технологій сприяє створенню ряду пристроїв нового типу: одноелектронних транзисторів, електрометрів і струмових насосів, однофотонних джерел і детекторів оптичного випромінення тощо.

В багатьох публікаціях, особливо закордонних, говориться про проблеми і навіть кризу сучасної напівпровідникової електроніки (CMOS, Complementary metal oxide semiconductor). Вважається, що вона вичерпала свої можливості [3,5]. Згідно прогнозу, основу нової електроніки, створеної на основі швидкої одноквантової логіки (Rapid Single Flux Quantum Electronic), яка йде на зміну напівпровідниковій, повинні скласти:

– надпровідна і кріоелектроніка, одноелектроніка і однофотоніка;

– оптоелектроніка і спінтроніка (передача інформації за допомогою не струму, а спіну), використання нових наноматеріалів (графен, фуллерен тощо).

Не важко бачити, що це ті самі технології, які частково вже використовуються в метрології і підтвердили свої унікальні можливості в одержанні принципово нових результатів і точностей. Дуже важливим для розвитку нової електроніки є вже проведена в метрології розробка принципово нових квантових пристроїв, про які йшла мова вище. Таким чином, технологічні досягнення в метрології будуть сприяти впровадженню квантових технологій в сучасну електроніку і стимулювати її подальший розвиток.

Слід додати, що ННЦ «Інститут метрології» на протязі всієї історії розвитку квантових технологій приймав участь у їх розробці, а ряд його робіт одержали міжнародне визнання. Приблизно з 2015 р. у зв'язку з підготовкою Нової SI, в ННЦ іде процес активного впровадження нових визначень ряду одиниць, що ґрунтуються на квантових методах, перш за все, в галузях електрики і магнетизму, вимірювання маси, фотометрії і радіометрії.

Усе наведене вище дозволяє зробити висновок про надзвичайну перспективність цих технологій і для електроніки.

Література:

1. Resolutions adopted at the 26th meeting of the CGPM (2018). Available at: https://www.bipm.org/utils/common/pdf/CGPM-2018/26th-CGPM-Resolutions.pdf, (accessed 05.04.2019).

2. BIPM. The International System of Units (SI). 9-th edition. 2019. 98 p.

3. Likharev K. Single-electron devices and their applicationsProc. of the IEEE. April 1999. V.87. P. 606-632.

4. Quantum Metrology. Foundation of Units and Measurements by Ernst O. Goebel, Uwe Siegner (z-lib.org). 2015. New York, Willey.

5. Golikova T. E., Hubler F., Beckmann D. etc. Double proximity effect in hybrid planar superconductor – (normal metal/ferromagnet) – superconductor structures. PHYSICAL REVIEW B 86, 064416 (2012).

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

SIGNAL-CODE CONSTRUCTIONS FOR ADAPTIVE CODING METHODS

Krylova V.A., Zuev A.A, Miroshnik A.M., Kotko R.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv
vika_hpi@outlook.com

The use of error-correcting coding makes it possible to increase the energy efficiency by 5-6 dB by reducing the specific speed by 2-3 times. The transition from binary signals in the radio channel to multi-position signals leads to an increase in specific speed by 1.5-2 times with a simultaneous significant decrease in energy efficiency. Signal-code construction (SCC), which combine both of the above methods, can increase energy efficiency without reducing specific speed, increase speed without reducing energy efficiency, or provide an increase in both efficiency indicators simultaneously. When constructing the SCC, the most important is the problem of matching modulation and coding systems, which provides a high specific rate and, at the same time, high noise immunity.

The task of finding the best SCC is one of the most difficult tasks in building communication networks. Modern high-speed modulation protocols (V.32, V.32 bis, V34) require the mandatory use of SCM. At present, all SCC in use today use high-speed convolutional codes $R=(n-1)/n$. [1] When constructing multidimensional SCC, the problem of choosing a keying code arises, since the known methods for constructing it (the rules for constructing Gray codes and splitting the ensemble into nested Ungerboek subensembles) do not always allow matching Euclidean and Hamming distances. It is with this that many problems of constructing multidimensional SCC are connected.

When implementing multichannel transmission systems with adaptive coding methods, the construction of a signal-code structure must be carried out using the method of combining signals with a comb spectrum [2]. The procedure for combining signals belongs to the class of linear synchronous mixed methods with frequency division.

The main task of forming the channel form of individual signals in SCC is to obtain a comb structure of the spectrum with a given arrangement of the bands of the spectral components. The formation of the channel form of an individual signal is carried out according to the rule of weight summation of samples separated from each other by intervals that are multiples of the filter period τ

$$x_j^i(t) = \sum_{k=0}^{n} a_k x(t - k\tau)$$

where x_i^j is the i-th sample of the j-th individual signal; n is filter order; ak is the filter coefficient, τ is the period of the digital filter.

Figure 1 shows the structure of the group spectra for the proposed combination methods.

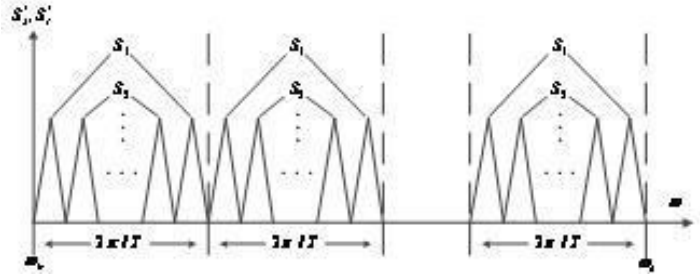


Figure 1 – Structure of group spectra

The formation of the SCC is carried out in two stages. At the first stage, the information sequence $\{a_i\}$ from the information source is converted into the code sequence $\{x_j\}$ in accordance with the convolutional coding algorithm. From the output of the encoder, the codeword SCC $\{x_j\}$, represented as a row vector, is converted into a column vector and fed to the input of the signal generator with a comb spectrum. A matrix $L_{p,n}$ is formed (p is the filter order, n is codeword digit) of the correspondence of the digits of the combination and the coefficients of the digital filter. Each possible value of the codeword bit corresponds to a digital filter with a certain set of coefficients, which cut out two combs in the signal spectrum. The filter coefficients are chosen in such a way that the formed combs do not intersect.

There is a bit-by-bit reading of the codeword digit and a comparison of the read bit of the coefficient of the matrix with the correspondence and subsequent substitution of the corresponding filter coefficients. This step is repeated cyclically for each codeword digit bit until the coefficients for the last codeword digit bit are assigned. After that, single signals received from n-outputs are summed up, converted into a group signal, which is transmitted via a communication channel to the receiving side.

Building a signal-code structure based on adaptive convolutional codes with combining signals with a comb spectrum provides an increase in the specific information transfer rate in communication networks, while reducing energy efficiency.

References:

1. Blahut Richard E. Algebraic Codes for Data Transmission. Cambridge : Cambridge University Press, 2003. 482 p.

2. Nabipour S., Javidan J., Zare Gholamreza F. Error Detection Mechanism Based on Bch Decoder and Root Finding of Polynomial Over Finite Fields. *Journal of Mathematics and Computer Science*. 2014. Issue 4. P. 271–281. DOI: http://dx.doi.org/10.22436/jmcs.012.04.03.

3. Ceria M., Mora T., Sala M. Help: a sparse error locator polynomial for BCH codes. *Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing*. 2020. Vol. 31. P. 215–233. DOI: https://doi.org/10.1007/s00200-020-00427-x.

RADIAL VIDEO GAME MENU

Onufriienko D. M.
Pingle Studio, Barikadna street, 15A, Dnipro, Dnipropetrovsk region, 49000,
onufrienkoresearcher@gmail.com

The radial menu is visually appealing and intuitive. It has a wide range of applications: it is used in dialogues, when choosing a character's action, direction of movement, etc.



Figure 1 – Game menu

On fig. 1 shows the menu for selecting buildings (where the large central circle is the confirmation button, the smaller circles around the button are the types of buildings, the small circles around the types of buildings are the necessary resources for the construction).

This menu consists of two radial parts. The first part - the types of buildings are centered on the selection button and are located equidistant from each other. The second part - resources are centered around the type of building, but equidistant from the select button.

1. Code is used to place building types:

```
float radian = (Mathf.PI * 2) / typesArray.Count;
for (int entryIndex = 0; entryIndex < entries.Count; entryIndex ++){
    float x = Mathf.Sin(radian * entryIndex) * radius;
    float y = Mathf.Cos(radian * entryIndex) * radius;
```

2. When placing resources, it is necessary to take into account the equidistant from the selection button, but place around the types of buildings. It

is necessary to set a variable (here “result”) equal to 0 to 2, with the same step (here 0.2). We get the necessary point on the circle through the sine and cosine by multiplying the number Pi and the variable “result”.

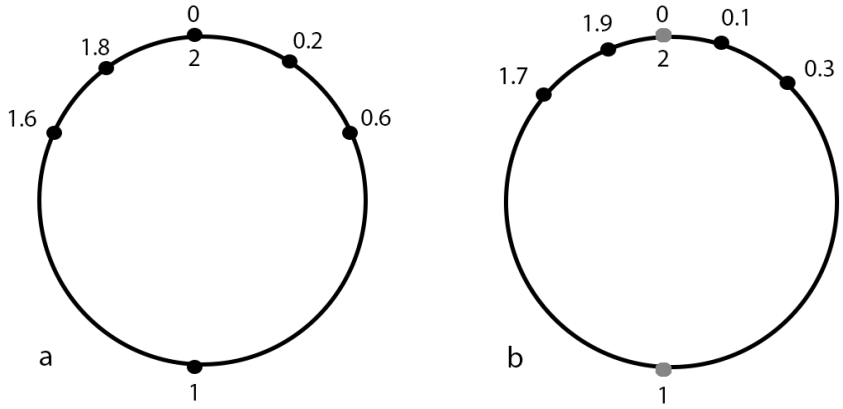


Figure 2 – Resource location for even(a) and odd(b) quantities

The sequence of points will be:

a. odd: 0; 0.2; 1.8; 0.4; 1.6…

b. even: 0.1; 1.9; 0.3; 1.7; 0.5…

```
float bias = 0.2f;
float count = 0;
float result = 0;

if (entriesResources.Count % 2 != 0)
    count = 0;
else
    count = -bias / 2;

for (int i = 0; i < entriesResources.Count; i++){
    if (entriesResources.Count % 2 != 0){
        if (i % 2 != 0){
            count += bias;
            result = count;}
        else{
            result = 2 - count;}
        if (i == 0)
            result = 0;}
    else{
        if (i % 2 == 0){
            count += bias;
            result = count;}
        else{
            result = 2 - count;}}

    float x = Mathf.Sin(Mathf.PI * result) * radiusResources;
    float y = Mathf.Cos(Mathf.PI * result) * radiusResources;
```

Conclusions: a radial menu using these functions will be adaptive to any number of elements.

HARDWARE COMPUTATIONAL INFRASTRUCTURE FOR BOOLEAN NETWORK ATTRACTORS SEARCH

Vasylchenkov O. G.[1)], Salnikov D. V.[2)], Karaman D. G.[3)]
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine, [1)]Oleh.Vasylchenkov@khpi.edu.ua, [2)]Dmytro.Salnikov@khpi.edu.ua, [3)]Dmytro.Karaman@khpi.edu.ua

One of the approaches in the search for treatment of complex diseases, such as T-cell leukemia of large granular lymphocytes, various cancers and autoimmune diseases, is the analysis of gene expression sequences – gene regulatory networks (GRN). The main method used, which has proved its effectiveness in applied research, is Boolean Networks model construction [1]. It is based on the ambivalent behavior of a gene: a gene can be activated (equivalent to a boolean state of "True" or 1) or remain inactive (equivalent to a boolean state of "False" or 0). When activated, a gene triggers chemical processes that, in turn, can trigger the expression or suppress the expression of other genes in a temporal sequence. Such behavior can be described by the corresponding boolean expressions, and the whole process in time is described by a deterministic or probabilistic finite state machine (FSM) model with a synchronous or asynchronous mode of operation, depending on the required accuracy of correspondence to real biological processes.

The main task in the study of gene co-expression networks is the search for attractors – closed cycles, to which sequences of processes occurring inside cells converge [2]. The computational task of finding all attractors in networks that include dozens of genes is extremely hard. It belongs to the class of NP-hard problems. This means that there is no efficient way to find all attractors in polynomial time.

At the moment, a large number of software tools have been developed [3], which allow you to define and simulate Boolean Networks: to study their static and dynamic properties, to search for stable states and attractors, to study the influence of disturbing factors (interventions) on the network operation. Despite the possibility of studying Boolean Networks of a sufficiently large size (they can include dozens of genes), all software tools have a significant drawback: for an exhaustive study of a large Boolean network model, it is necessary to spend considerable time, in view of the sequential nature of calculations on general-purpose computers.

Since Boolean network models can be described as finite state machine model, hardware accelerators implemented using FPGA can be used to study them in order to find attractors [4, 5]. The use of FPGA allows not only to create a specialized computing hardware that will effectively analyze the Boolean network model in order to search for attractors, but also allows you to create an array of

such computing elements in order to significantly speed up the analysis process due to their simultaneous operation.

In this paper, we propose a model of an efficient reconfigurable hardware accelerator for implementation on an FPGA, with which you can significantly speed up finding the set of attractors of an arbitrarily given Boolean network. The structure of the proposed accelerator is shown in the figure:

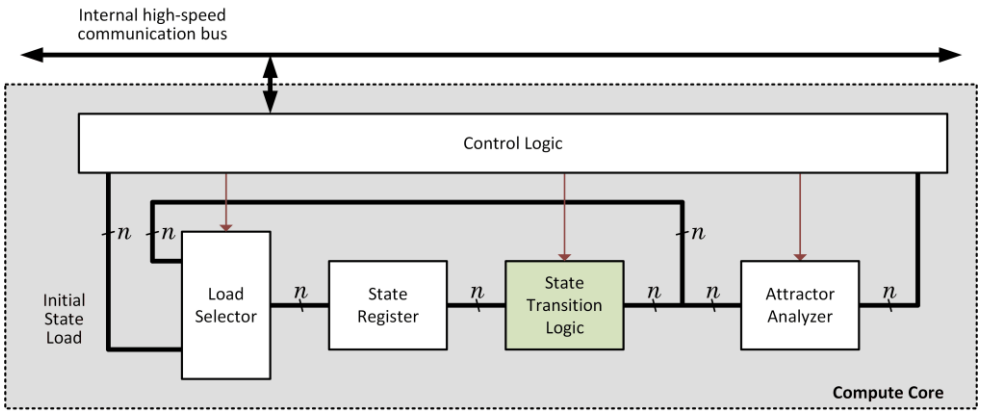


Figure 1

It includes the Control Logic block and the Datapath. The Datapath is an implementation of the synchronous state propagation model in a Boolean network in the form of a Moore state machine. The main elements of the model are a reconfigurable State Transition Logic module and an Attractor Analyzer. The main feature of the accelerator is the ability of the transition logic between states to be reconfigured by demand, which eliminates the need to perform complex and very time-consuming processes of technological project preparation to change the implemented Boolean network model.

References:

1. Xiao Y. A tutorial on analysis and simulation of boolean gene regulatory network models. *Current genomics*. 2009. Vol. 10(7). pp. 511-525.

2. Hopfensitz M., Müssel C., Maucher M. Kestler H. A. Attractors in Boolean networks: a tutorial. *Computational Statistics*. 2013. Vol. 28(1). pp.19-36.

3. Schwab J. D., Kühlwein S. D., Ikonomi N., Kühl M., Kestler H. A. Concepts in Boolean network modeling: What do they all mean? *Computational and structural biotechnology journal 18*. 2020. pp. 571-582.

4. Manica M., Polig R., Purandare M., Mathis R., Hagleitner C., Martinez M. R. FPGA accelerated analysis of boolean gene regulatory networks. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*. 2019. Vol. 17(6). pp. 2141-2147.

5. Bragança L., Penha J., Canesche M., Ribeiro D., Nacif J. A. M., Ferreira R. An open-source cloud-FPGA gene regulatory accelerator. Anais do XXII Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho. 2021. pp. 240-251.

ФОРМУВАННЯ ОГЛЯДОВОГО НАВІГАЦІЙНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЗАВДАНЬ МІЖЛІТАКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

Бекіров А.Е., Кобенко Д.С.
Харківський національний університет Повітряних Сил

Забезпечення безпеки польотів є головним завданням при побудові системи управління повітряним рухом цивільних літальних апаратів так і повітряних суден спеціального призначення. Інтенсивність польотів поблизу аеродромів вимагає постійного контролю взаємного місцеположення літальних апаратів. Крім того, для повітряних суден спеціального призначення існує необхідність виконання спеціальних завдань у складі груп. Отже, розробка методів і побудова систем міжлітакової навігації є актуальним завданням [1].

Вирішення завдання визначення взаємного місцеположення повітряних суден та формування директорних навігаційних команд управління здійснюється за допомогою радіотехнічних систем. Але в такому випадку існують обмеження характеристик точності навігаційного обладнання. Крім того, для суден спеціального призначення критичним фактором є можливість польоту у складі групи у режимі радіомовчання. Тому для усунення визначених обмежень пропонується напрямок побудови системи міжлітакової навігації у оптичному діапазоні. Для цього створюється правило формування оглядового навігаційного поля для завдань визначення контурів навігаційних об’єктів з подальшим визначенням їх кутових координат [2,3].

Оглядове навігаційне поле (ОНП) формується, як сукупність цифрових зображень у оптичному або інфрачервоному (мультіспектральному) діапазоні. Кожне окремо сформоване цифрове зображення уявляє собою фрагмент оглядового навігаційного поля – складову частину ОНП. Для визначення навігаційних об’єктів на ОНП застосовуються градієнтні методи виявлення контурів границь однорідних областей цифрових зображень. Кількість K фрагментів оглядово-навігаційного поля характеризує зону огляду простору, в якому буде забезпечуватись міжлітакова навігація. Фрагмент E_k уявляє собою сукупність елементів просторового представлення $\{e_{i,j}^{(k)}\}$, $k = \overline{1,\, K}$.

$$E_k = \{e_{i,j}^{(k)}\},\ i = \overline{1,\, N^{(k)}},\ j = \overline{1,\, M^{(k)}}.$$

Результатуюче оглядове навігаційне поле E_{res} для подальшої обробки та виявлення навігаційних точок розглядається, як матриця елементів $\{e_{i,j}^{(k)}\}$ всіх фрагментів.

$$E_{res} = (E_1;\, E_2;\, ...;\, E_k;\, ...;\, E_K).$$

Для визначення розмірності та подальшого аналізу та обробки з метою детектування навігаційних точок результуюче ОНП пропонується розглядати в єдиній системі елементів $\{e_{x,y}\}$, $x = \overline{1; X}$, $y = \overline{1; Y}$:

$$E_{res} = \{e_{x,y}\}.$$

Тоді розмірність ОНП буде залежати від розмірності фрагментів ОНП та їх кількості. Положення навігаційних точок відносно положення повітряного судна визначається положенням елементів просторового представлення контурів об'єктів в ОНП. Для літакової системи координат перерахунок положення детектованих об'єктів в ОНП здійснюється у кутові значення азимута та кута місця.

Визначення положення центральної точки початку відліку літакової системи координат, яка відповідає центральній точці з кутовими координатами $\alpha = 0^\circ$ по азимуту та $\beta = 0^\circ$ по куту місця, здійснюється шляхом розрахунку зони огляду, яка припадає на один елемент просторового представлення фрагменту оглядового навігаційного поля в кутових координатах. Така зона огляду розраховується як відношення повної зони огляду оптичного сенсору по азимуту до кількості елементів просторового представлення фрагменту ОНП. Аналогічним способом визначаються зона огляду на один елемент по куту місця.

Враховуючи, що положення центральної точки також залежить від пропорційності зони огляду, що визначається положенням оптичного сенсору, результуючі вирази для розрахунку положення центральної точки враховують, у тому числі, нееквівалентність зон в обох напівсферах.

Положення навігаційної точки, виявленої в результаті машинного розпізнавання характеризує положення об'єкту. Для визначення координат навігаційної точки на першому етапі розраховується її положення в оглядовому навігаційному полі з подальшим визначенням кутового відхилення від центральної точки, яка визначає початок відліку кутових координат.

Література:

1. Суханов О.Ю., Ященок В.Ж., Красноруцький А.О. Бортові радіонавігаційні пристрої та системи. Частина 2. Харків: ХУПС, 2015. 280 с.

2. Бекіров А.Е. Сидренко Є.І., Чекмарьов В.А., Смажелюк О.М. Інтеграція бортового обладнання повітряних суден в об`єднану систему розподілу тактичної інформації TADIL J/LINK 16. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 1(46). С. 7-13.

3. Суханов О.Ю., Бекіров А.Е., Баранік О.М. Методика вимірювання дальності до цілі при відмові лазерного далекоміра літака-винищувача МіГ-29. *Системи озброєння і військова техніка*. 2019. № 4(60). С. 47-52.

АЛГОРИТМ МІНІМІЗАЦІЇ АПАРАТНОЇ СКЛАДНОСТІ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ

Івашко А.В., Лунін Д.О., Тарасенко М.В.
Національний технічний університет « Харківський політехнічний інститут », Харків , вул. Кирпичова 2, Andrii.Ivashko@khpi.edu.ua

Цифрові фільтри широко застосовуються в сучасних системах передачі та обробки сигналів. У порівнянні з аналоговими вони забезпечують знижену вагу, габарити та енергоспоживання, можливість оперативної зміни характеристик.

Цифрові фільтри зазвичай поділяються на фільтри зі скінченною імпульсною характеристикою (СІХ-фільтри) та з нескінченною імпульсною характеристикою (НІХ фільтри). Перевагами СІХ фільтрів є лінійність фазочастотної характеристики, структурна стійкість, нечутливість до похибок округлення.

Синтез цифрових СІХ-фільтрів полягає у визначенні імпульсної характеристики фільтра (коефіцієнтів фільтра), що забезпечують виконання встановлених вимог до фільтра. Однак, існуючі методи синтезу цифрових фільтрів (метод вікон, метод частотних вибірок, метод Ремеза тощо) не враховують особливості реалізації фільтрів.

Основною ланкою фільтра, що вимагає великих апаратних витрат є помножувач на коефіцієнт фільтра. При цьому чим більше одиничних розрядів буде містити двійкове представлення кожного з коефіцієнтів фільтра, тим більше ресурсів вимагатиме апаратна реалізація фільтра. Особливо важливо це при реалізації фільтра на основі великих інтегральних схем, зокрема на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС).

Тому стає актуальною розробка методів синтезу фільтрів з коефіцієнтами, що мають у своєму двійковому поданні невелику кількість одиниць (в ідеалі – коефіцієнти у вигляді ступенів двійки). Множення на такі коефіцієнти може бути зведено до зсувів і невеликої кількості додавань, в результаті чого спроститься реалізація цифрового фільтра, і підвищиться швидкість фільтрації. У літературі описано кілька методів мінімізації апаратної складності СІХ-фільтрів. Однак у відомих публікаціях, наприклад [1], запропоновані методики не доводяться до практичної реалізації, що дозволяло б переходити безпосередньо до VHDL-програмування ПЛІС.

В роботі розроблено алгоритм, що дозволяє мінімізувати число додавань при цифровій фільтрації. Для реалізації запропоновано застосовувати структуру рис. 1 при використанні якої вхідний відлік сигналу одразу множиться на всі можливі коефіцієнти фільтру.

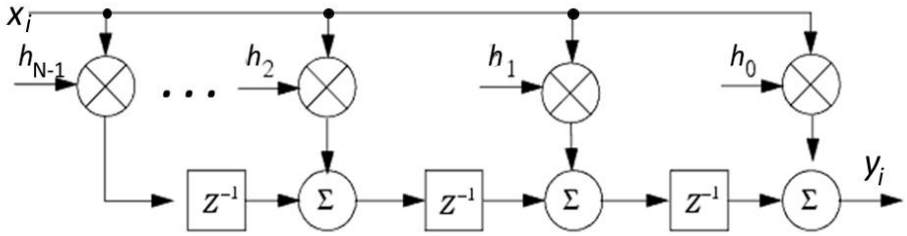


Рисунок 1 – Структура цифрового СІХ-фільтра

Програма оптимізації фільтра аналізує послідовність двійкових представлень коефіцієнтів фільтра, вибираючи групи одиниць, що збігаються. Потім проводиться перебір всіх варіантів поєднання ланцюжків та вибір тих комбінацій, які забезпечують мінімальну кількість суматорів. Алгоритм був протестований на прикладі синтезу п'ятнадцятиланкового фільтра низьких частот, для двійкового представлення коефіцієнтів якого використовувалося десять біт. Такий фільтр вимагав 24 двійкових однорозрядних суматора для множення відліку на коефіцієнти. Шляхом оптимізації запропонованим методом вдалося зменшити апаратні витрати до 16 суматорів. При цьому максимальне відхилення фільтра АЧХ від ідеальної становила 0,1224, а відносне середньоквадратичне відхилення 0,0311.

У середовищі Active-HDL була виконана ПЛІС-реалізація фільтра, що зображена на рис. 2. Моделювання фільтра в програмі Active-HDL показало його працездатність та збіг теоретично передбачуваних результатів із фактично досягнутими.

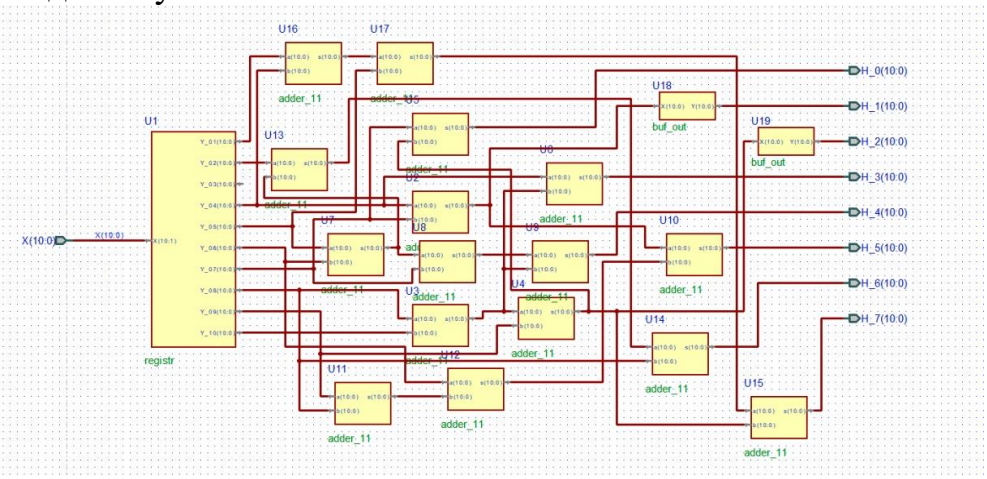


Рисунок 2 – ПЛІС-реалізація фільтра у середовищі Active-HDL.

Література:

1. K. _ Thesni , K. Praveen , L. Srivani . Implementation and Performance Comparison of Digital Filter in FPGA: 2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS). P. 589-594. DOI: 10.1109/ICACCS48705.2020.9074456

РОЗРОБКА ДВОМІРНОГО ІГРОВОГО ЗАСТОСУНКУ

Кучук Г.А., Матвєєв М.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2, nikita160600@gmail.com

В останні роки на ринку розваг та дозвілля почесне місце займають мобільні, комп'ютерні та консольні ігри. Популярність мобільних ігор постійно зростає, а дохід цього ринку перевищує дохід, отриманий від комп'ютерних і консольних ігор разом. У порівнянні з комп'ютерними іграми, доступні мобільні проєкти в основному відрізняються простою ігровою механікою і візуальною складовою та не вимагають від гравця великих знань. А тому аудиторія мобільних ігор дуже широка, в неї грають як діти так і дорослі. Для задоволення потреб користувачів мобільних ігор створено величезну кількість та продовжується розробка нових ігор різного жанру. Одним із базових і водночас найпоширенішим жанром ігор є *Action* та зокрема піджанр – платформери, де персонаж мусить рухатися, стрибаючи по платформах, та долати перешкоди. В подібних іграх необхідно використовувати рефлекси та швидкість реакції задля подолання ігрових обставин, але ігровий процес даного жанру вирізняється простотою та легкістю освоєння.

Для розробки 2*D* та 3*D* мобільних ігрових додатків найчастіше використовують операційну систему *Android*. Бурний розвиток індустрії комп'ютерних ігор сприяє розробці нових мобільних ігор, а тому розробка нової *2D* мобільної гри задля розширення асортименту та задоволення потреб користувачів ігор, сьогодні є актуальним та доцільним.

Розробка власного мобільного ігрового додатку включала низку послідовних етапів. Для створення мобільного додатку потрібно обрати певний інструмент, особливо якщо цей додаток ігровий. Багатоплатформним інструментом для розробки 2*D* та 3*D* ігрових додатків, що працюють на операційних системах *Android* і *iOS*, обрано *Unity* [1]. В *Unity* [2, 3] реалізована велика кількість інструментів для створення інтернет-додатків. Додатки створені за допомогою *Unity*, підтримують *DirectX* та *OpenGL*. Середовище *Unity* підтримує дві мови програмування – C # та *JavaScript*. Мова C # є вкрай гнучкою, потужною та універсальною. За допомогою цієї мови створюють практично все, від невеликих веб-додатків до потужних програмних систем, що об'єднують в собі веб-структури, додатки для десктопів і мобільних пристроїв. Все це є можливим завдяки зручному Сі-подібному синтаксису, суворому структуруванні, величезній кількості фреймворків і бібліотек [4]. Отже, спираючись на вищевикладене, для створення гри застосовано мову програмування C #. Редагування скриптів всередині *Unity* є неможливим, і для цього використано редактор коду – *Visual Studio* [5]. Для дизайну в мобільній грі

через популярність серед дизайнерів та за безкоштовну ліцензію обрано графічний редактор *Adobe Illustrator*. Графіку поділено на два види – *low poly* та звичайну векторну графіку. *Low poly* графіку застосована до малюнків, що використовувались у відеоролику. Ця графіка характеризується наявністю мінімальної кількості деталей на рисунку. Звичайна векторна графіка застосована до всіх елементів гри. Для цього створено ряд графічних об'єктів. Для більшої динаміки, живого вигляду та красивої картинки гри вирішено було додати анімації за допомогою програми *DragonBones.* Для розширення сюжету гри вирішено було додати вступний відеоролик. Як інструмент відеомонтажу за відсутністю недоліків перед іншими інструментами обрано *DaVinchi Resolve*. Для контролю версій обрано систему *Git.* У результаті роботи над грою маємо файлову структуру представлену на рис. 1, де в директорії *Animations* містяться анімації, створених в *DragonBones*. В директорії *Sprites* містяться розгалужені директорії зі спрайтами, намальованих у *Adobe Illustrator*, для кожної з сцен гри. В директорії *Scripts* знаходяться файлі з кодом на мові C#. В директорії *Intro* знаходиться вступний відеоролик створений в *DaVinchi Resolve*. В директоріях *Sounds* та *Fonts* знаходяться музика та шрифти відповідно.

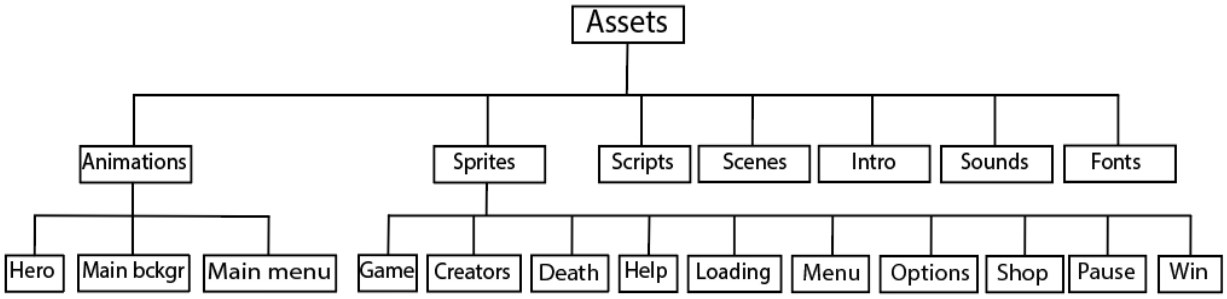


Рисунок 1 – Файлова структура гри

Література:

1. Официальный сайт Unity. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://unity3d.com (дата звернення: 06.11.2022).

2. Calabrese D. Unity 2D Game Development. USA: Packt Publishing Ltd, 2014. 126 p.

3. Pereira V. Learning Unity 2D Game Development by Example. US: *Packt Publishing Ltd*, 2014. 266 p.

4. Електронна стаття «Язык программирования C#: краткий обзор» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://techrocks.ru/2019/02/16/c-sharp-programming-language-overview/ (дата звернення: 06.11.2022).

5. Електронна стаття «Работа с Visual Studio» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://professorweb.ru/my/csharp/charp_theory/level2/2_4.php (дата звернення: 06.11.2022).

ВИКОРИСТАННЯ РЕКУРЕНТНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАІЇ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ 2-ГО ТА 3-ГО ПОРЯДКУ

Федоренко М.О., Дудник О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Проблема зниження енерговитрат при управлінні технічними об'єктами має невідмінний характер. Актуальною є оптимізація перехідних процесів в об'єктах, що працюють у режимах частих пусків-зупинок, наприклад, у прокатних станах, екскаваторах тощо. Для використання алгоритмів оптимального управління потрібне знання параметрів цих об'єктів. Оскільки в процесі управління можливе коригування алгоритмів, то уточнення параметрів також повинно проводитись у реальному часі.

Існує ряд методів, що дозволяють визначати деякі параметри об'єкта перехідного процесу. Проте не всі параметри, що необхідні для розрахунку оптимальної траєкторії, можуть бути визначені при використанні цих методів. У цій роботі пропонується метод ідентифікації параметрів об'єкта, шляхом комбінації методів аналізу перехідного процесу [1] зі штучними нейронними мережами (ШНМ), які мають здатність до навчання. Слід наголосити, що таке навчання триває під час застосування складних керуючих дій, а не лише типових.

Пропонується використати у якості ШНМ рекурентну мережу Елмана. Її особливість у тому, що між ваговими коефіцієнтами мережі та параметрами об'єкта можна вивести однозначну математичну залежність. Таким чином, навчання мережі, що відбувається в процесі керування об'єктом, дозволяє постійно уточнювати параметри об'єкта та, за необхідності, коригувати алгоритм управління. Для прискорення навчання ШНМ застосовується метод, що ґрунтується на аналізі перехідного процесу, позаяк дає можливість встановити первинні значення вагових коефіцієнтів. Загальну схему, що реалізує ідентифікацію, наведено на рис.1.

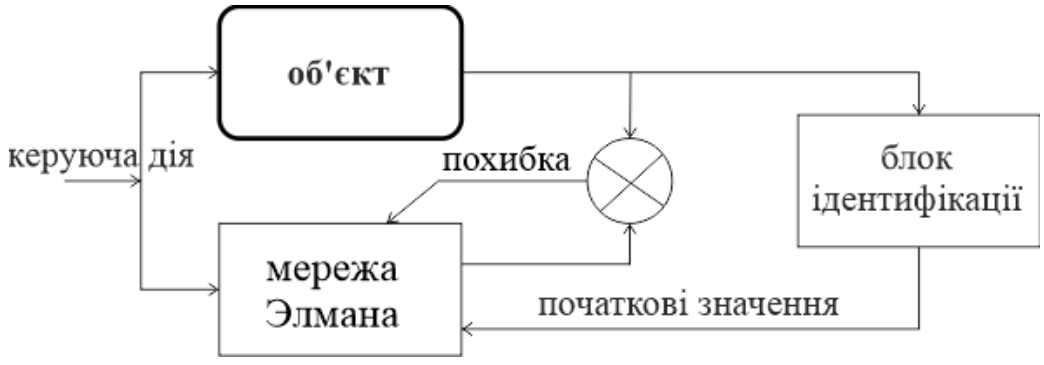


Рисунок 1– Структурна схема ідентифікації

Розглянемо використання схеми на прикладі двигуна постійного струму (ДПС). ШНМ має два входи (керуюча напруга та момент навантаження на валу) та два виходи (струм якоря та швидкість обертання валу). Мережа включає два нейрони, об'єднаних в прихований рекурентний шар з ваговими коефіцієнтами LWij (i – нейрон, на вхід якого подається сигнал, j - нейрон, з виходу якого подається сигнал) та одного зовнішнього шару, з коефіцієнтами IWij (i – нейрон, на вхід якого подається сигнал, j – вхід, з якого подається сигнал).

Між ваговими коефіцієнтами та параметрами ДПС існує така залежність [3]:

$$T_e = \frac{T}{1-LW_{11}};\quad J = -\frac{T}{IW_{22}};\quad R = \frac{1-LW_{11}}{IW_{12}};\quad c\Phi = -\frac{LW_{21}}{IW_{22}}, \tag{1}$$

де T – період дискретизації ШНМ, T_e – електромагнітна стала якорного ланцюга, J – наведений до валу двигуна момент інерції, R – активний опір ланцюга якоря, $c\Phi$ – добуток конструктивної постійної на номінальний магнітний потік.

Метод ідентифікації за перехідним процесом дозволяє отримати R, добуток $c\Phi$, електромагнітну постійну T_e та розрахувати електромеханічну постійну $T_M = \frac{JR}{c\Phi}$. У цьому разі використовується крива розгону. Слід особливо відзначити, що запропонований в [1] спосіб дозволяє визначити електромагнітну постійну ланцюга якорю на двигуні, що обертається. Доречі, ідентифікація постійних часу ведеться в два етапи: спочатку визначається T_M, а потім, шляхом підключення паралельно до об'єкта аперіодичного ланки 1-го порядку з постійною T_M розраховується і T_e. Після чого, користуючись (1) задаємо попередні значення коефіцієнтів ШНМ та уточнюємо їх у процесі навчання. Далі робимо зворотне перетворення (2) і отримуємо уточнені параметри об'єкта.

Література:

1. Соседка В. Л. Отчет по теме №622 "Разработка устройств для определения постоянных времени одноемкостных и двухемкостных звеньев систем автоматического регулирования", Днепропетровский горный институт, 1976 г., номер гос. регистрации №74042979.

2. Звягинцева Е.А. Дудник А.В. Применение рекуррентных нейронних сетей для идентификации параметров ДПТ. *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*. Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Автоматика и приборостроение. Харьков: НТУ «ХПИ». 2011. №57. с.92-96.

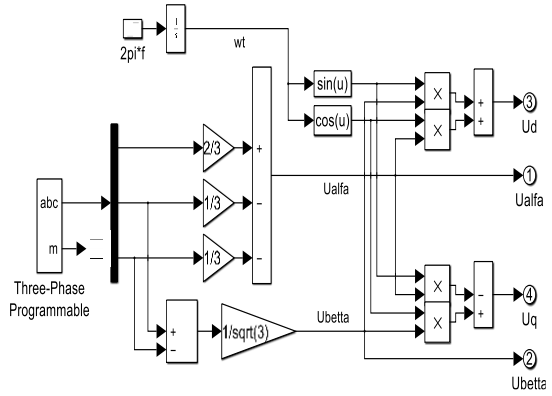
ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ФАЗНИХ НАПРУГ В ПАКЕТІ *SIMULINK MATLAB*

Шамардіна В.М., Земцова К.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

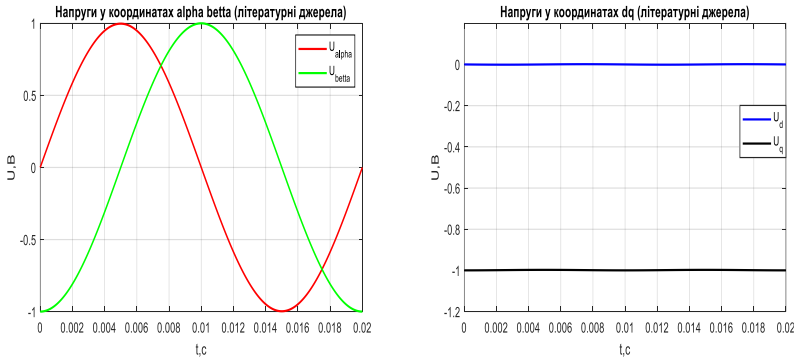
Комп'ютерне дослідження властивостей систем керування електроприводом змінного струму часто потребують використання моделей перетворювачів координат фазних напруг (ПКФН) 3/2 та 2/3, що дозволяє спростити систему диференціальних рівнянь електричної рівноваги статорних та роторних ланцюгів. В першому випадку перетворюються напруги з трифазної координатної системи (*a,в,с*) в напруги координатних систем α,β та *d,q*, у другому випадку – навпаки [1]. Наявність набору простих і адекватних моделей ПКФН дозволить суттєво полегшити процес моделювання в пакеті *Simulink Matlab* з урахуванням специфіки систем керування електроприводом. Багатоваріантність моделей ПКФН, наприклад, потрібна при розробці структурної моделі дводвигунного асинхронного електропривода з фазним ротором в режимі динамічного гальмування з самозбудженням.

Метою роботи є створення наочної моделі ПКФН до систем координат α,β та *d,q* і порівняння її з відповідними блоками пакету *Simulink Matlab*.

Запропонована модель ПКФН надана на рис.1. Відповідні блоки перетворювачів фазних напруг, запропоновані пакетом *Simulink Matlab*, представлені на рис. 2.

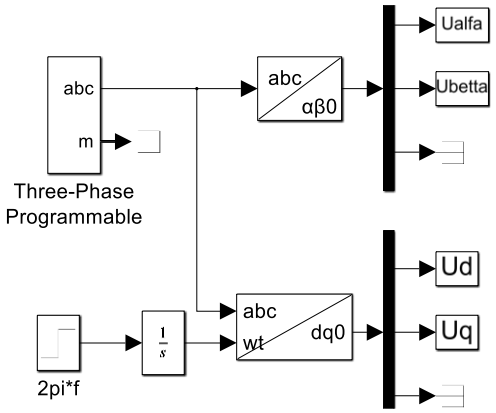


а)

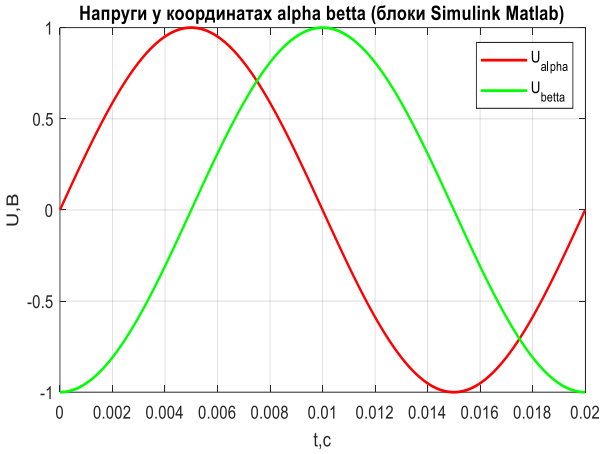


б) в)

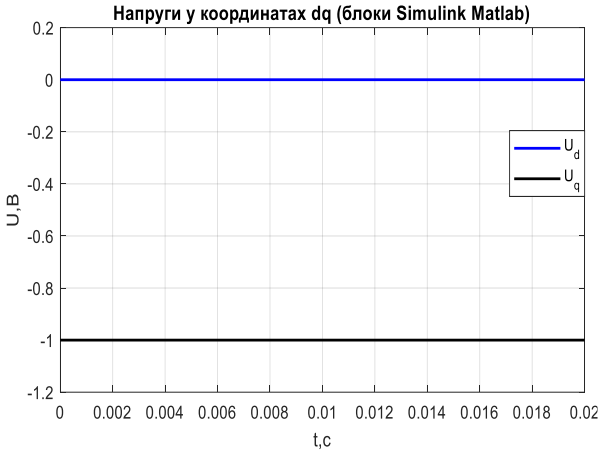
Рисунок 1 – а) розроблена модель ПКФН;
б), в) моделювання перетворення відповідно до системи координат α,β та *d,q*



а)



б)



в)

Рисунок 2 – а) модель ПКФН пакету *Simulink Matlab*;
б), в) моделювання перетворення відповідно до системи координат α,β та *d,q*

Висновки:

– розроблена модель ПКФН надає можливість власноруч корегувати математичну частину;

– модель ПКФН має наочність математичного опису перетворення;

– готові блоки ПКФН бібліотеки *Simulink Matlab* дозволяють моделювати без застосування теоретичних знань з перетворювачів фаз.

Література:

1. Терехин В.Б. Моделирование систем электропривода в *Simulink* (*Matlab* 7.0.1): учебное пособие Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 320 с.

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ МОСТОВОГО КРАНУ

Шамардіна В.М.[1)], Цвятко С.О.[2)]
[1)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61000, Харків, вул. Кирпичова, 2,
Vira.Shamardina@khpi.edu.ua
[2)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61000, Харків, вул. Кирпичова, 2,
Semen.Tsviatko@ieee.khpi.edu.ua

Дослідження перехідних процесів механізму пересування мостового крану (МПМК) неможливе без побудови його математичної моделі**,** яка достатньою мірою описує електромеханічну систему «асинхронний електропривод – металоконструкція – вантаж». Адекватність результатів математичного моделювання безпосередньо залежить від правильності вибору і складання розрахункової моделі.

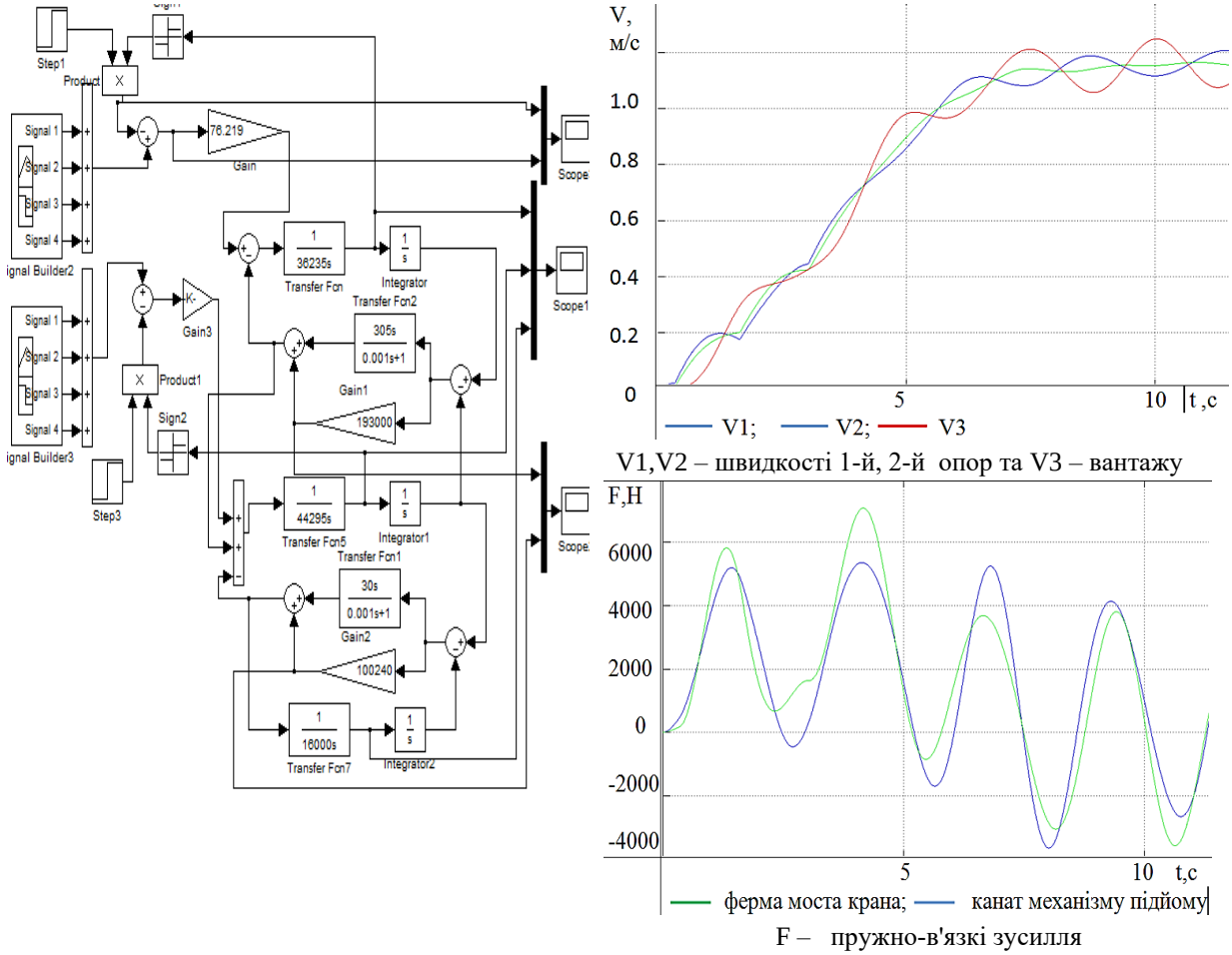
Для МПМК недоцільно користуватися одномасовою моделлю, що традиційно застосовується в теорії електроприводу, бо вона не враховує пружно-в'язкі властивості металоконструкції механізму і підвісу вантажу. Двомасова модель не враховує власних коливань мосту крана і її використання обумовлює суттєві похибки при визначенні горизонтальних динамічних навантажень металоконструкції крана. Тому обираємо трьохмасову динамічну модель [1] крана. Важливо враховувати, що особливості електромеханічної системи електроприводу МПМК значною мірою визначаються властивостями саме її механічної частини.

Метою роботи є створення структурної алгоритмічної моделі асинхронного електроприводу МПМК, яка дозволить досліджувати динамічні процеси в характерних режимах його роботи в Simulink/Matlab.

В запропонованої моделі рушійні зусилля приводу протилежних опор крану визначаються за статичними механічними характеристиками (СМХ) асинхронних електродвигунів (АД), що відображають залежності між усталеними значеннями частоти обертання і моменту двигуна, не враховуючі електромагнітні перехідні процеси (ЕМПП), які описуються складними нелінійними диференціальними рівняннями, розв’язання яких потрібує значних обсягів обчислювань. Тривалість ЕМПП в двигунах в порівнянні з тривалістю механічних перехідних процесів механізму є вкрай малою, тому з достатньою для інженерної практики точністю можна в моделі рушійну (або гальмівну) силу двигуна визначати за СМХ.

Розроблена структурна алгоритмічна схема (рис.1) комп’ютерного моделювання складається із блоків визначення за формулою Клосса СМХ приводних АД, блоків завдання моментів статичного опору руху опор крану, моделі трьохмасової механічної частини МПМК, блоків візуалізації

результатів моделювання. Апробація моделі виконана для мостового крану вантажопідйомністю Q = 16т; проліт L = 34,5 м; швидкість пересування $V_{кр}$ = 1,2 м/с; маса крана $m_к$ = 67240 кг (маса моста $m_м$= 22190 кг, маса візка $m_в$ = 8060 кг); приводні двигуни опор 4MTF(H)200L8 ($P_н$ = 15 кВт; $n_н$= 710 об/хв.). Результати моделювання – на рис.1.



Модель дозволяє оцінювати вплив різних факторів (неідентичності СМХ двигунів, довжини канатів, ваги вантажу, жорсткості металоконструкції крану, розміщення візка крану, сил зчеплення коліс з підкрановими рейками) на амплітуду коливань вантажу, швидкість загасання коливань, величину перекісних навантажень ферми моста крана.

Література:

1. Шамардіна В.М., Земцова К.О. Моделювання перекісних навантажень механізму пересування крану. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. за ред. проф. Сокола Є.І. Харків : НТУ «ХПІ». С.120.

REMOTE MONITORING OF CARDOIVASCULAR DISEASES: DEVELOPMENT STRATEGY

Jamal Wassim, Kostiantyn Kolisnyk
NTU "KhPI", Kharkiv, st. Kirpichova, 2
Email: noreply@emeaemail.teams.microsoft.com

Introduction.

In modern conditions, according to WHO, the proportion of cardiovascular diseases has increased significantly. And as a result, the need for the quantity and quality of services in their remote monitoring and therapy has increased.



Figure 1 – Heart holter

Along with this, rapid progress in information technology and medical sciences has led to the emergence of modern telemedicine tools for cardiac diagnosis and resynchronization therapy, which help control and maintain rhythm and prevent sudden cardiac death.

At the same time, the emphasis in personal health care has shifted from inpatient care to home care and eventually to out-of-hospital care. As such, usage and popularity is rapidly shifting from fixed medical devices and systems to portable and eventually wearable devices. First-generation devices required user interaction to acquire and record data that was processed offline, such as a heart Holter monitor used to monitor and record cardiac activity.

Implanted electronic cardiac devices (IECDs) include a broad spectrum of devices, such as pacemakers (PMs), implantable cardioverter defibrillators (ICDs), cardiac resynchronisation therapy (CRT) devices, implantable loop recorders (ILRs), and implantable hemodynamic monitors (IHMs). These devices are used to provide cardiac resynchronisation therapy, help maintain rhythm, and prevent sudden cardiac death [1].

1. General patterns of remote monitoring.

The heart of all these devices is a microprocessor with a miniature on-board power source. The microprocessor is programmed to collect data 24×7 and initiate the necessary action when it detects an event. For example, if the heart starts beating too fast, the device delivers a therapy to restore the normal heart rhythm.

The device, when implanted in a patient, needs regular monitoring. The patient has to make visits to the healthcare centre every three to six months to enable the healthcare team to check the device. During the visits, the data recorded by the device is downloaded to provide information regarding the significant

events that have occurred, such as device malfunction, arrhythmia, changes in hemodynamic status or inadvertent changes in programmed parameters.

This enables assessing the effects of the therapy as a part of a complete cardiac evaluation and optimisation of the device function.

With increasing number of patients and the cardiac related problems, visits are becoming a heavy burden on healthcare systems. Remote monitoring communicates the information from the implanted device without the patient physically visiting the centre while the patient stays connected to the healthcare centre all the time. In remote monitoring, the data collected is synchronised and shared by the device with a transmitter located near the patient. The transmitter communicates the data online to a secure portal accessible by the healthcare team.

2. The evolution of remote monitoring technology.

The first pacemaker was implanted in a human in 1958. The pacemaker did not last long but the patient lived to the age of 88 with as many as 26 pacemakers replaced one after the other in his lifetime. The modern era began in 1969 with the development of demand pacemakers, which generated a regular electrical pulse without variation on its own, on sensing that the heart was not beating regularly.



Figure 2 – MRI-compatible pacemaker

Initially, the pacemakers were able to pace only the ventricle. Next, the dual-chamber pacing, called physiologic pacing, was developed that could pace both the atrium and the ventricle. These pacemakers paced at a fixed rate without increasing the heart rate with the increased activity. The present-day ‘rate responsive pacemakers’ are able to increase the heart rate with increased activity.

Later, other implantable cardiovascular devices were developed to restore normal cardiac activation sequence and/or detect and treat a malignant arrhythmia. The need for remote monitoring was felt when the follow-up procedure became overwhelmingly resource-consuming and demanded differentiated human and technical resources. Moreover, the long distance between the pacing centers and the population agglomerates posed various problems.

Initially, pacemaker connection monitoring device used was monitor, about recorded and by constantly The device evaluation of



transmitted data from a through telephone using the trans-telephonic (TTM) method. The TTM a 30-day looping event the size of a pager that captured irregular heartbeats tracking the heart rhythm. provided a rudimentary pacing and sensing function

and the patient was still required to make in-clinic visits.

The modern, reliable, safe, and secure devices became viable in the 1970s with the availability of the advanced IECD technology, compact longer lasting batteries, microprocessors with fast speeds, and improved analysis techniques and interpretation algorithms. Biotronik was the first company to market a wireless remote home monitoring system that was FDA-approved.

Later, other companies followed. Medtronic introduced CareLink in 2005, Boston Scientific brought out Latitude in 2006, and St. Jude started selling House Call in 2007.

Over the last few years, a number of advanced interpretation algorithms have emerged, improving the scope of analysis and diagnosis, and making the devices more and more complex.

3. Modern tendencies: ECG + Stethoscope.



Figure 4 – Using the kind ECG + digital stethoscope

An ECG captures heart function, while a stethoscope captures heart and lung sounds. The ECG is commonly used for patients with cardiac conditions like arrhythmias or coronary artery disease [2]. The stethoscope amplifies the internal sounds of the body, enabling the provider to capture heart, lung, and bowel sounds.

At home, the patient self-monitors the Eko, and the ECG or stethoscope reading is then sent directly to the clinician to review - this can be done in real-time via virtual visits, or saved in the portal for later clinical review. The DUO is an all-in-one cardiac assessment that allows providers to monitor their patient's heart and lung sounds from afar, enabling early detection and more personalized care delivery.

Conclusion.

Thus, the development of electronic technologies has radically changed the approach to monitoring and therapy of cardiovascular diseases. The main direction of this evolution is the complex miniaturization of autonomous telemedicine devices as part of specialized medical complexes [3].

References:

1. https://www.healthrecoverysolutions.com/blog/7-common-remote-patient-monitoring-devices

2. https://www.electronicsforu.com/technology-trends/tech-focus/remote-monitoring-cardiac-devices

3. Sokol Y., Kolisnyk K., Koval S., Penkova M. Providing Remote Monitoring of CVD in Specialized Medical and Diagnostic Complexes / 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. IFMBE, Moldova, Chisinau - 2022, #87, pp. 681–690.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС ЛАЗЕРНОЇ ХІРУРГІЇ

Баталія Б.О., М.Ф. Терещенко
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського,
03056, Київ, пр. Перемоги, 36, Email: ggchameleon@gmail.com

З кожним роком лазерна хірургія, все більше, займає лідируючі позиції серед методів оперативних втручань в патології новоутворень, венозні хвороби, операції на статевих органах, та інші тяжких хвороб, а також серед косметологічних процедур [1].

До переваг даного методу можна віднести: відсутність суттєвого дискомфорту чи болі, малий ризик отримання післяопераційних рубців, відсутність кровотеч під час проведення операцій, велика швидкість загоєння ран, та малий ризик інфікування організму під час виконання операції [2].

Існує велика кількість сучасних хірургічних лазерних апаратів. Серед них апарати таких фірм, як Quanta System, Medicalaser, Zemits, THEIA, EMS Beauty, та інші. Усі ці хірургічні лазерні апарати мають низку проблем, рішення яких зробило би безпечнішим проведення операцій для пацієнтів, а головне, дозволило б лікарям проводити операції в автоматизованому режимі. Сучасні апарати не мають всі можливості для оцінки рівню впливу лазера на біологічну тканину, а також не в повному обсязі враховують зміну градієнтів температури та рівня потужності лазерного випромінювання для ефективного впливу на біологічну тканину пацієнта[3].

Саме тому розробка автоматизованого комплексу лазерної хірургії (АКЛХ), який би вирішив згадані вище проблеми є досить актуальною у наш час.

Запропонована нами функціональна схема АКЛХ та її впровадження вирішує більшу частину згаданих проблем, приведена на рисунку 1.

Дана схема лазерної хірургічної системи дозволяє додатково реалізувати автоматизований режим роботи апарату, до якого лікар може перейти після ручного налаштування за власним бажанням з режиму ручного керування, за яке відповідає блок 3 ручного керування. Схема оснащена температурними сенсорами 6, які в автоматичному режимі виконують оцінку та обробку параметрів градієнту температури на біологічній тканині пацієнта, датчик визначення типу шкіри 8 виконує аналіз світло сприйняття шкіри. Дані отримані з вищезгаданих блоків передаються у мікропроцесор керування 2, а після надходження інформації про поверхню та геометричні характеристики оброблюваної області отримані за допомогою площинного сканера 7 та обробки їх у блоці автоматизованого керування 4, виконується налаштування параметрів лазера, корегуються його потужність, та вплив випромінювання на

поверхню біологічної тканини. Це все виконується в режимі реального часу, що зводить до мінімуму небезпеку перевищення критичної температури тканин пацієнта та доведення її до температурі при якій відбувається її пошкодження та відмирання.

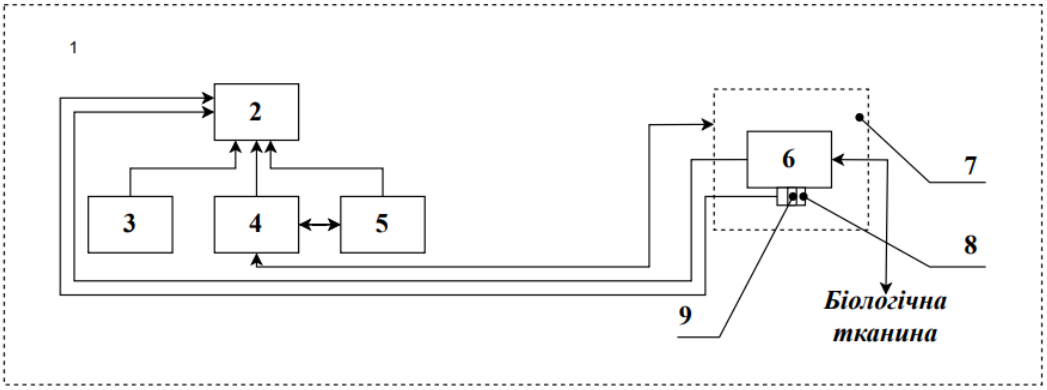


Рисунок 1 – схема автоматизованого режиму лазерного хірургічного апарату. 2 – мікропроцесор; 3 – блок ручного керування; 4 – блок автоматизованого керування; 5- аналізатор параметрів опромінювання; 6 – температурний сенсор; 7 – площинний сканер; 8 – датчики визначення типу шкіри; 9 – лазерний інструмент

Висновки: автоматизовані лазерні апарати є сучасними та ефективними системами для проведення хірургічних та косметологічних втручань, яки мають низку переваг над іншими системами. У той же час є і свої недоліки, серед яких основними можна назвати неможливість автоматичної корекції потужності лазера враховуючи температуру біологічної поверхні, її тип та геометричні характеристики. У даній роботі запропонована модифікація АКЛХ, яка дозволяє автоматизувати хірургічну лазерну систему та вирішити поставлені проблеми.

Література:

1. Терещенко М. Ф., Якубовський С. П.Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об’єкт лазерним випромінюванням. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування*. 2012. №44. С. 90–97.

2. G. Tymchik, M. Tereshchenko, M. Pechena, “Monitoring of temperature changes during laser therapy”, Bulletin of National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Series: Instrumentation. – 2014. Issue 47. – pp.156-162

3. Комарова О., Холін В., Терещенко М. та ін. Волоконно-оптичний малоінвазивний дифузний розсіювач на оптичному волокні для внутрішньотканинного лазерного впливу. *Оптоелектронні інформаційно-енеретичні технології*. 021. № 1. С. 39-46.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ ОБЛИЧЧЯ НА ОСНОВІ ОЦІНКИ СКЛАДНОСТІ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Бондарев В.Р., Іванько К.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського,
Київ, пр. Перемоги 37, E-mail: slbondarev22@gmail.com

Метою роботи є оцінка складності алгоритмів машинного навчання і обробки зображень в задачі ідентифікації особи за зображенням обличчя, а також навчання класифікаторів на основі отриманих даних. Для оцінки складності алгоритмів використовувалися поняття обчислювальної та часової складності алгоритму за правилами “Big O”. Часова складність визначається кількістю операцій, які необхідно виконати алгоритму для обробки вхідних даних. Обчислювальна складність визначається функцією, яка показує, наскільки погіршується робота алгоритму з ускладненням поставленого завдання [1].

Слід зазначити, що на результуючу ефективність побудови класифікатора суттєво впливає формат вхідних даних, який може помітно відрізнятися від обраних алгоритмів обробки зображень, що мають власну складність. Обсяг вхідних даних при обробці зображень визначається кількістю зображень та пікселів в кожному зображенні. Тому для зменшення об’єму вхідних даних були обрані алгоритмі переведення зображення з RGB формату у сірошкальне зображення, а також SVD розклад (Рис.1). Дані перетворення дозволили зменшити розмірність кожного зображення з матриці 960×1280×3 до матриці 1×135 байтів, що суттєво покращує результуючий час навчання класифікатора.

Задача класифікації відноситься до задачі машинного навчання із вчителем [2]. Були проаналізовані алгоритми лінійного дискримінанту та дерева рішень. На основі проведеного аналізу були побудовані класифікатори для вказаних алгоритмів із використанням 135 зображень. Результати навчання наведено в Таблиці 1. Відмінність в часі навчання алгоритмів відповідає проведеній в роботі оцінці складності і буде збільшуватись зі збільшенням кількості використаних зображень.

Таблиця 1.

Назва алгоритму	Точність класифікатора, %	Час навчання класифікатора, с
Лінійний дискримінант	94.1	9.21
Дерево рішень	80.7	8.69

Для вказаних алгоритмів був проведений аналіз впливу параметрів алгоритму на точність навчання. Слід зазначити, що зміна кількості навчальних циклів додає константу в формули оцінки складності і може бути спростована за правилами “Big O”, проте впливає на результуючу точність та час навчання. Приклад аналізу зазначений на Рис. 2. Фінальні показники точності склали 95.1% і 82.4% відповідно.



Рисунок 1 – Зображення перших дев’яти власних облич

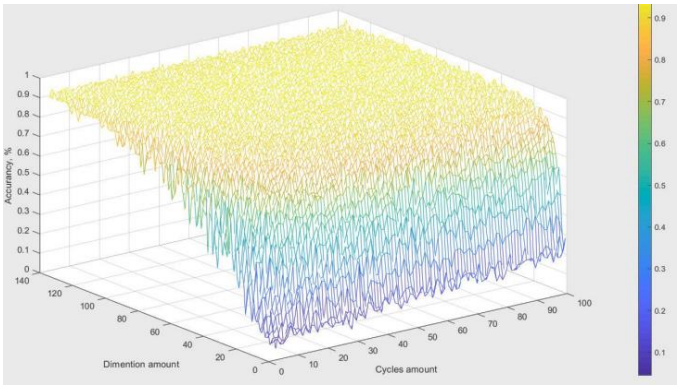


Рисунок 2 – Вплив параметрів алгоритму на точність навчання

Висновок: Результати аналізу і навчання класифікатора показують, що підхід до вирішення задачі ідентифікації особи за зображенням обличчя методами машинного навчання слід обирати виходячи із поставлених цілей. Так, якщо стоїть необхідність аналізу великого об’єму зображень, алгоритм дерева рішень є більш пріоритетним через меншу складність, проте алгоритм лінійно дискримінанту має більшу точність.

Література:

1. Кормен, Томас Х. та інш. Алгоритми: побудова та аналіз, 2005.

2. Mohri, M. Foundations of Machine Learning / Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, Ameet Talwalkar. – The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2012. 27 p.

МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПАТОГІСТОЛОГІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ

Вознюк Т.Р., Іванько К.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського,
Київ, пр. Перемоги 37, E-mail:voznyuk.trs@gmail.com, koondoo@gmail.com

Метою роботи є розробка алгоритму класифікації типу пухлин молочної залози з використанням методів машинного навчання для покращення діагностики за ознаками ядер клітин. Новоутворена пухлина може бути доброякісною або злоякісною. Безпосередньо раком вважається злоякісний тип пухлини, де ракові клітини поширюються на здорові тканини, створюючи нові ураження. У доброякісних пухлин розвиток повільніший, вони мають чіткі межі та легші для лікування. До гістопатологічного зразку тканини молочної залози, яка уражена раковими клітинами, додають барвник для виділення ядер, після чого за допомогою цифрової камери, на яку подається проекція зображення, отриманого мікроскопом, отримується її цифрове зображення. Далі зображення проходить попередню обробку, метою якої є досягнення вищої точності подальшого визначення параметрів ядер клітин, таких як середній радіус, площа, периметр тощо [1]. Зображення перетворюється у сірошкальне, покращується контраст за допомогою гамма - корекції та виділяється зона інтересу для розрахунку параметрів (рис.1).

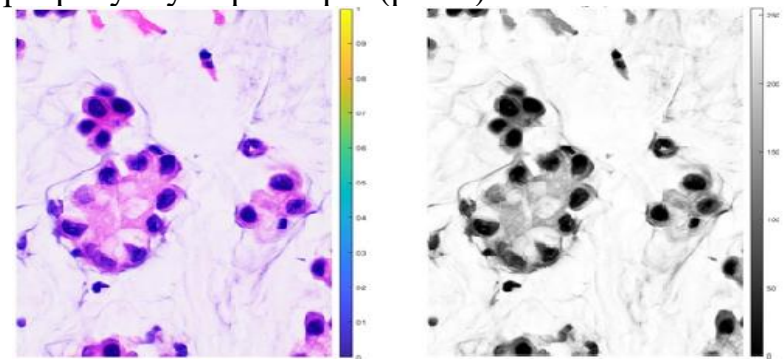


Рисунок 1 – Обробка зображення гістопатологічного зразку

У роботі проводиться машинне навчання з використанням даних зразків з відомим діагнозом з бази даних Breast Cancer Wisconsin Diagnostic Dataset [2], яка містить параметри ядер із мітками, що описують їх значення як ті, що характерні для того чи іншого діагнозу. Датасет містить 569 зразків, з них 357 відповідають доброякісним пухлинам молочної залози та 212 злоякісним. Визначення якості отриманих в результаті машинного навчання моделей проводилося з використанням методу кросвалідації з поділом набору даних на 10 частин. Для знаходження найкращої моделі машинного навчання у середовищі Matlab було розроблено програму для

реалізації низки методів класифікації, серед яких дерева рішень, лінійний та квадратичний дискримінантний аналіз, логістична регресія, метод опорних векторів із різними ядерними функціями, метод найближчих сусідів із різною кількістю найближчих сусідів та ансамблеві методи машинного навчання (табл.1).

Таблиця 1.

Класифікатор	Точність класифікації (% вірно визначених зразків)
Дерева рішень	92,3 (доброякісні-94, злоякісні -91)
Логістична регресія	95,9 (доброякісні-97, злоякісні -92)
Метод опорних векторів	96,3 (доброякісні-98, злоякісні - 93)
Метод k найближчих сусідів	94,4 (доброякісні-97, злоякісні -91)
Випадковий ліс	94,9 (доброякісні-95, злоякісні -95)
Лінійний дискримінантний аналіз	95,1 (доброякісні-99, злоякісні -87)
Квадратичний дискримінантний аналіз	94,9(доброякісні-97, злоякісні -92)

Обрано найбільш оптимальну модель на основі методу опорних векторів з використанням квадратичної ядерної функції. Ця модель дозволила отримати загальну точність класифікації 96.3%, вірно визначити 98% доброякісних пухлин та 93% злоякісних. Також розроблено графічний інтерфейс, за допомогою якого спеціаліст має змогу завантажити зображення досліджуваного зразку, провести попередню обробку, класифікацію та отримання висновку щодо типу пухлини.

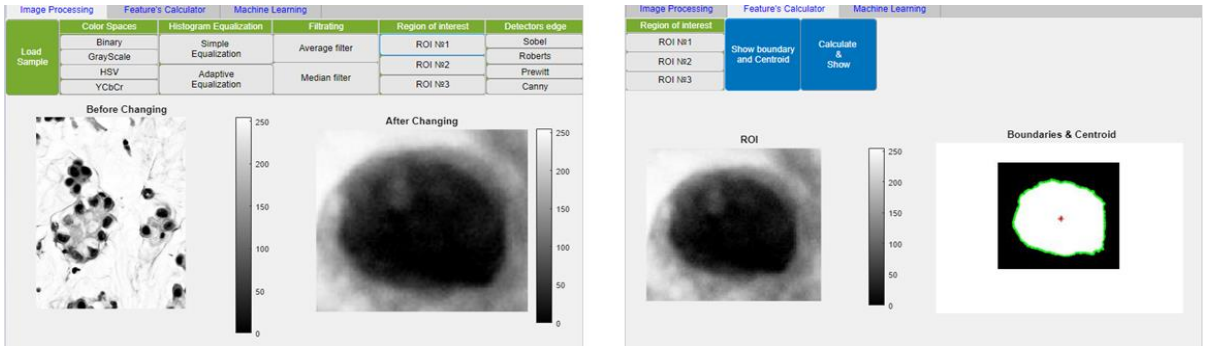


Рисунок 2 – Розроблений графічний інтерфейс

Висновок: Результати машинного навчання показали, що найкращі результати класифікації пухлин на доброякісні та злоякісні дозволила отримати модель на основі методу опорних векторів. При цьому у всіх моделей була тенденція до вищого відсотка вірно визначених зразків доброякісних пухлин порівнянно зі злоякісними.

Література:

1. Rabiei R. Et al. Prediction of Breast Cancer using Machine Learning Approaches. J Biomed Phys Eng. 2022 Jun 1;12(3):297-308.

2. https://www.kaggle.com/uciml/breast-cancer-wisconsin-data

СИСТЕМА АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОЇ ДЕРМАТОСКОПІЇ У ВЕТЕРИНАРІЇ

Ісаєва О. А., Аврунін О. Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, проспект Науки, 14, Харків, Харківська область, 61166
E-mail: olha.isaieva@nure.ua

В роботі розглядаються питання можливості дослідження шерсті тварин за допомогою методів сучасної ультрафіолетової (УФ) дерматоскопії. Запропонований автоматизований аналіз дерматоскопічних зображень для виявлення деяких патологічних змін на шерсті тварин.

Метод ультрафіолетової (УФ) дерматоскопії являє собою оцінку шкірного покриву в реальному масштабі часу за допомогою використання апарату SkinScope, підключеної камери Sony до цього приладу і передачі дермоскопічних зображень для подальшої обробки програм телефону або на програмні засоби комп'ютера [1]. Метод УФ-відеодерматоскопії дозволяє за кольором і формою поверхні шкіри визначити деякі патологічні стани [2].

Оцінка шкірного стану проводиться лікарями-фахівцями дерматологами чи косметологами, які безпосередньо після збору даних та визначення патологій підбирають необхідний догляд. Крім того, що із захворюванням шкірного покриву стикаються люди, необхідно пам'ятати і про тварин. Група шкірних захворювань у таких тварин, як собаки і кішки, досить широка, тому симптоми можуть бути різні. Власники зазвичай звертають увагу на запалені ділянки, інтенсивне випадання шерсті, свербіж. Найпоширеніша патологія у тварин це алопеція, яка випаданням шерсті [3].

Тому, метою роботи розробка системи аналізу зображень для використання методу УФ-дерматоскопії у ветеринарії.

Результати дослідження. Для експерименту ми досліджували кішку віку п'яти років. Процедура обстеження триває близько хвилини. За цей час здійснюється відеореєстрація зображення, яке потім передається на мобільні пристрої, чи персональний комп'ютер. УФ-дерматоскопічні зображення, що отримали під час дослідження, містять різний окрас окремих областей у залежності від властивостей поверхні, що може бути ознакою окремих функціональних, або паразитарних захворювань. Так, на рисунку 1,а можна помітити в області носа кішки та під очима біле свічення, яке може означати сухість цієї ділянки. Крім дослідження шкірного покриву чи шерсті тварини, також можливе використання методу УФ-відеодерматоскопії при дослідженні стану зубів у тварин (рис. 1, б).

В ветеринарії при УФ-дослідженні шерсті тварин зображення мають високочастотний муар-компонент, який можливо усунути низькочастною фільтрацією. Далі необхідно провести багатозначну сегментацію досліджуваних областей за їх кольоровими показниками, розрахунки

властивостей отриманих ділянок і їх відповідність окремим патологічним станам [4].



а) б)

Рисунок 1 – Дослідження кішки за допомогою методу відеодерматоскопії: а – дослідження шкірного покриву кішки, б – дослідження зубів кішки

Висновки. Розроблення системи аналізу УФ-дерматоскопічних зображень у ветеринарії розширяє можливості методів дослідження шерсті домашніх тварин та дозволить збільшити ефективність і своєчасно виявляти причини патологій. Перспективою роботи розробка автоматизованої системи УФ-дерматоскопії в ветеринарії з урахуванням особливостей при отриманні зображень та реалізацією відповідних алгоритмів аналізу діагностичної інформації.

Література:

1. Avrunin O., Klymenko V., Trubitcin A., Isaeva O.Development of Automated System for Video Intermatoscopy. *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.

2. Исаева О. А., Аврунин О.Г. Разработка автоматизированной системы для видеодерматоскопии : Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. Харків: ХНУРЕ. 2019. С. 165– 66.

3. Исаева О.А., Аврунин О.Г. Использование ультрафиолетовой видеодерматоскопии для животных: Матеріали 25-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті», Том 1. Харків, ХНУРЕ, 2021. С. 123-124.

4. Ісаєва О. А. Розробка системи аналізу зображень ультрафіолетової дерматоскопії у ветеринарії / О. А. Ісаєва, Є. А. Чугуй, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. С. 891.

РЕГУЛЮВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ОПРОМІНЮЮЧИХ СИСТЕМ СВІТЛОДІОДНОЇ ТЕРАПЕВТИЧНОЇ АПАРАТУРИ

Кіпенський А.В., Куліченко В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків 61002, Україна,
E-mail: kulichenko.viacheslav@gmail.com

В останні десятиліття світлодіодна терапевтична апаратура почала широко використовуватись у медичній практиці. Для досягнення потрібних терапевтичних ефектів опромінення пацієнтів зазвичай проводиться в безперервному або імпульсному режимах, зі зміною спектра електромагнітного випромінювання (ЕМВ), його інтенсивності та частоти модуляції. Опромінюючі системи (ОС) світлодіодної апаратури для проведення загальних та комплексних процедур зазвичай містять до декількох тисяч випромінюючих діодів (світлодіодів) з різними спектрами випромінювання. Спрямоване опромінення пацієнта досягається за рахунок того, що ОС виконується у вигляді деякої сукупності випромінювачів, які в залежності від необхідності розташовуються вздовж тіла пацієнта або довкола нього. У кожному випромінювачі світлодіоди поєднують у світлодіодні групи (СДГ), найчастіше за спектром ЕМВ.

Для забезпечення широких функціональних можливостей світлодіодних терапевтичних апаратних комплексів їх реалізація найбільш доцільна за модульним принципом з перенесенням частини функцій управління безпосередньо у випромінювачі [1]. Структурну схему такого комплексу наведено на рис. 1.

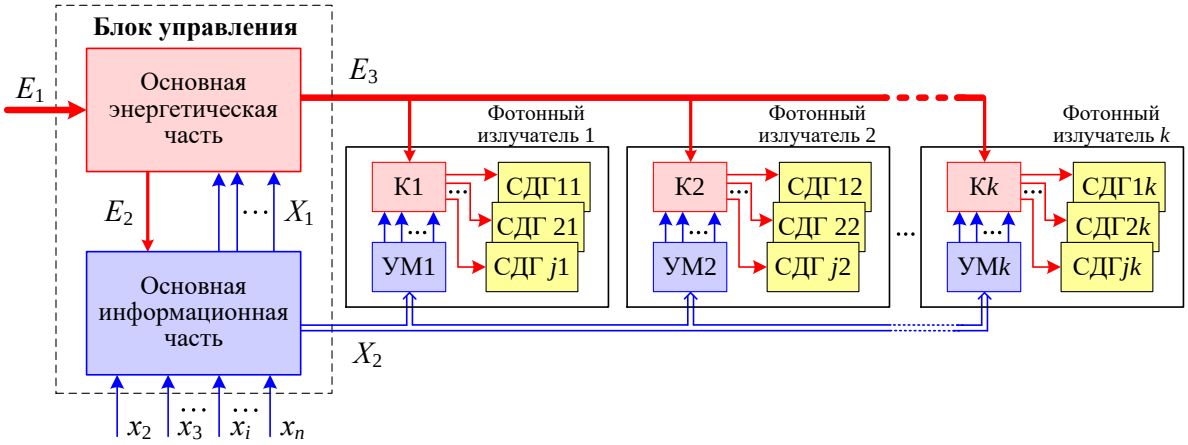


Рисунок 1 – Апаратний комплекс для світлодіодної терапії

У структурі комплексу можна виділити блок управління (БУ) і кілька фотонних випромінювачів, які утворюють ОС. У свою чергу, БУ включає

енергетичну (ЕЧ) та інформаційну (ІЧ) частини, а кожен фотонний випромінювач – по кілька світлодіодних груп (СДГ), багатоканальний (за кількістю СДГ) комутатор (К) та управляючий модуль (УМ). Управління енергетичною частиною здійснюється сигналами X_1, які формує інформаційна частина з урахуванням сигналів завдання та сигналів зворотних зв'язків про стан та процеси в електричній мережі, в енергетичній частині, в організмі людини і т.і. (x_2, x_3, x_i, x_n).

Енергія E_1 для забезпечення роботи комплексу надходить з електричної мережі. В ЕЧ БУ ця енергія перетворюється та поділяється на декілька потоків. Енергетичний потік E_2 направлений в ІЧ БУ та забезпечує її функціонування. Енергетичний потік E_3 розподіляється між СДГ фотонних випромінювачів, у відповідність до стану ключів комутаторів (К1 – Кk). Функцію управління цими ключами здійснюють відповідні модулі управління (УМ1 – УМk), які з'єднані шиною з основною інформаційною частиною БУ. При цьому по шині може бути переданий код X_2, що містить адресу модуля, номер режиму роботи та його параметри, а відпрацювання заданого режиму буде здійснюватися самими модулями, що синхронізовані основною ІЧ блоку управління.

Регулювання інтенсивності ЕМВ у такому комплексі може бути дискретним чи безперервним (у разі цифрового управління – квазібезперервне регулювання). Дискретне регулювання інтенсивності досягається з допомогою включення різної кількості СДГ. Нехай ОС містить k фотонних випромінювачів, у кожному з яких j СДГ. Очевидно, що при цьому загальна кількість СДГ у всіх випромінювачах складатиме $N = kj$. Отже мінімальний крок квантування інтенсивності випромінювання ОС визначатиметься номінальною інтенсивністю випромінювання однієї СДГ, тобто. $I_{\text{ОСmin}} = I_{\text{іном}}$ (за умови, що номінальні значення інтенсивностей випромінювання всіх світлодіодних груп однакові $I_{1\text{ном}} = I_{2\text{ном}} = I_{3\text{ном}} = ... = I_{N\text{ном}}$). Максимальне значення інтенсивності випромінювання ОС дорівнюватиме $I_{\text{ОСmax}} = NI_{\text{іном}}$. Нехай сигнал управління x_2 змінюється в деякому діапазоні $[X_{2\text{min}}, X_{2\text{max}}]$, якому має відповідати зміна інтенсивності випромінювання від мінімального значення до максимального. Очевидно, що при цьому $I_{\text{ОСmax}}/I_{\text{ОСmin}} = N$. Відповідність між керуючим сигналом та інтенсивністю ЕМВ ОС може в цьому випадку визначатися виразом

$$i_{\text{ОСд}} = \left\lfloor \frac{x_2}{X_{2\,\text{min}}} \right\rfloor I_{i\text{ном}} \ , \qquad (1)$$

де $\lfloor . \rfloor$ – округлення до найближчого меншого цілого.

На рис. 2, *а* наведено графік залежності (1) на випадок регулювання інтенсивності випромінювання в три ступеня трьома СДГ ($I^*_{\text{ОС}} = i_{\text{ОС}}/I_{\text{ОСmax}}$; $N = 3$; $I_{\text{ОСmin}} = I_{\text{ОСmax}}/3$; $X_{2\text{min}} = X_{2\text{max}}/3$), при їх послідовному включенні:

– при $X_{2min} \le x_2 < 2X_{2min}$; $i_{OC1} = I_{1ном}$; $I^*_{OC1} = 1/3$;
– при $2X_{2min} \le x_2 < 3X_{2min}$; $i_{OC1} = I_{1ном} + I_{2ном}$; $I^*_{OC1} = 2/3$;
– при $x_2 = 3X_{2min} = X_{2max}$; $i_{OC1} = I_{1ном} + I_{2ном} + I_{3ном}$; $I^*_{OC1} = 1$.

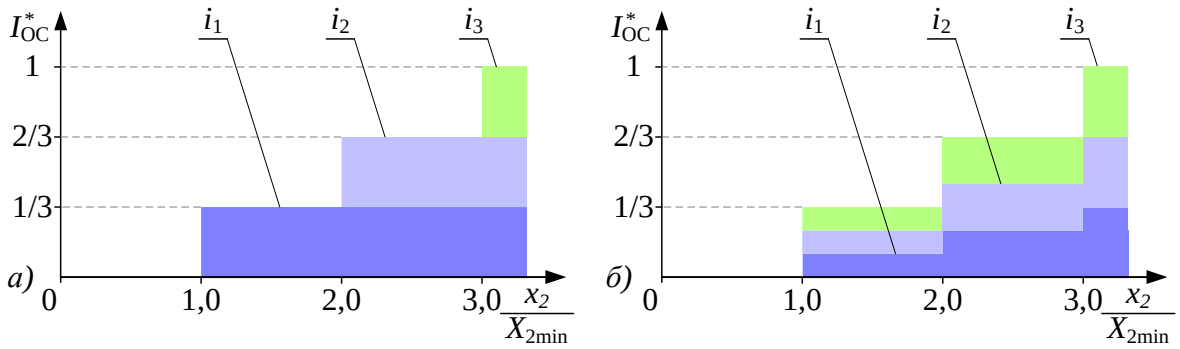


Рисунок 2 – Дискретне регулювання інтенсивності ЕМВ

На рис 2, *б* наведено графік залежності (1) при регулюванні інтенсивності випромінювання в три ступеня дев'ятьма СДГ, які згруповані по три СГТ у три групи ($N = 3$; $I_{OCmin} = I_{OCmax}/3$; $X_{2min} = X_{2max}/3$), при їх паралельному включенні:

– при $X_{2min} \le x_2 < 2X_{2min}$; $i_{OC2} = I_{1ном} + I_{2ном} + I_{3ном}$; $I^*_{OC2} = 1/3$;
– при $2X_{2min} \le x_2 < 3X_{2min}$; $i_{OC2} = 2(I_{1ном} + I_{2ном} + I_{3ном})$; $I^*_{OC2} = 2/3$;
– при $x_2 = 3X_{2min} = X_{2max}$; $i_{OC2} = 3(I_{1ном} + I_{2ном} + I_{3ном})$; $I^*_{OC2} = 1$.

Безперервне регулювання інтенсивності ЕМВ досягається за рахунок імпульсної модуляції напруги, що прикладається до кожної СДГ [2]. Такий спосіб дозволяє регулювати інтенсивність опромінюючої системи практично від нуля до деякого максимального значення, яке визначатиметься як сума інтенсивностей випромінювання всіх СДГ $I_{OCmax} = I_{1ном} + I_{2ном} + I_{3ном} + \ldots + I_{Nном}$. Для забезпечення такого регулювання інтенсивності випромінювання, керуючий сигнал повинен змінюватися в деякому діапазоні $(0, X_{2max}]$. При цьому залежність інтенсивності випромінювання ОС від управляючого сигналу матиме вигляд

$$i_{OCн} = \left(\frac{x_2}{X_{2\,max}} \right) I_{OC\,max}. \qquad (2)$$

При безперервному регулюванні інтенсивності випромінювання декількох світлодіодних груп за умови їх послідовного включення необхідно весь діапазон зміни управляючого сигналу розділити на піддіапазони, кількість яких буде дорівнювати кількості СДГ. Оскільки зв'язок між керуючим сигналом та інтенсивністю випромінювання ОС лінійний (2), ширина всіх піддіапазонів має бути однаковою.

На рис. 3, *а* наведено графік залежності (2) для безперервного регулювання інтенсивності випромінювання трьох світлодіодних груп при їх послідовному включенні:

– при $0 < x_2 < X_{2max}/3$ $i_{ОС3} = I_{1ном}(x_2/X_{2max})$;

– при $X_{2max}/3 \le x_2 < 2X_{2max}/3$ $i_{ОС3} = I_{1ном} + I_{2ном}(x_2/X_{2max} - 1/3)$;

– при $2X_{2max}/3 \le x_2 \le X_{2max}$ $i_{ОС3} = I_{1ном} + I_{2ном} + I_{3ном}(x_2/X_{2max} - 2/3)$.

На рис. 3, *б* наведено графік залежності (2) для безперервного регулювання інтенсивності випромінювання трьох світлодіодних груп за їх паралельного включення. Інтенсивність випромінювання ОС у цьому разі може бути визначена як

$$i_{ОС4} = \frac{x_2}{X_{2\,max}} \sum_{i=1}^{N} I_{iном}.$$

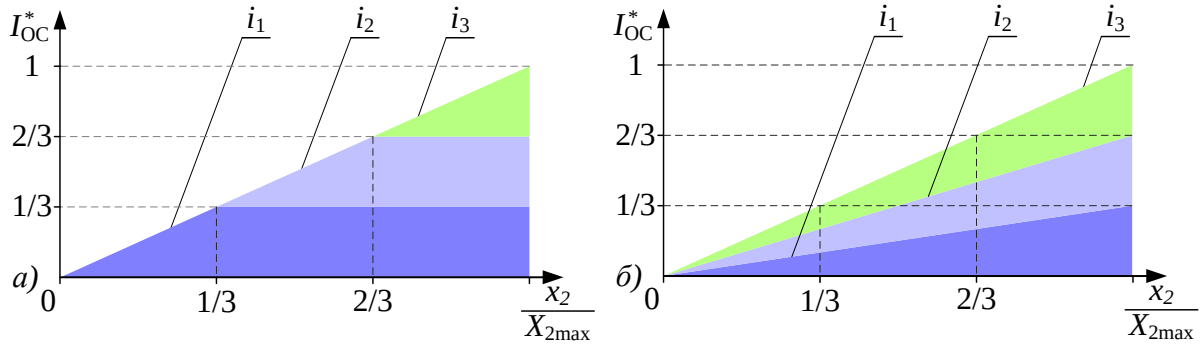


Рисунок 3 – Безперервне регулювання інтенсивності ЕМВ

Порівняльний аналіз розглянутих варіантів регулювання інтенсивності електромагнітного випромінювання опромінюючих систем світлодіодних терапевтичних апаратів дозволяє зробити такі висновки:

– дискретні варіанти регулювання прийнятні лише в тих випадках, коли кожному кроку квантування буде відповідати така кількість світлодіодних груп ОС (з урахуванням розташування до тіла пацієнта), яких буде достатньо для опромінення всіх ділянок тіла пацієнта;

– вибір варіанта безперервного регулювання більшою мірою залежить від призначення процедури світлодіодної терапії. Якщо необхідно реалізувати, наприклад, режим сканування інтенсивності випромінювання, кращим є другий варіант безперервного регулювання. У тих випадках, коли регулювання необхідне для реалізації режиму біосинхронізації, перевага може бути віддана першому варіанту.

Література:

1. Сокол Е.И., Кипенский А.В.,. Куличенко В.В и др. Аппарат для комплексной фототерапии с расширенными функциональными возможностями. *Технічна електродинаміка*. Київ: ІЕД НАНУ. 2010. Ч.1. Тематичний вип. С.278–282.

2. Кипенский А.В. Цифро-импульсные преобразователи в системах модуляции электромагнитных излучений терапевтических аппаратов : *Сб. науч. тр. Международной конф. «СВЧ и оптоэлектроника»*. Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ. 2005. Т. 5. С. 217–220.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ХВОРОБИ КРОНА (METRIC)

Любивая О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
61166, м. Харків, проспект Науки, 14,
E-mail: oleksandra.liubyvaia@nure.ua

Відомо, що для діагностування хвороби Крона найчастіше використовуються методи магнітно-резонансної ентерографії (МРЕ) та ультразвукового дослідження (УЗД), проте їх порівняльна точність для оцінки ступеня та активності захворювання достовірно невідома. тому завданням цієї роботи було проведення багатоцентрового дослідження пацієнтів на базі 8 британських лікарень. Прийняті пацієнти були віком від 16 років, із нещодавно діагностованою хворобою Крона або зі встановленим захворюванням і підозрою на рецидив. Основним результатом була різниця в чутливості кожного пацієнта щодо ступеня захворювання тонкої кишки (правильна ідентифікація та сегментарна локалізація) порівняно з еталонним стандартом конструкції (панельна діагностика). Це дослідження зареєстровано в Міжнародному стандартному рандомізованому контрольованому дослідженні під номером ISRCTN03982913 і було завершено.

МРЕ і УЗД мають високу чутливість для виявлення наявності захворювання тонкої кишки, і обидва є дійсними дослідженнями першої лініїта життєздатною альтернативою ілеоколоноскопії.

Візуалізація тонкої кишки є фундаментальною для всебічного фенотипування хвороби Крона та важливою для визначення терапевтичної стратегії. Барієва флюороскопія протягом тривалого часу була основою дослідження тонкої кишки, забезпечуючи детальну оцінку слизової оболонки. Однак за останні 5-10 років ентузіазм зменшився, барієва флюороскопія все частіше замінюється поперечним зображенням, а саме комп'ютерною томографією (КТР), магнітно-резонансною ентерографією (МРЕ) та ультразвуком. Прихильники візуалізації поперечного перерізу підкреслюють, що ці методи оцінюють стінку кишки та за її межами, доповнюючи ендоскопічну візуалізацію.

Серед доступних методів перевагу надають МРЕ та ультразвуку, оскільки вони дозволяють уникнути опромінення, як правило, молодих пацієнтів, які потребують повторної візуалізації [1-7].

Поперечне зображення є фундаментальним для діагностики та лікування хвороби Крона та замінює барієві флюороскопічні методи, які протягом багатьох років були основою візуалізації тонкої кишки. Однак, поширення поперечної візуалізації відбулося, незважаючи на нестачу підтверджуючих даних перспективних багатоцентрових досліджень, у яких

брали участь пацієнти із 8 британських лікарень. Основна увага приділяється магнітно-резонансній ентерографії (МРЕ) та кишковому ультразвуку, оскільки вони дозволяють уникнути іонізуючого випромінювання. Клінічне впровадження ультразвуку ускладнюється через занепокоєння щодо діагностичної точностіта сприйманого високого рівня варіацій між спостерігачами [1-7].

Література:

1. Місоченко С. Ю., Селіванова К. Г., Аврунін О. Г. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. С. 902.

2. Старенький В. П., Авер'янова Л. О., Васильєв Л. Л., Орлова Ю. О. Аналіз інформаційних і технічних можливостей сучасних систем планування дистанційної радіотерапії. *Клиническая информатика и телемедицина*. 2011. Т. 7. Вып. 8. С. 79-82.

3. O. Avrunin, L. Aver'yanova, V. Golovenko, O. Sklyar E-Learning of Functioning Principles Medical Intrascopy Systems//2-th International Conference "Modern (e-) Learning", July, 2007,Varna,Bulgaria, ITHEA SOFIA,- P.134-137.

4. O. Avrunin, L. Aver'yanova, V. Golovenko, O.Sklyar The experience software-based design of virtual medical in trascopy systems for simulation study International Journal. *Information Technologies and Knowledge*. 2008. Vol.2. P. 470–474.

5. Tymkovych M, Gryshkov O, Avrunin O, Selivanova K, Nosova Y, Mutsenko V, et all. Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. In: Jarm T, Cvetkoska A, Mahnič-Kalamiza S, Miklavcic D. (eds) 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol. 80. Springer, Cham.

6. Selivanova KG, Avrunin OG, Tymkovych MY, Manhora TV, Oleh S, Bezverkhyi OS, et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations using computer vision techniques. Przeglad Elektrotechniczny. 2021;97(9): 30-3.

7. M. Tymkovych, K. Selivanova, O. Avrunin and O. Gryshkov, "Detection of Chest Deviation During Breathing Using a Depth Camera," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 85-88.

ВИЯВЛЕННЯ ОЗНАК ТАХІАРИТМІЙ ШЛЯХОМ ВЕЙВЛЕТ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ

Мневець А.В., Іванушкіна Н.Г.
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423,
E-mail: amnevec-ee22@lll.kpi.ua, niva-ee@lll.kpi.ua

Тахіаритмії є патологічними станами серцево-судинної системи, які характеризуються підвищенням серцевого ритму, що визвано порушеннями провідної системи та серцевою недостатністю.

Синдром Вольфа Паркінсона Вайта (WPW) не є небезпечною для життя патологією на ранніх стадіях, але без належного лікування може стати причиною розвитку екстрасистолії, мерехтіння та тріпотіння передсердь.

Головною причиною синдрому WPW є наявність додаткового провідного шляху між передсердям та шлуночком, що призводить до перезбудження шлуночків та як наслідок формування дельта хвилі - передчасного збудження шлуночків, яке передує основному піку R на ЕКГ.

Фібриляція передсердь та миготлива аритмія характеризується активністю серця з частотою 6-12 Гц та наявністю f – хвилі на ЕКГ [1].

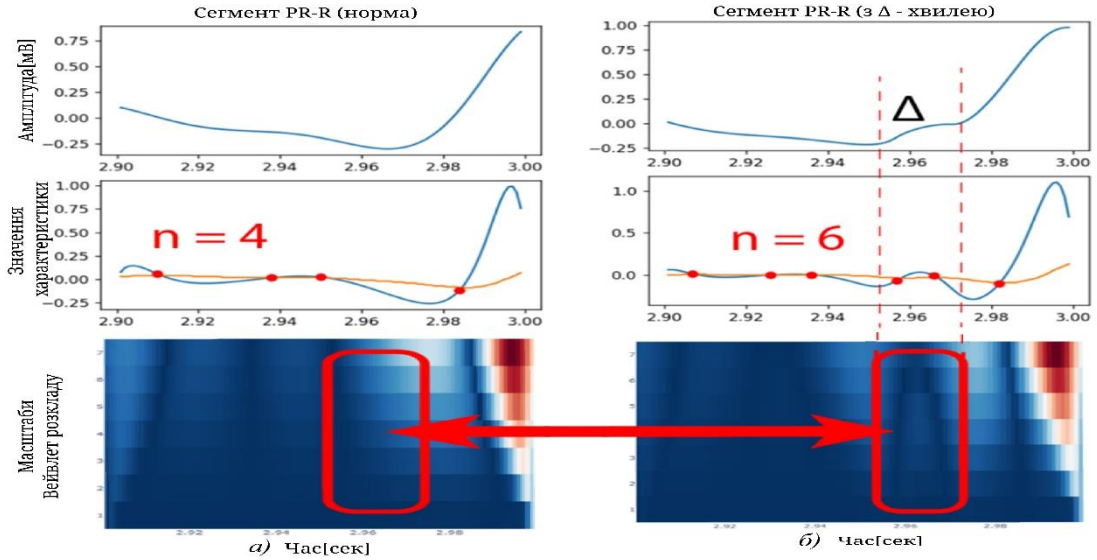


Рисунок 1 – Характеристична лінія масштабних коефіцієнтів та вейвлет розклад сегменту PR ЕКГ: *а*) без Δ – хвилі; *б*) з Δ – хвилею.

Основою запропонованого методу є застосування безперервного вейвлет перетворення та побудови характеристичної лінії масштабних коефіцієнтів. Характеристична лінія сформована як середнє арифметичне значень 1-8 масштабних коефіцієнтів вейвлет перетворення з вейвлетом Рікера [2]. Застосування масштабної характеристики з наявною Δ – хвилею

(рис. 1), яка має більше перегинів (6), що відображає наявність додаткового піку на вейвлет розкладі у відповідному часовому діапазоні, збільшує роздільну здатність відображення сигналів.

Для обчислення кількості перегинів до масштабної характеристики застосовується фільтр «ковзне середнє» з нульовою фазою з вікном fs/20 відліків, де fs – частота дискретизації сигналу [3]. Далі шукається кількість перетинів відфільтрованого сигналу з вихідною характеристикою.

Також для оцінки ступеня коливального процесу пропонується обрахування характеристичного коефіцієнту на прикладі f – хвилі.

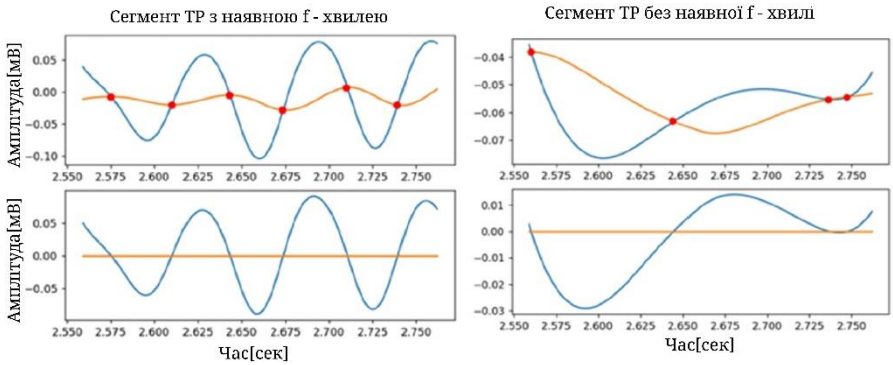


Рисунок 2 – Отримання характеристичного коефіцієнту перегинів

Характеристичний коефіцієнт обраховується за формулою $C = n_{TP \cap TP_{WA}} * STD(TP - TP_{WA})$, де $n_{TP \cap TP_{WA}}$ – кількість перегинів вихідного сигналу, $STD(TP - TP_{WA})$ – стандартне відхилення різниці сегменту ТР та відфільтрованого сигналу (TP_{WA}). Результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку характеристичного коефіцієнту

Тип сигналу	$n_{TP \cap TP_{WA}}$	$STD(TP - TP_{WA})$	C
Норма	4	0,0142	0,0566
f- хвиля	6	0,0552	0,3312

Висновки. В результаті дослідження запропоновано кількісні та якісні показники для виявлення ознак небезпечних аритмій. Розглянуті методи можна адаптувати для виявлення інших патологічних сигналів.

Література:

1. Arrhythmia Essentials / N. Goldschlager et al. Elsevier - Health Sciences Division, 2016. 432 p.

2. PyWavelets: A Python package for wavelet analysis / G. Lee et al. Journal of Open Source Software. 2019. Vol. 4, no. 36. P. 1237.

3. Idris I. Python Data Analysis Cookbook. Packt Publishing - ebooks Account, 2016. 462 p.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У СТОМАТОЛОГІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПАТОЛОГІЙ ЗУБОЩЕЛЕПНОЇ СИСТЕМИ

Морус О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
61166 м. Харків, проспект Науки, 14, E-mail: oryna.morus@nure.ua

Жодне стоматологічне втручання не може вважатися адекватним без детального рентгенологічного моніторингу, що повною мірою стосується і дентальної імплантації. Планування дентальної імплантації можна сформулювати із результатів рентгенологічного обстеження, яке є найважливішою складовою передопераційної підготовки.

По-перше, це виявлення патології зубощелепної системи: запальних процесів, кіст, залишкових фрагментів коренів зубів, регенованих та дистопованих зубів, зон патологічної перебудови або неповного відновлення кісткової тканини.

По-друге, рентгенодіагностичні заходи повинні бути спрямовані на визначення об'ємних та якісних параметрів кістки: висоти, товщини, нахилу альвеолярного відростка, ширини зовнішньої та внутрішньої кортикальних пластин, протяжності дефектів зубних рядів, густинних характеристик кісткової тканини.

По-третє, щоб не порушити цілісності важливих анатомічних структур у зоні імплантації та не спровокувати пов'язані з цим ускладнення, необхідно уточнити їх топографію.

По-четверте, методи променевої діагностики дозволяють вибрати місця встановлення імплантатів, їх число, розмір і осьову орієнтацію і, отже, оптимальну ортопедичну конструкцію. Таким чином, методи рентгенодіагностики в стоматологічній імплантології повинні дозволяти активно оцінити місце передбачуваної імплантації в трьох вимірах - зовнішньо-внутрішньому, медіально-латеральному.

Застосування дентальної об'ємної томографії для діагностики патології твердих тканин щелепно-лицьової області вважається кращим. Дентальна об'ємна томографія незамінна при плануванні протезування на імплантатах та підготовленні певних рентгеноанатомічних особливостей будови зубощелепної системи та щелепно-лицьової області вдається уникнути ускладнень при виконанні хірургічних втручань та кістково пластичних операцій. При використанні дентальної об'ємної КТ у більшості випадків можлива більш достовірна оцінка ділянок деструктивних змін періапікальної області та тканин пародонту, ніж при традиційних рентгенологічних методиках.

Принципова відмінність спеціалізованих стоматологічних комп'ютерних томографів від послідовних і спіральних КТ полягає в наступному: по-перше, в даному випадку для сканування замість тисяч

точкових детекторів використовується один площинний сенсор, схожий на сенсор ортопантомографа; по-друге, промінь, що генерується, колімується у вигляді конуса. Тому в закордонній літературі цей вид томографії називають конусно-променевою. Спеціалізовані стоматологічні комп'ютерні томографи розраховані на детальне дослідження кісткової тканини щелепно-лицьової області та твердих тканин зубів. М'які тканини диференціюються лише конфігуративно.

На сучасному етапі для планування та передопераційної підготовки імплантологічного лікування застосовуються комбінації різних методів рентгенологічного обстеження, спіральної комп'ютерної томографії (СКТ): панорамна зонаграфія щелепно-лицевої області (ортопантомографія), трансверзальні томограми окремих зубощелепних сегментів, внутрішньоротова періапікальна рентгенографія в ізометричній проєкції, довгофокусна внуротова рентгенографія. СКТ надає можливість отримати більше діагностичної інформації в порівнянні зі звичайною КТ. При СКТ можлива реконструкція зображення в будь-якій заданій площині. Нові програмно-апаратні засоби дозволяють проводити постпроцесорну обробку даних [1-3].

Таким чином, впровадження в стоматологічну практику поєднання декількох діагностичних методів надає змогу використання різних режимів візуалізації, геометричних перетворень досліджуваних об'єктів, вимірювання їх основних геометричних характеристик для проведення хірургічних втручань [1-3].

Література:

1. Avrunin O, Tymkovych M, Drauil J. Automatized technique for three-dimensional reconstruction of cranial implant based on symmetry, Proceedings of the Information Technologies in Innovation Business Conference (ITIB). 2015. p. 39–42

2. Selivanova KG, Avrunin OG, Tymkovych MY, Manhora TV, Oleh S, Bezverkhyi OS, et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations using computer vision techniques. Przeglad Elektrotechniczny. 2021;97(9):30–3.

3. Tymkovych M, Gryshkov O, Avrunin O, Selivanova K, Nosova Y, Mutsenko V, et all. Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. In: Jarm T, Cvetkoska A, Mahnič-Kalamiza S, Miklavcic D. (eds) 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol. 80. Springer, Cham.

АНАЛІЗ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ХВОРОБИ ПАРКІНСОНА

Мушта С.А., Іванушкіна Н.Г., Іванько К.О.
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423,
E-mail: rene.balmen2208@gmail.com, n.ivanushkina@gmail.com,
koondoo@gmail.com

Метою роботи є розробка методики обробки біомедичних сигналів для виявлення хвороби Паркінсона. Хвороба Паркінсона (ХП) - це прогресуюче захворювання, яке вражає нервові клітини в головному мозку, що відповідають за рух тіла. Коли нейрони, що виробляють дофамін, гинуть, з'являються такі симптоми, як тремор, повільність, скутість і проблеми з рівновагою [1]. Заморожування ходи (ЗХ) - виснажлива нездатність продовжувати рух, одна із найважчих симптомів хвороби Паркінсона (ХП). Точне виявлення або прогнозування ЗХ має велике значення для оцінки та реабілітації пацієнтів з ХП [2].

На сьогоднішній день енцефалографія у діагностиці ХП не застосовується широко, однак на даний момент у нейрофізіології накопичилося достатньо доказів про те, що деякі класичні показники електричної активності мозку можуть бути використані як предиктори порушень, які виникають при ХП. Щоб підвищити точність виявлення та полегшити подальші дослідження, у роботі було використано мультимодальний набір даних Raw Data: Multimodal Dataset of Freezing of Gait in Parkinson's Disease (Мультимодальний набір даних про завмирання ходи при хворобі Паркінсона), що містить електроенцефалограми (ЕЕГ) та електроміограми (ЕМГ) [2]. Загалом 11 пацієнтів із ХП виконували фізичні вправи, після чого було зібрано дані загальною тривалістю 3 години 42 хвилини.

Методика обробки біомедичних сигналів розроблялась з використанням машинного навчання. З метою збільшення тренувальних даних, які далі подавалися на вхід класифікатора, зареєстровані сигнали з частотою дискретизації 500Гц були нарізані з тривалістю 1с. Попередньо було відокремлено ділянки сигналів, на яких проявляється ЗХ для формування двох наборів даних класу «0 - норма» та «1 - ЗХ», використовуючи відповідні мітки класу даних. На рис. 1 показані послідовні фрагменти ЕМГ, зареєстрованої у першого пацієнта. ЗХ визначається як епізодичний процес, під час якого відбувається посилене обмеження рухів або їх повне блокування, незважаючи на намір рухатися. Епізоди ЗХ зазвичай тривають лише кілька секунд.

Далі було відібрано параметри ЕЕГ та ЕМГ, які подавалися на вхід класифікатора. При хворобі Паркінсона з деменцією спостерігається збільшення дельта-активності відносно контролю. Для ХП без деменції характерні уповільнення основної частоти ЕЕГ та більш виражена тета-активність. Потужність дельта- і тета- діапазонів ЕЕГ при хворобі Паркінсона з деменцією перевищує таку у здорових осіб, при ХП без деменції та при хворобі Альцгеймера [3]. Для ЕЕГ було виконано 5-рівневе дискретне вейвлет-перетворення, розрахована ентропія Шеннона, альфа, бета, гама, дельта, тета частотні смуги, вейвлет-енергія сегмента даних у δ, θ, α-смугах, загальна вейвлет-ентропія у цих же смугах. Для ЕМГ було виконано 5-рівневе дискретне вейвлет-перетворення, розраховано середнє абсолютне значення, стандартне відхилення, дисперсія, куртосис, середнє квадратичне значення, додатково використовувалися частотні характеристики як середня частота, медіанна частота, загальна потужність.

На основі одержаних ознак було використано класифікатор на основі методу опорних векторів і отримано точність 87%.

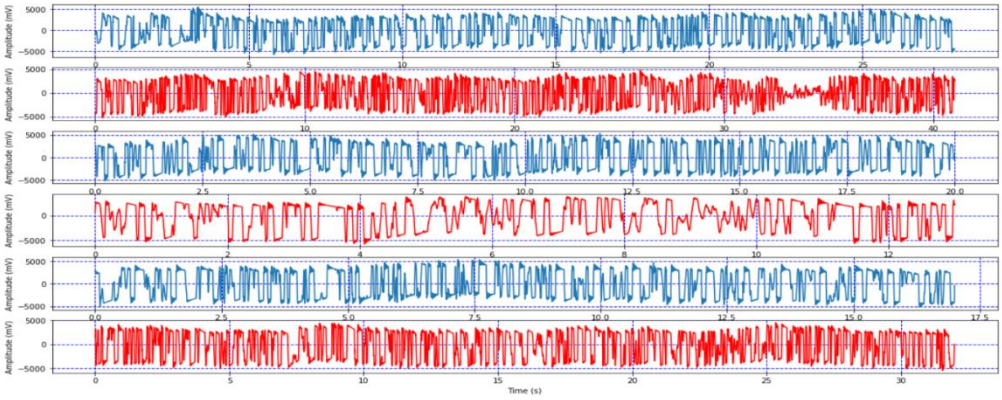


Рисунок 1 – Фрагменти ЕМГ з проявом ЗХ(червоний колір) та без нього(синій колір) та результати класифікації

Висновок: Запропонована методика обробки та класифікації з об'єднанням мультимодальних даних покращує виявлення заморожування ходи і дає стабільно кращі результати порівняно з даними, отриманими за допомогою однієї модальності. Також було порівняно дискримінаційн здібності класифікації окремо за параметрами ЕЕГ та ЕМГ, було виявлено що сигнали ЕЕГ мають кращу ефективність у виявленні ЗХ, ніж ЕМГ.

Література:

1. Parkinson's disease (PD). – Режим доступу до ресурсу: https://mayfieldclinic.com/pe-pd.htm

2. Raw Data: Multimodal Dataset of Freezing of Gait in Parkinson's Disease. Доступу до ресурсу:https://data.mendeley.com/datasets/t8j8v4hnm4/1

3. Cognitive decline in Parkinson disease – Режим доступу до ресурсу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28257128/

ЛАЗЕРОТЕРАПЕВТИЧНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА

Пащенко Г.А., Терещенко М.Ф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського,
Київ, пр. Перемоги 37, E-mail: glebpash@ukr.net

В наш час існує безліч методів впливу на біологічні тканини людини. Однією з провідних технологій в даній галузі виступає використання лазеротерапевтичної автоматизованої системи (ЛАТС). Завдяки концентрації світлового потоку чи лазерного випромінювання у вигляді променю досягається найбільш ефективний фізіотерапевтичний вплив при медичній реабілітації, естетичній медицині та курортології [1].

Проведення процедур з використанням ЛАТС залежить від багатьох чинників, часу впливу, довжини хвилі та щільності світлового променю. Під час лікування відбувається комбінований вплив на біотканини [2]. Тому дуже важливо, щоб застосування даної системи було безпечним для організму людини, а також мало суттєвий вплив, адже під час проходження через біологічні тканини, відбуваються процеси поглинання відбивання та розсіювання світлового променю [3]. Тож для того, щоб забезпечити позитивну дію, необхідно періодично контролювати стабільність впливу на біологічну тканину [4]. Тобто чинники, такі як температура на поверхні біотканини, щоб не призвести до нагрівання та перегрівання. Важливо контролювати значення потужність, під час проведення повної процедури лазеротерапевтичною автоматизованою системою [5].

В даний час актуальна розробка сучасної системи ЛАТС з можливостями контролю значень стабільності температури та підтримки однакової потужності під час дії на біологічні тканини.

Дана система ЛАТС (рис. 1.) працює наступним чином. З блоку 4 напруга подається на вузли, блоки і пристрої апарату. Після чого через вихід генератору 1 сигнал в діапазоні від 10 кГц до 10 МГц поступає на вхід двоканального імпульсного модулятора 2. Високочастотний електричний сигнал із виходу модулятора 2 через атенюатор 3 приходить на світлодіодну планшетну матрицю RGB та формується поліхроматичного випромінювання на біологічну тканину. З клавіатури 6 вибирається режим роботи лазерного випромінювача 10, параметри якого відображається на екрані в блоці індикації 7. Вихідний край рукоятки з лазерним випромінювачем 10 підносять до фотоприймача 9 блоку контролю оптичної потужності 8 та фіксуються значення потужності лазерного випромінювання (ЛВ). Якщо отримані значення знаходяться в дозвільному діапазоні режиму ЛВ то блок управління 5 переводить систему ЛАТС в робочий режим. В режимі лазерного опромінення біологічної тканини в зоні дії лазерного променю заміряється та контролюється значення температури

нагріву температурними датчиками 11. При перевищенні межі температури в 42° С система ЛАТС відключає блок живлення 4 і зупиняється лазерне випромінювання. Для забезпечення безпечного використання лазерного опромінення сам лазерний випромінювач 10 з рукояткою кріпиться до виносної рухомої стійки 12.

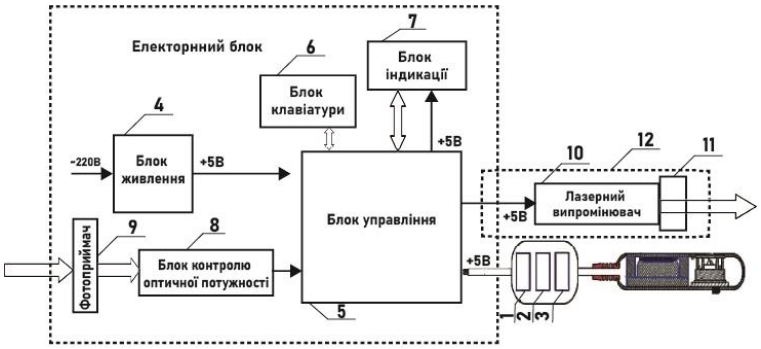


Рисунок 1 – Структурно-функціональна схема лазеротерапевтичної автоматизованої системи

Таким чином використання подвійної системи безпеки з обмеження температурного впливу і самого значення температури в зоні дії лазерного променя до безпечних меж, та контроль значень потужності ЛВ в зоні її дії на біологічній тканині забезпечує ефективні режими терапевтичного впливу на тіло людини.

Література:

1. Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С., Ляшенко О. Г., Гнатейко О. С. Дослідження впливу лазерного випромінювання на температурні процеси в біологічних тканинах. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування*. 2015. №49. С. 153–158

2. Рудик В.Ю., Терещенко М.Ф. Безконтактний тепловий контроль роботи магнітотерапевтичної апаратури. *XI Міжнар. науково-техн. конф. "Приладобудування 2012: стан і перспективи*", 24-25 квітня 2012 р. К.: НТУУ "КПІ", 2012. С. 193-194

3. Терещенко М. Ф., Якубовський С. П. Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об'єкт лазерним випромінюванням. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування*. 2012. №44. С. 90–97.

4. Sergey Matvienko, Vadim Shevchenko, Mykola Tereshchenko, Anatolii Kravchenko, Ruslan Ivanenko, "Determination of composition based on thermal conductivity by thermistor direct heating method", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/5 (103), pp. 19–29, 2020.

5. Швидкий В.В., Терещенко М. Ф. Динаміка змін параметрів лазерного випромінювання в біологічних тканинах. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування*. 2017. Вип. 54(2)/ 2017. С.111-117

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ БІОМЕДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

Подсєвак Д.К., Терещенко М.Ф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського,
Київ, пр. Перемоги 37, E-mail: d.podsievak@gmail.com

На сьогоднішній день, в розробці медичних систем, немає завершеної концепції, що до проєктування ультразвукових біомедичних комплексів, які поєднували б в собі, всебічне комплексне рішення, взаємозв'язаних вимог та параметрів автоматизації, точності, надійності та безпеки, динамічного діапазону , як дослідження так і дії на біологічні тканини [1].

Слід зазначити, що недостатність досконалої методики вимірювання та засобів контролю параметрів акустичних параметрів коливань при їх передачі з терапевтичного випромінювача до біологічної тканини(БТ) гальмує розвиток та впровадження новітніх технологічних розробок в виробництво досконалих терапевтичних біомедичних комплексів [2].

Головною ціллю розробки та проєктування ультразвукового автоматизованого біомедичного комплексу (УАБК) є вирішення проблеми підвищення рівня автоматизації і ефективності її роботи [3].

На основі досліджень дії ультразвукових коливань на біологічну тканину та розрахунку і моделювання значень рівня впливу ультразвуку на зміну значень рівня проникності мембрани біологічної тканини при пасивній дифузії молекул та енергій речовин обміну встановлено суттєвий впливу параметрів акустичному контакті на біологічну тканину.

Тому з метою підвищення рівня автоматизації і ефективності розроблений новий алгоритм автоматизовації контролю значень рівня інтенсивності ультразвуку в зоні акустичного контакту з біологічною тканиною та зміни градієнта температури в ході проведення медичної процедури , що забезпечує точно дозовану та нормовану дію заданих рівнів інтенсивності ультразвуку на біологічну тканину, а також забезпечити підтримку температурного рівня, гарантованого і контрольованого акустичного контакту між зоною контакту випромінювача ультразвуку і біологічної тканини. Такий алгоритм забезпечує розширення динаміки і частоти, що підсилює ефект дії ультразвукової терапії на БТ внаслідок контрольованої і нормованої дії на біологічні тканини ультразвуку, з дозованим значенням амплітуди.

Головною перевагою такого ультразвукового автоматизованого біомедичного комплексу є те, що в ньому майже відсутня дія впливу людського фактору при проведенні лікувальних процедур, оскільки комплекс має сталий зворотній зв'язок із тензодатчиками, датчиками тиску та температури, що забезпечує автоматичний режим роботи.

Розроблений комплекс УАБК з діагностикою значень температур і тиску можна розділити на дві основні частини (рис. 1):

1) контур генератора, який складається з: блоку фіксованих частот, варіатора частоти та фази, блок управління апаратом;

2) випромінювачі сигналів та датчики – пристрої вимірювання коливань та напруги, випромінювачі ультразвуку, п’єзоелектричні ультразвукові випромінювача, тензодатчики та датчики тиску.

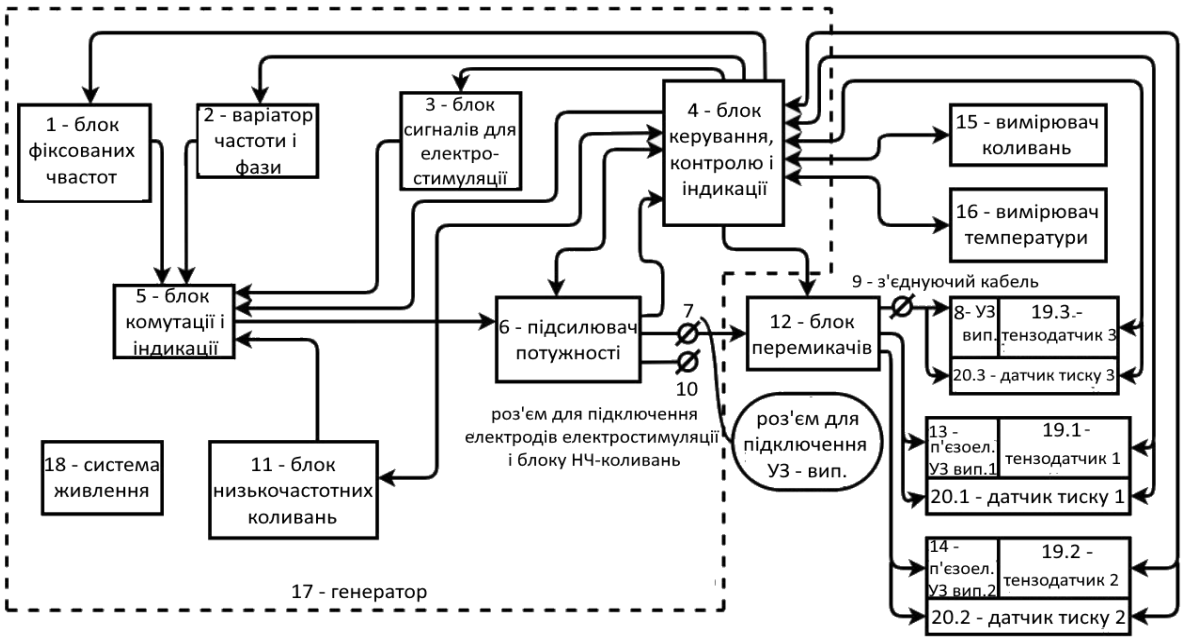


Рисунок 1 – Структурна схема ультразвукового автоматизованого біомедичного комплексу.

Головною перевагою розробленого ультразвукового автоматизованого біомедичного комплексу є використання більшої кількості різнопланових вимірювачів інформації: датчиків тиску і температури, тензодатчиків, реєстраторів пульсу та параметрів серцево-судинної системи.

Література:

1. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / М.Ф. Терещенко, Г.С. Тимчик, М.В. Чухраєв, А.Ю. Кравченко, – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 180 с.

2. Терещенко М.Ф., Кирилова А.В. Оцінка впливу ультразвукового сигналу на біологічні тканини. Частина 1. *Вісник НТУУ “КПІ”. Сер. Приладобудування*. 2010. Вип. 39. С. 130-136.

3. A. Kyrylova, N. Tereshchenko, “Estimation of ultrasound influence on biological tissue”, in Proc. XIII Int. Ph.D. Workshop OWD 2011, Conference Archives PTETIS, Wisla, Poland, 2011, pp. 319-323.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МАГНІТОТЕРАПЕВТИЧНИМ КОМПЛЕКСОМ

Рогожніков Р. А., Терещенко М. Ф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського,
Київ, пр. Перемоги 37, E-mail: pb-rra@hotmail.com

За останні часи війни в Україні, попит на реабілітаційні апарати стрімко зростає. Тому доречною буде використання систем магнітної терапії [1]. Наші військові зазнають травм на поле бою, отже необхідно реалізувати найбільш просту в застосуванні, максимально корисну в реабілітації, та зручну систему автоматизованого керування (АК) магнітотерапевтичним комплексом (МТК). Це дозволить прискорити процеси регенерації й забезпечити безпеку пацієнта [2].

За основну задачу дослідження було взято розробку, проектування та моделювання процесів автоматизованого керування та контролю , збір та аналіз інформації по підбору структури магнітотерапевтичного комплексу для використання в системах автоматизованого керування [3]. Це дасть можливість розширить функціональні можливості систем і забезпечити зворотний зв’язок під час терапії між біологічною тканиною (БТ) та індукторами комплексу [4]. Проаналізувавши структури існуючих комплексів магнітотерапії, було підібрано дві системи, а саме – “Магнітотурботрон” виробництва “Мадин” і західноєвропейський апарат “Magneto Pulse Automated” від “Celticsmr”[5]. Вирішальну роль порівняння формувала зона впливу магнітної індукції на пацієнта. Тому із-за доступності та можливості більш широкого контролю було обрано система “Магнітотурботрон” , яка діє одразу на всю поверхню біологічної тканини та сприяє при цьому більш інтенсивній регенерації БТ.

Для реалізації систем керування магнітотерапевтичним комплексом запропонована оптимальну структуру (рис. 1) і проведено модифікацію комплексу МТК для чіткої синхронізації та налаштування гнучкого алгоритму автоматизованого керування [6]. Для цього розроблено систему керування у виді блоків бездротової клавіатура, центрального процесора комп’ютера, дисплей та сполучного інтерфейсу. Також було створено спеціалізований блок з датчиками контролю температурних параметрів індуктора та тіла пацієнта, що знаходиться у робочій камері. Блок керування в об’єднанні з температурними датчиками дає замкнутий зворотній зв’язок, що дає можливість комплексу автоматично підтримувати контрольований процес терапії. Що забезпечує безпеку проведення реабілітаційних процедур пацієнту та самоконтроль приладу, суть якого є порівняння температурних показників біологічної тканини та індуктора з нормальними, заданими значеннями в пускорегулюючому блоці та задані частоти.

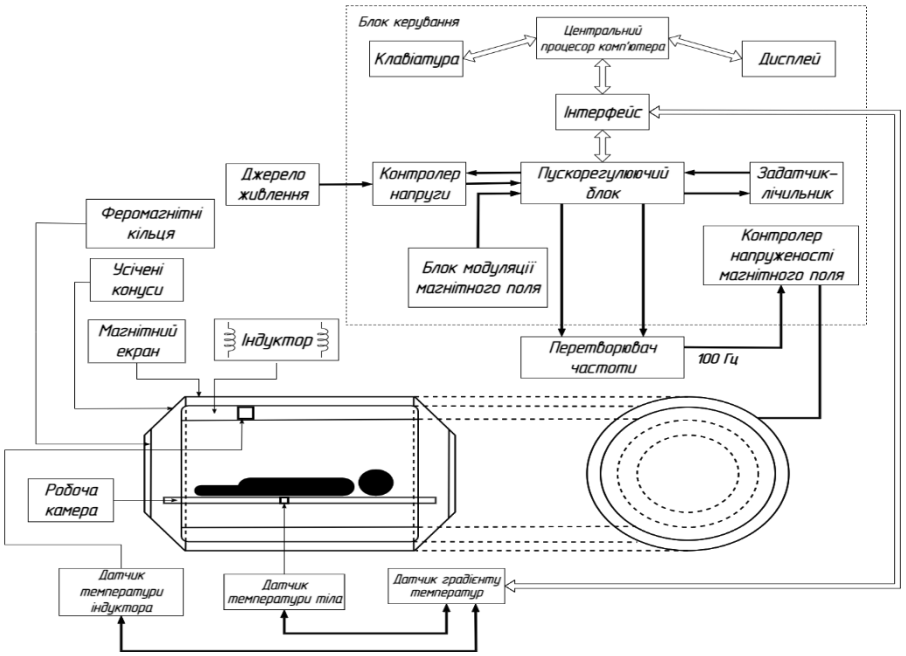


Рисунок 1 – Структура системи автоматизованого керування МТК

Отже було проведено розробку, проектування та моделювання процесів автоматизованого керування та контролю основних параметрів магнітотерапевтичних комплексів, в поєднанні із температурними датчиками для безпеки пацієнта та зручності роботи оператору.

Література:

1. G. S.Tymchik, M. F. Tereshchenko, S. O. Soroka, M. M. Tereshchenko, «Control over influence of the magnetic field parameters on a biological object», in XIII International PhD Workshop OWD 2011, 22–25 October 2011, c.295-299.

2. М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, В. Ю. Рудик, М. В. Чухраєв, Т. О. Рудик. Автоматизовані магнітотерапевтичні апарати: монографія. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2020. 274 с.

3. Sergey Matvienko, Vadim Shevchenko, Mykola Tereshchenko, Anatolii Kravchenko, Ruslan Ivanenko, “Determination of composition based on thermal conductivity by thermistor direct heating method”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/5 (103), pp. 19–29, 2020.

4. G.S. Tymchik, M.F. Tereshchenko,V.U. Rudyk, “The temperature method of control in a magnetotherapy”, XIV PhD Workshop OWD 2012, Wisla, pp. 318-324.

5. V. Tsapenko, M. Tereshchenko, G. Tymchik, S. Matvienko and V. Shevchenko, «Analysis of Dynamic Load on Human Foot», in 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, pp. 400-404, 2020.

6. В. Ю. Рудик, М. Ф. Терещенко, Т. О. Рудик, «Спосіб адаптивної магнітотерапії», Вісник НТУУ "Київський політехнічний інститут". Серія приладобудування, Вип. 51, с. 139–144, 2016.

ЕЛЕКТРОННІ СЕНСОРИ В БІОМЕДИЦИНІ. СЕНСОР ДІАЛІЗНОГО АНАЛІЗУ

Семенко Б.В., Порєва Г.С., Семенко Д.В.
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,
Київ, пр. Перемоги 37, dsemenko-ee24@lll.kpi.ua, porevanna@gmail.com

Біохімічний стан організму людини описується за допомогою реєстрації зміни концентрацій метаболітів в біологічних рідинах, що дозволяє виявити можливі захворювання на ранніх стадіях і є одним із пріоритетних напрямів розвитку технологій у медицині. Наприклад, своєчасне виявлення зміни концентрації креатиніну – біомаркеру стану здоров'я нирок, дає змогу на ранніх стадіях розпізнати порушення функціонування органів сечовивідної системи та надати правильне лікування. Ось чому, біосенсори на основі pH-чутливих польових транзисторів ідеально підходять для експрес-визначення низькомолекулярних метаболітів у біологічних рідинах завдяки їх високій чутливості та швидкому відгуку.

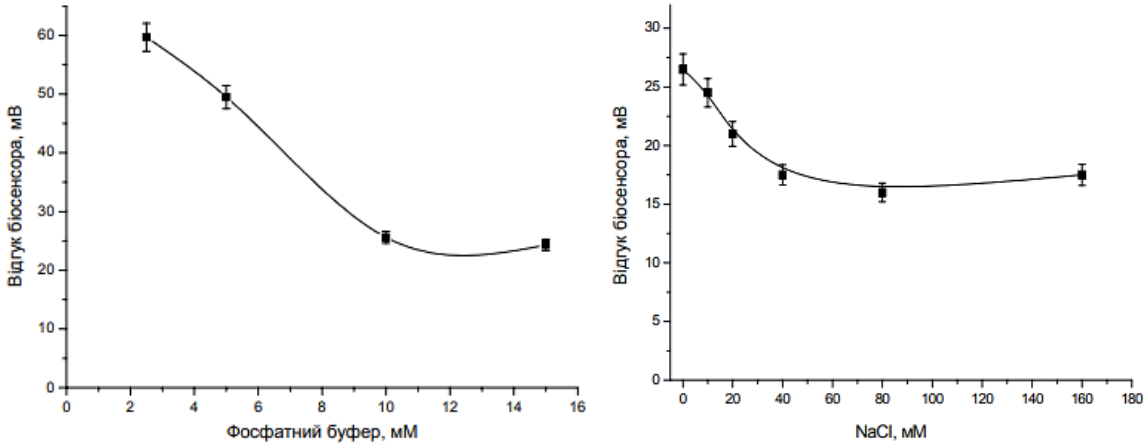
Принцип роботи біосенсора базується на іммобілізації на фізичний датчик ферменту або клітини, що при взаємодії із з'єднанням генерує в залежності від концентрації речовини сигнал, який реєструється перетворювачем електрохімічного типу і після обробки даних виводиться в чисельному вигляді [1, 2]. Основні вимоги, що висуваються до методів іммобілізації – висока специфічність біорецепторів, забезпечення стабільності pH-середовища, відсутність впливу температури на систему, а також активність біорозпізнаючого компонента у іммобілізованому стані повинна бути рівною його активності у розчині. Перевагою біосенсорних методів над традиційним інструментальним аналізом є орієнтація на проведення кількісного/якісного аналізу в режимі реального часу з мінімальною додатковою обробкою зразка. [3].

Для розробки і функціонування pH-чутливого креатинін-сенсора необхідно мати робочий буферний розчин, наприклад, фосфатний і біоселективну мембрану. Для цього можна використовувати, наприклад, концентрації розчинів глутарового альдегіду, а у якості речовини – препарат ферменту креатиніндеімінази і сиротковатий альбумін [4].

До важливих параметрів потенціометричних вимірювань відносять буферну ємність та іонну силу аналізованого зразка, а також відтворюваність сигналів датчиком. Останню характеристику вимірюють впродовж робочого дня з інтервалом 50 хв і реєструють відгуки біосенсора на фіксовану концентрацію креатиніну. У разі, якщо біосенсор характеризується високою відтворюваністю сигналів, його можна

використовувати для визначення креатиніну в діалізній рідині в процесі діалізу, тривалістю 3-4 години.

Вплив різних концентрацій робочого буферу на відгуки біосенсора порібно враховувати при роботі з реальними зразками (рис. 1, а). Як бачимо, чим більша концентрація робочого буферу і його буферна ємність, тим менший зсув pH, а відповідно зменшується відгук біосенсора і чутливість біосенсорного визначення. При зміні концентрації буфера змінюється також іонна сила розчину за рахунок зміни іонної сили робочого буфера (рис. 1, б).



а) б)

Рисунок 1 – Залежність відгуку біосенсора а) основі креатиніндеімінази від концентрації фосфатного буферного розчину; б) від іонної сили робочого буферного розчину [5].

Таким чином, питання створення польових pH-чутливих біосенсорів, які б давали точний відгук на визначувану речовину у найкоротший час слугує досягненню прогресу у вирішенні основних завдань біосенсорики – створення надійних, високочутливих та селективних методів та пристроїв біодетекції.

1. Дзядевич С.В. Амперометричні ферментні біосенсори. *Біополімери в клітинах*. 2002. Т. 18, №5. С.46.

2. Решетилов А.Н. Диссертационная работа Электрохимические биосенсоры на основе микробных клеток, ферментов, антител. 1998. с.46. С.3.

3. Кутова О.Ю. Біомолекулярні і хімічні сенсори на основі кремнієвих польових структур : дис. канд. тех. наук : 05.11.17. Київ, 2019. 153 с. С.18.

4. Солдаткін О.О. Основи створення мультиферментних електрохімічних біосенсорів: дис. докт. біол. наук : 03.00.20. Київ, 2019. 378 с. – С.108-110.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЮВАННЯ СВИНЕЙ

Семенов О.О., Хандола Ю.М., Лисиченко М.Л.
Державний біотехнологічний університет
вул. Алчевських, 44, м. Харків,
E-mail: fanfan777@ukr.net

Основною проблемою свинарства протягом останнього десятиріччя є зменшення поголів'я і відповідно об'ємів виробництва м'яса. Так, найбільших втрат зазнало промислове свинарство – в якому у 3,6 рази зменшилось поголів'я. Тому, ставиться задача по технічному і технологічному переоснащенню галузі, зокрема передбачається перехід на екологічно чисті технології на основі реконструкції наявних приміщень та оснащення їх сучасним обладнання, здатним забезпечити високу продуктивність тварин та комфортні умови їхнього утримання. Переведення виробництва на сучасні інтенсивні потокові технології виробництва, які передбачають скорочення виробничого циклу до 182-189 *діб*, з відлученням поросят на 21-35 *добу*, з періодом дорощування – 49-56 *діб* та відгодівлею – 105-112 *діб* [1].

Одним із параметрів мікроклімату при утриманні в закритих приміщеннях тварин є компенсація сонячного випромінювання для активізації імунітету організму молодняка. Для цього застосовують еритемне ультрафіолетове випромінювання в діапазоні 240-515 *нм.* Так, відповідно існуючим рекомендаціям велична дози ультрафіолетового випромінювання змінюється від віку та геометричних розмірів тварин, наприклад: поросята новонароджені – 20-25 *мер/год/м*^{2} , поросята після відйому – 60-80 *мер/год/м*^{2} , свиноматки супоросні – 70-90 *мер/год/м*^{2}. Однак, існуючи установки виконані таким чином, щоб бокси в ряду, над якими рухається опромінювач, були заповнені тваринами тільки одного віку і відповідно однієї маси, таке можливе тільки на великих свинокомплексах (80-200 *тис гол.*) комплексах [2].

Відома установка, яка визначає наявність тварин в боксах, завдяки встановленню відеокамери на рухомому опромінювачі, причому, додатково аналізується інтенсивність випромінювання лампи, завдяки встановленню фотодатчика та змінюється швидкість пересування опромінювача над боксами для забезпечення необхідної дози опромінювання [3]. Недоліком такої установки є неможливість забезпечити рекомендовану дозу опромінювання у випадку розміщення в одному ряду боксів, над яким рухається опромінювач, тварин різного віку. Тобто, необхідно враховувати, що тварини на відгодівлі набирають масу і змінюють геометричні розміри і відповідно треба змінювати дозу опромінювання.

Запропонована ультрафіолетова опромінювальна установка складається із опромінювачів, які розміщені на тросі та підключені до пульта керування і розміщені над боксами з тваринами різного віку: поросята із свиноматками, поросята після відйому, поросята на відгодівлі. Встановлена відеокамера поруч з опомінювачем, на відміну від раніше запропонованого технічного рішення визначає не тільки наявність тварин у боксах а й визначає їх вік, який корегує із їх геометричними розмірами та масою і встановлює відповідно тривалість опромінювання для забезпечення рекомендованої дози в автоматичному режимі.

Для реалізації запропонованого технічного рішення розроблена функціональна схема пульта керування, відповідно якої, сигнал з відеокамери приходить на блок попередньо аналогової обробки, а потім на блок попередньої обробки зображення. Після відповідного підсилення, надходить в блок виділення контурів де зображення запам'ятовується та передається в блок детекторів контурів де відбувається їх обробка. Далі сигнал надходить у блок порівняння зображення, до якого надсилається і еталонне зображення тварин відповідного віку, а після порівняння, відповідний сигнал передається до мікроконтролеру керування швидкістю рухом пульта керування.

Таким чином, кожна тварина, яка розміщена в боксах отримує рекомендовану дозу ультрафіолетового опромінювання. Практична реалізація діючого макету опромінювальної установки підтвердила її ефективність. Так, експериментальні дослідження, проведені протягом осінньо-зимового періоду, при утриманні тварин в окремих боксах, показали, що в дослідних групах де здійснювалось опромінювання з урахуванням віку та ваги, у поросят після від'єму до завершення відгодівлі спостерігалось на 20-26 % більш інтенсивний набір живої маси ($P<0,01$) ніж у контрольній групі.

Література:

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. акад. НААН Я.М. Гадзала, М.І. Бащенка, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка К.: Аграр. Наука, 2016. 216 с.

2. Жилинський Ю.М. Электрическое освещение и облучение. М.: Россельхозиздат, 1982. 458 с.

3. Патент на корисну модель №124251, Україна. МПК (2018.01) A01K 31/20 (2006.01), A01K29/00, A01G9/26 (2006.01) Установка для ультрафіолетового опромінювання тварин / О.О. Семенов, М.Л. Лисиченко, Ю.Є. Мегель, Ю.М. Хандола (Україна) – № u 2017 11283; Заявл. 20.11.2017; Опубл. 26.03.2018. Бюл. № 6. 3 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ СПЕРМОДОЗИ ПРИ ШТУЧНОМУ ОСІМЕНІННІ СВИНОМАТОК

Столяров О.В., Лисиченко М.Л.
Державний біотехнологічний університет
вул. Алчевських, 44, м. Харків,
E-mail: stolyarov-396@ukr.net

Свинина, як повноцінний продукт харчування у м'ясній частині раціону людини займає близько 40 %, а в країнах Західної Європи цей показник сягає 60-80 %. В Україні в останні роки споживання свинини разом з субпродуктами та жирами на душу населення становить 15-18 *кг*, що значно менше ніж у країнах ЄС – де в середньому 37 *кг*. Причому, спостерігається поступове зниження поголів'я свиней з 19,4 *млн гол*. у 1991 р. до 6,7 *млн гол*. у 2017 р. Тому, ставиться задача збільшити поголів'я свиней до 22,0 *млн гол*. у 2030 р., а валове виробництво свинини у живій масі відповідно довести до 2,75 *млн т* що вимагає значно наростити виробництво молодняку для відгодівлі [1]. Тому, пошук та розробка нових технологій отримання високопродуктивного поголів'я є актуальною задачею.

Одним із способів поновлення поголів'я свиней є широке застосування штучного осіменіння свиноматок завдяки використанню спермодоз від високопродуктивних кнурів. Однак, в реальному виробництві не завжди є можливість здійснювати процес штучного осіменіння свіжозібраним матеріалом, а в більшості застосовують раніше накопичені або придбані у інших виробників, наприклад для зміни генотипу тварин, спермодози. При цьому, в процесі збору, охолодження, транспортування, поновлення температурного режиму перед осімененням, відбувається зниження активності сперміїв що в значній мірі впливає на ймовірність запліднення в майбутньому.

На протязі останніх років широко застосовуються лазерне випромінювання для активізації фізико-хімічних процесів в сперміях в терапевтичних цілях. Так, прискорюється каталазна, фруктозна та окислювальна активність ферментів що призводить до підвищення швидкості руху сперміїв та збільшення часу їх життєздатності [2].

Результатом лазерної обробки спермодози значно збільшується ймовірність запліднення, кількість поросят в гнізді при опоросі, в дослідних групах 12-17 поросят при 8-9 в контрольних, а отриманий молодняк на відгодівлі більш швидше набирає живу масу і має вищі біоенергетичні показники організму [3].

Однак, як показали власні експериментальні дослідженні по розробці технології лазерної обробки спермодози при штучному осіменінні свиноматок, необхідно враховувати генотип тварин, вихідний рівень активності сперміїв, тривалість зберігання, умови транспортування, ін.

Тому, пропонується процес лазерної обробки автоматизувати з метою більш точного дотримання параметрів лазерного впливу на спермії та відновлення їх активності після кожної технологічної операції на рекомендований рівень.

Розроблена установка для лазерної обробки спермодози в автоматичному режимі складається із блока джерел лазерного випромінювання з довжиною хвилі 630-660 *нм*, оптоелектронної пари з мікроконтролером, скляної трубки з водяним термостатом. Перед початком процесу лазерної обробки формують необхідну кількість спермодоз, які по об'єму відповідають приладу для штучного осіменіння типу ПОС-5. Кожну дозу обробляють лазерним випромінюванням та контролюють зміну активності сперіміїв за допомогою оптоелектронної пари з мікроконтролером, а показники виводяться на цифровий екран що дозволяє здійснювати вилічення спермодози, яка е відповідає рекомендованим показникам активності.

Випробування діючого макетного зразка установки в реальних умовах виробництва дозволили підвищити ефективність лазерної обробки спермодоз що забезпечило збільшити ймовірність запліднення свиноматок на 9-10,5 % та підвищити на 6,7-14,2 % кількість поросят в гнізді при опоросі.

Література:

1. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 рр.) / за ред. акад. НААН М. І. Бащенка – К.: Аграр. Наука, 2017. 160 с.

2. Гладкова А.И., Коробов А.М. Терапия лазерным излучением мужских репродуктивных расстройств Х.: Факт, 2017. 208 с.

3. Столяров О.В., Лисиченко М.Л. Зниження енергоємності продукції при відтворенні свинопоголів'я на основі впровадження лазерних технологій. *Вісник ХДТУСГ. Технічні науки. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*» – Х.: ХНТУСГ, 2004. Вип. 27. Т.2. С.143-148.

АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ПОХИБОК ПРИ ФОТОМЕТРИЧНОМУ ВИЗНАЧЕННІ КОЛЬОРУ ШЕРСТІ ОВЕЦЬ

Цибух А.В.[1)], Помітун І.А.[2)], Лисиченко М.Л.[1)]
[1)] Державний біотехнологічний університет
вул. Алчевських, 44, м. Харків, e-mail: tsandrii@gmail.com
[2)]Інститут тваринництва НААН України
вул. Тваринників, 1, м. Харків, 61 e-mail: pomitun@ukr.net

Кризовий стан вівчарства України обумовлений, у тому числі, низькими цінами на вовну, що привело до її збитковості на рівні 52-75 %. Так собівартість виробництва за даними 2014 р. складала 29,0 *грн/кг* при ціні реалізації всього 7,1 *грн/кг*. Існуючий фінансовий стан галузі переконливо свідчить, що зробити її конкурентно спроможною можливо лише шляхом створення сучасної матеріально-технічної бази, здійснення заходів із збереження наявного генофонду та його покращення. З іншого боку, пріоритетним напрямком є створення ефективної системи селекції при умові формування та утримання тварин основного стада з певною чистотою кольору шерсті, що забезпечить максимальний прибуток, в тому числі і при реалізації закордон [1]. У сучасному виробництві визначення кольору шерсті та смужка (білий, біло-сірий, сірий, темно-сірий, ін.) здійснюється на основі суб'єктивної оцінки «експертом». Тому, актуальними є дослідження спрямовані на розробку приладів і засобів для незалежного оцінювання кольору шерсті.

Головним показником будь-якого приладу є достовірність і точність вимірювання. В нашому випадку головним завданням є забезпечення процесу визначення кольору шерсті з похибкою не більше ніж при суб'єктивному визначенні, що застосовується на теперішній час. При цьому автоматичний вимір забезпечить відсутність втоми на інших суб'єктивних факторів, що притаманні «експерту». Разом з тим, реалізація автоматичного визначення кольору має ряд об'єктивних чинників, що впливають на можливі похибки в результатах вимірювань, а саме:

– широкий діапазон варіацій кольору шерсті – що ускладнює чітке поділення на встановлені градації кольору;

– великий рівень оптичних, електричних та механічних факторів (головним чином за рахунок зміни відстані від об'єкту вимірювання до фотоприймача та артефактів).

На основі аналізу схеми приладу [2] для вимірювання спектру дифузного відбиття лазерного променю різної довжини хвилі від поверхні шерсті розроблена схема (рис. 1) перетворення сигналів в приладі визначення кольору шерсті. Шляхи здійснення калібрування та зворотного зв'язку показані пунктирними лініями. Стрілками позначено вплив

дестабілізуючих факторів, джерел похибок, перешкод і шумів, у відповідних блоках.



Рисунок 1 – Структурна схема перетворення сигналів та джерела похибок приладу вимірювання кольору

Крім того, слід враховувати динамічні похибки, які виникають внаслідок переміщенні тварин на вимірювальній платформі в процесі вимірювання.

Таким чином, в результаті проведеного аналізу встановлено що загальна похибка вимірювання кольору шерсті складається зі статичної похибки, пов’язаної із перетворенням сигналів в приладі та динамічної похибки, пов’язаної з рухом тварин під лазерним променем.

Література:

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. акад. НААН Я.М. Гадзала, М.І. Бащенка, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка К.: Аграр. Наука, 2016. 216 с.

2. Цибух А.В., Лисиченко М.Л., Скрипка Л.С. Схема приладу для вимірювання спектру дифузного відбиття. *Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України»* Х.: ХНТУСГ, 2012. Вип.129. С.51-52.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ПОТЕНЦІАЛІВ ДІЇ СЕРЦЕВИХ КЛІТИН З ПОЗАКЛІТИННИХ ПОТЕНЦІАЛІВ У СИСТЕМАХ З МІКРОЕЛЕКТРОДНИМИ РЕШІТКАМИ

Шпотак М. О., Іванушкіна Н. Г., Прокопенко Ю. В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
03056, Київ, пр. Перемоги, 37,
E-mail: mykhailo.shpotak@gmail.com,
n.ivanushkina@gmail.com, prok@ee.kpi.ua

Записи потенціалів дії (ПД) кардіоміоцитів, зокрема за допомогою інвазійної технології *patch-clamp*, дозволяють аналізувати вплив лікувальних препаратів на різні характеристики цих клітин. Однак, системи з інвазійною технологією запису ПД мають низку недоліків, тому останнім часом в багатьох дослідженнях також використовують неінвазійні записи позаклітинних потенціалів (ПП) клітин. Хоч ці сигнали і пов'язані з ПД, але вони мають іншу морфологію, тож потребують окремого аналізу властивих їм характеристик [1]. Враховуючи це, у [2] було запропоновано метод реконструкції ПД з ПП для випадку з 1-м джерелом струму (1 клітина) та 2-ма точками спостереження (2 електроди).

Для запису позаклітинних потенціалів тканин або культур клітин використовують системи з мікроелектродними решітками (МЕР). Оскільки в таких системах кількість клітин може сягати N, то, щоб моделювати ПП в таких умовах, задачу з [2] треба розширити. У випадку з N серцевими клітинами, які розташовані хаотично і генерують ПД незалежно одна від одної, необхідно буде знайти N невідомих. Щоб сформувати систему з N рівнянь необхідно знати ПП на N+1 точках спостереження. Отже, маємо:

$$\sum_{i}^{N}\left(\left(\frac{1}{r_j}-\frac{1}{r_{j+1}}\right)\left(u_{0i}+u_{mi}(t)\right)\right)=\frac{4\sigma\pi}{C_m}\int_0^t\left(\varphi_{j+1}-\varphi_j\right)dt,\ j=1,2,\ldots,N,$$

де j – номер рівняння, який змінюється від 1 до N, $u_{mi}(t)$ – змінна складова потенціалу на мембрані i-ї клітини, u_{0i} – потенціал на мембрані i-ї клітини у момент часу $t = 0$, σ – провідність позаклітинного середовища, C_m – ємність клітинної мембрани, φ_j та φ_{j+1} – позаклітинні потенціали у точках спостереження, які знаходяться на відстанях r_j та r_{j+1} від клітини, відповідно.

Для ілюстрації методу було проведено моделювання з 3-ма точками спостереження та 2-ма незалежними один від одного ПД синоатріальних серцевих клітин, згенерованих за допомогою моделі паралельних провідностей з [3]. Для кожної з точок спостереження було знайдено наведені клітинами ПП (рис. 1, зверху). Було розв'язано систему з 2 рівнянь,

в якій ПД u_m були невідомими. Знайдені ПД відповідали ПД незалежних клітин (рис. 1, знизу).

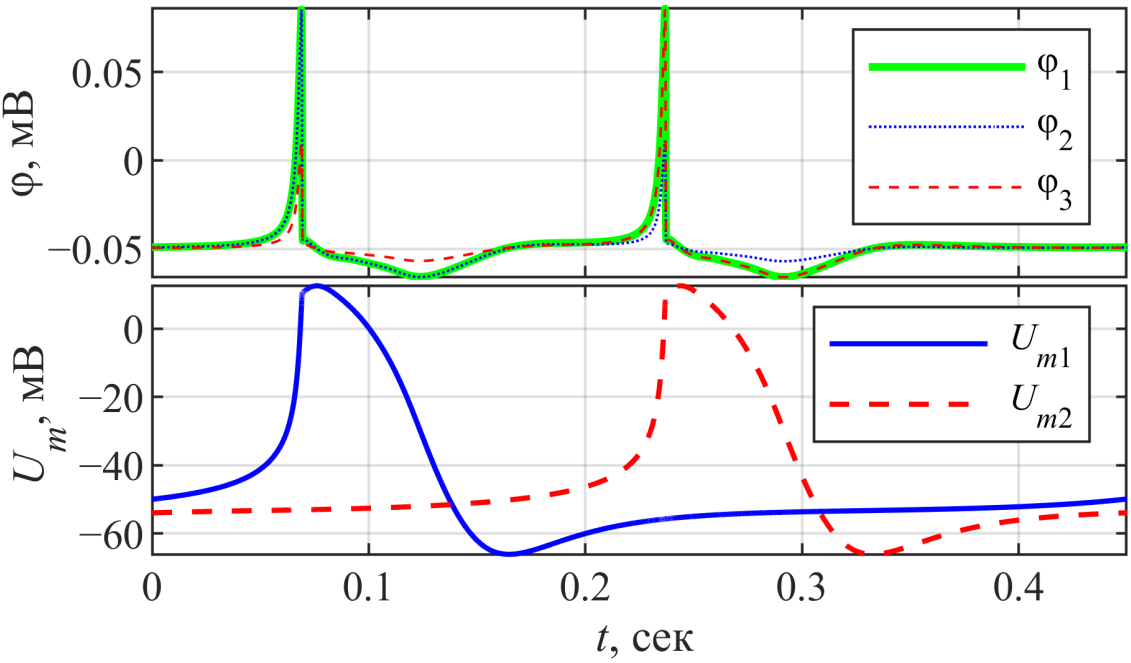


Рисунок 1. Змодельовані ПП в 3-х точках спостереження (зверху) та реконструйовані з них ПД $U_m = u_0 + u_m$ (знизу).

Висновки. Таким чином, запропонований метод дозволяє реконструювати ПД N незалежних одна від одної клітин за наявності ПП на N+1 електродах. Цей метод актуальний для систем з МЕР, де замість ПД клітин записуються їхні ПП. Реконструкція ПД в таких умовах дозволяє розширити методики аналізу даних та порівнювати результати досліджень на кардіотоксичність, виконаних з МЕР, з дослідженнями, де розглядаються безпосередньо ПД клітин та оцінюються зміни їх параметрів під впливом лікарських препаратів.

Література:

1. Interpretation of field potentials measured on a multi electrode array in pharmacological toxicity screening on primary and human pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes / L. G. J. Tertoolen et al. Biochemical and biophysical research communications. 2018. Vol. 497, no. 4. P. 1135-1141.

2. Solving the inverse problem of relationship between action potentials and field potentials in cardiac cells / N. Ivanushkina et al. Visnyk NTUU KPI Seriia-Radiotekhnika Radioaparatobuduvannia. 2021.

3. A model for simulation of human sinoatrial node action potential / M. Shpotak et al. 2022 IEEE 41st international conference on electronics and nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 10-14 October 2022. 2022.

МЕТОДИКА ТЕСТУВАННЯ НАЗАЛЬНИХ РОЗШИРЮВАЧІВ

Шушляпіна Н.О. [1)], Аврунін О.О. [2)], Носова Я.В. [2)]
[1)] ***Харківський національний медичний університет, проспект Науки, 4, Харків, Харківська область, 61022, meduniver@knmu.edu.ua***
[2)] ***Харківський національний університет радіоелектроніки, проспект Науки, 14, Харків, Харківська область, 61166, Email: info@nure.ua***

Носове дихання грає важливу фізіологічну роль для функціонування організму людини [1, 2]. Його порушення ведуть до важких наслідків, які пов'язані з недостатнім забезпеченням киснем організму, а також зменшенню ефективності інших функцій носової порожнини: захисної, зволожуючої, нюхальної, транспортної та інших. При суттєвих порушеннях носового дихання показані різни види оперативних втручань, які залежать від типу патології. Але в деяких випадках можуть допомогти механічні розширювачі носової порожнини, так звані, бустери [3, 4].

Метою роботи було розробити методику тестування носового дихання з використанням бустерів для того щоб дослідити їх ефективність при нормалізації назальної аеродинаміки. Для цього використовувався комп'ютерний риноманометр на основі сертифікованого пристрою для тестування носового дихання з блоком виміру перепадно-витратних характеристик ТНДА-ПВХ [5, 6]. Досліджування проводились в університетській клініці Харківського національного медичного університету для групи пацієнтів з відсутністю порушень носового дихання в середніх та дистальних відділах носової порожнини (за даними томографічного дослідження).

Методика тестування бустерів складала з себе функціональне дослідження носового дихання – задню активну риноманометрію при спокійному та форсованому режимах дихання [5, 6]. Тестування проводилось спочатку з використанням бустерів, а потім (для порівняння) – без їх використання. При цьому проводився вимір перепадів тиску між носоглоткою та під масковим простором, а також витрати повітря при диханні через обидві половини носу. Далі визначався коефіцієнт аеродинамічного носового опору, що розраховувався як відношення перепаду тиску к відповідної витраті повітря. Для дослідження використовувались різні типи бестерів – у вигляді циліндричних, або конусних трубок зі сполошною, або сіткової поверхнею; роздільною, або спільною конструкцією; з вбудованими, або змінними фільтрами; у вигляді скоб-розширювачів крил носа.

Результати тестування чітко провели розподіл між назальними розширювачами, які призначені для спокійного дихання (що застосовуються для нормалізації повітряного потоку при сонному апное), та які можна використовувати при фізичних навантаження в режимі

форсованого дихання. Такий висновок був зроблений на основі підвищення коефіцієнту аеродинамічного носового опору при використанні бустерів певних конструкцій в режимі форсованого дихання. Вони додавали підвищення назального опору до 40%. Окремі конструкції бустерів, призначених для спорту, знижували назальний опір до 50% в залежності від типу порушення носового дихання. В контрольній групі бустери взагалі незначно знижували назальний опір (до 15%) при форсованому диханні. Таким чином, розроблена риноманометрична методика дозволяє оцінити вплив бустерів на аеродинаміку носу при різних режимах дихання за рахунок розширення переднього відділу носу та надання ригідності крилам носа, що не дозволяє обмежити витрату повітря при підвищенні інтенсивності дихання. Окремим питанням для перспективних досліджень залишається персоналізація конструкції та розмірів бустерів до конфігурації та розмірів переднього відділу носової порожнини, що потрібно враховувати в подальших дослідженнях.

Література:

1. 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. Харків : ХНУРЕ, 2018. 132 с.

2. Ismail, Husham Farouk, et al. The role of paranasal sinuses in the aerodynamics of the nasal cavities. International Journal of Life Science and Medical Research 2.3 (2012): 52-55.

3. Дослідження ефективності назальних розширювачів / Шушляпіна Н. О., Аврунін О. О., Носова Я. В., Ібрагім Юнусс Абделхамід // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ». – С.914

4. Nosova Y.V. A tool for researching respiratory and olfaction disorders/ Y.V. Nosova, K.I. Faruk, O.G. Avrunin. Telecommunications and Radio Engineering. 2018. №77(15). С. 1389–1395.

5. Avrunin, O. G., Nosova, Y. V., Paliy, V. G., Shushlyapina, N. O., Kalimoldayev, M., Komada, P., &Sagymbekova, A. Study of the air flow mode in the nasal cavity during a forced breath. In Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017 (Vol. 10445, p. 104453H). International Society for Optics and Photonics.

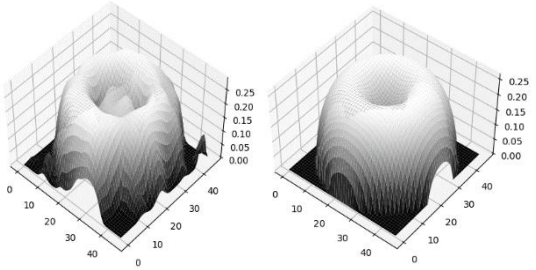
6. Аврунин О. Г., Бых А.И., Семенец В.В. Обоснование основных медико-технических требований для проектирования многофункционального риноманометра. *Функциональная компонентная база микро-, опто- и наноэлектроники* : сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф., 28 сент. - 2 окт. 2010 г. Х. ; Кацивели : ХНУРЭ, 2010. С. 280-281.

ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ЕРИТРОЦИТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО МІКРОСКОПА

Щапов П.Ф., Бернадська Т.В., Манжелєй О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків , вул. Кирпичова, 2

Гематологічні захворювання характеризуються зміною складу крові та зміною морфології її основної складової – еритроцитів. Морфологічне дослідження цих органоїдів вимагає відповідного медичного устаткування, що поєднує в собі досягнення галузі наноелектроніки, біофізики, мікробіології. Вдосконалення методів та устаткування, що дозволять визначити параметри геометричної структури еритроцитів з високим ступенем точності відкриють нові перспективи у розвитку багатоальтернативної діагностики.

В роботі досліджується можливість створення біометричного засобу контроля морфології еритроцитів. принцип роботи якого оснований на використанні вдосконаленого методу спектрального аналізу на просвітлення когерентними хвилями для визначення параметру динаміки поглинання світла фазовими об’єктами з подальшою математичною обробкою отриманих зображень.



а) б)

Рисунок 1 – Поверхня еритроцита, отримана після першої обробки зображення (*а*) та відновлена (*б*)

Практичне впровадження запропонованого вдосконаленого методу спектрального аналізу передбачає наявність необхідного пристрою — цифрового інтерференційного мікроскопа, основними складовими елементами є когерентне джерело світла трьох довжин хвиль, мікроскоп, що забезпечує необхідне збільшення, цифрова камера в ролі фотоприймача цифрових сигналів, програмне забезпечення та комп’ютер. Авторами було вдосконалено пристрій для спектрального аналізу еритроцитів, на якому були проведені дослідження зразків еритроцитів крові й отримані вхідні цифрові знімки, зроблені на просвіт когерентним джерелом світла з довжиною хвилі 405, 560 і 650 нм. Використання когерентного джерела з

трьома довжинами хвиль дозволить підвищити достовірність отриманої тривимірної форми зображення еритроцита.

Для побудови тривимірної моделі досліджуваного еритроцита у вхідних цифрових знімках виділяється область, яка відповідає його зображенню 47×47 пікселів. Геометричні параметри поверхні еритроцита, яка будується, визначаються залежністю висоти об'єкта від яскравості кольору випромінювання. При цьому результат спектрального аналізу зображення виходить дещо спотвореними через аберації оптичної системи та освітленості всієї досліджуваної області (рис.1а). Ці недоліки можна усунути, використавши метод імітації подвійного відпалу стосовно побудови тривимірного зображення (рис. 1а,б). Наступним етапом аналізу є оцінка геометричних параметрів h, r, R поверхні еритроцита відповідно до запропонованої моделі. Для знаходження параметрів r, R, h використовується згаданий метод імітації подвійного відпалу з накладенням вертикальної та горизонтальної сіток.

Для можливості застосування отриманих геометричних параметрів з метою діагностики необхідно провести метрологічну оцінку результатів і оцінити їх метрологічні характеристики. Порівняння абсолютної похибки цифрової камери й абсолютної похибки спектрального відновлення показує, що точність розробленого методу більш ніж в 50 разів перевищує точність відомого методу, а це повністю відповідає вимогам метрологічного забезпечення результатів аналізу вимірювального експерименту. Порівняння приведених похибок ($\gamma_{пр}$ = 9,0%, $\gamma_{прΣ}$ = 10,896%) і роздільної здатності (R_y = 9,177 – без корекції, R_y = 11,115 – з програмною корекцією) цифрового інтерференційного мікроскопа вказує на те, що програмна корекція результату вимірювання збільшує точність моделювання.

Проведені дослідження показали, що використання вдосконаленого методу спектрального аналізу з цифровою обробкою зображень еритроцитів на просвіт, отриманих в трьох частотних діапазонах когерентного світла, після подальшої кореляції отриманих результатів дозволить значно підвищити точність визначення морфологічних параметрів еритроцитів.

Література:

1. Yevgen Sokol; Roman Tomashevskyi; Kostyantyn Kolisnyk; Tatyana Bernadskaya; Mykola Makhonin Improving the Effectiveness of Methods for Controlling the Morphology of Erythrocytes (ELNANO) Pp. 329–333

2. Tishko T., Titar V., Tishko D., Nosov K. Digital holographic interference microscopy in the study of the 3D morphology and functionality of human blood erythrocytes. Laser Physics, no. 18.pp. 486–490.

3. Павленко Ю.Ф. Забезпечення єдності електрорадіовимірювань. Навч. посіб. Харків НТУ «ХПІ». 2011. 230 с

СЕКЦІЯ 3. ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ФАКТОРНОГО ВПЛИВУ НА РЕЗУЛЬТАТ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЮ МЕТОДОМ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Григоренко С. М., Григоренко І. В., Жук О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

На даний час знаходять широке застосування методи та засоби безконтактного вимірювання температури біологічних об’єктів у медичній практиці. Вони найбільш поширенні там, де прямий контакт вимірювального пристрою з біологічним об’єктом неможливий або важкодоступний. Використання безконтактних методів вимірювання температури біологічних об’єктів передбачає визначення температури на основі неінвазивно виміряних значень інтенсивності теплового випромінювання з поверхні біологічної тканини [1].

Безконтактне вимірювання температури біологічної тканини стає можливим на підставі застосування технології використання сенсору інфрачервоного випромінювання (λ = 9,35 … 9,19 мкм). Взагалі сенсори інфрачервоного випромінювання призначені для вимірювання температури віддалених або недосяжних об’єктів. Вони зарекомендували себе дуже добре, а саме у вузьких діапазонах температур.

При дисперсійному аналізі використовують термін – фактор, що визначає якість або властивість відповідно до якої класифікуються дані. Кожний фактор має кілька рівнів. Модель описується факторами, що входять до неї та комбінуванням різних факторів на різних рівнях.

На біологічний об’єкт впливають ряд факторів, що негативно діють на результат визначення температури, які складно стабілізувати та важко контролювати, але вони викликають похибку вихідної величини. Необхідно провести процедуру рандомізації факторів для того, щоб зробити їх вплив випадковим.

Припустимо, що T – параметр, який характеризує випромінювання з поверхні біологічної тканини, що треба вимірювати; P_1 , … P_n – показники контролю, що визначаються у процесі вимірювань (наприклад, температура повітря, вологість повітря, запиленість повітря, яскравість світового випромінювання). Результат визначення кожного з показників контролю можна записати у вигляді стандартної математичної моделі, у якій факторами, що впливають є параметр T та $(n – 1)$ факторів, що зумовлені мінливістю показників контролю, які залишилися. Це твердження є вірним, бо показники, що залишилися характеризують кількісно $(n – 1)$ фізичні

властивості об’єкта контролю та відрізняються від параметру контролю *T*, тим, що є можливість прямого вимірювання їх рівнів. Таким чином, результат спостереження залежить від *n* факторів, що впливають.

Модель при дисперсійному аналізі має такий вигляд [2]:

(Значення, що спостерігається) = $\sum$ *(Фактори, що описують ефекти, що визначаються)* + $\sum$ *(Випадкові величини, що описують залишкові ефекти).*

Для безконтактного вимірювання температури біологічного об’єкту розглянемо модель впливу на результат вимірювань показника контролю P_{abcd} при чотирьох факторах, що впливають (ε_a та факторах, рівні яких кількісно відображені значеннями трьох показників контролю, що залишилися (температура повітря, яскравість світового випромінювання, вологість повітря). Вона має вигляд:

$$P_{abcd} = \overline{P} + \varepsilon_a + \alpha_b + \beta_c + \chi_d + (\varepsilon\alpha)_{ab} + (\varepsilon\beta)_{ac} + (\varepsilon\chi)_{ad} + (\alpha\beta)_{bc} + (\beta\chi)_{cd} + (\alpha\chi)_{bd} + (\varepsilon\alpha\beta\chi)_{abcb} + d_{abcd}. \quad (1)$$

де *a, b, c, d* – номера рівнів факторів, що впливають;

ε_a – відхилення результату вимірювання показника P_{abcd} від його середнього значення $\overline{P}$, обумовлене впливом параметру *T*;

$\alpha_b, \beta_c, \chi_d$ – відхилення результату вимірювання P_{abcd} від $\overline{P}$, обумовлене трьома факторами, що залишилися;

$(\varepsilon\alpha)_{ab}, (\varepsilon\beta)_{ac}, (\varepsilon\chi)_{ad}, (\alpha\beta)_{bc}, (\beta\chi)_{cd}, (\alpha\chi)_{bd}$ – відхилення, яке обумовлене парними взаємодіями усіх факторів, що впливають;

$(\varepsilon\alpha\beta\chi)_{abcb}$ – відхилення, яке обумовлене взаємодією чотирьох факторів, що впливають;

d_{abcd} – випадковий залишок.

Модель (2) не є виключно параметричною, із-за випадкових рівнів параметру теплового контролю *T*. Її слід віднести до змішаної моделі.

Література:

1. Головньов Максим, Скоропад Пилип Перспективи застосування термометрів випромінювання у медицині. *Вимірювальна техніка та метрологія*, № 73, 2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http: // ena.lp.edu.ua.

2. Григоренко І. В., Григоренко С. М., Жук О. В. Використання дисперсійного аналізу при побудові моделі факторного впливу на результат дистанційного теплового контролю біологічних об’єктів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Сучасні інформаційні системи.* – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. Т. 6, № 3 – с. 23 – 27. doi: 10.20998/2522-9052.2022.3.03.

СИМУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ЧАСТОК

Плєснецов С.Ю., Задорожна А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Ультразвуковий контроль є одним з найрозповсюдженіших видів неруйнівного контролю. Цей вид контролю використовується у металургії, будівництві, машинобудуванні тощо. В деяких галузях використання ультразвукового контролю є обов'язковим відповідно до діючого законодавства.

Симуляція процесів контролю є елементом, який використовується як при вивченні методів контролю при підготовці фахівців, так і в науковій та технологічній діяльності при проектуванні технологій та розробці методів контролю. Програмні засоби (ПЗ) для симуляції ультразвукових методів контролю засновані на методі скінчених елементів, що надає високоточний розрахунок, але потребує надзвичайно потужного обладнання, а самі відповідні ПЗ є досить комплексними в оперуванні та налаштуванні.

На рис. 1 наведено схему поведінки моделей частки та розділювача у корпускулярному представлені акустичної емісії [1]. Розділювач представляє лінію розділу середовищ. Частка представляє собою точку акустичного поля у даний момент.

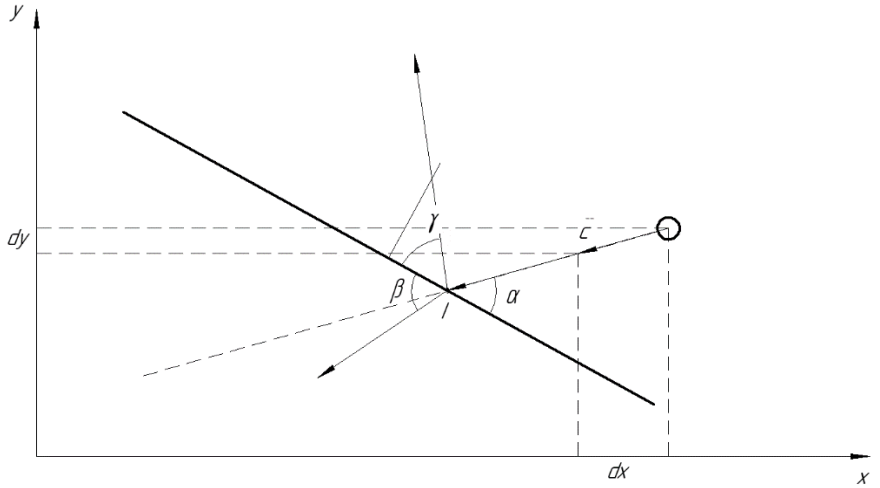


Рисунок 1 – Опис моделі частки та розділювача

Частка рухається у просторі зі швидкістю $\bar{c}$ яка може бути спроектована на вісі x та y як dx та dy за час ітерації dt. Вектор $\bar{c}$ може опинитись у стані перетину з розділювачем, коли частка досягла лінії розділу середовищ у точці перетину I. Частка має бути розділена принаймні на дві – віддзеркалену частку та заломлену частку. Кути віддзеркалення та заломлення розраховуються за законом Снеліуса.

Для кожної частки має враховуватись пройдена відстань:

$$l = \sum \sqrt{dx_i{}^2 + dy_i{}^2}. \quad (1)$$

Тоді поточна амплітуда, яка буде пропорційною до енергії, може бути визначена як:

$$A = A_{\text{поч}} \cdot e^{-\delta l} \cdot k_e, \quad (2)$$

де $A_{\text{поч}}$ – початкова амплітуда при породженні частки, k_e – коефіцієнт втрат енергії. $k_e = 1$ при створенні частки на випромінювачі, і домножується на 0,5 при кожному перетині розділювача.

Кут взаємодії швидкості руху частки $\bar{c}$ та нормалі розділювача $\bar{n}$ може бути визначений як:

$$\alpha = \arccos(\|\bar{c}\| \cdot \|\bar{n}\|). \quad (3)$$

Для реалізації моделі, з урахуванням [1], розроблено об’єктну систему, наведену на рис. 2. Даний підхід описано у [2].

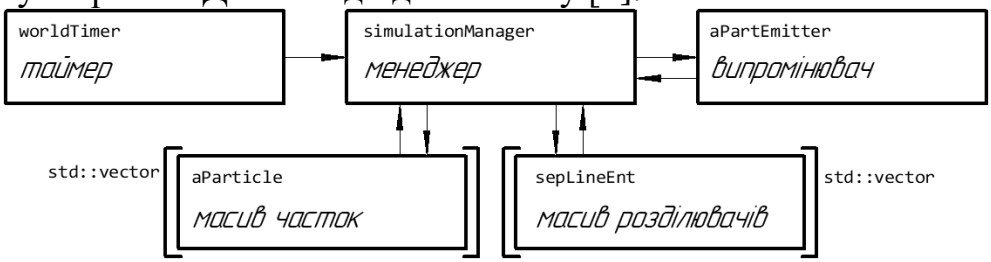


Рисунок 2 – Схема взаємодії класів

Симуляцією керує об’єкт – менеджер, що забезпечує виконання методів у елементах симуляції, та контролює хід часу у відповідності до відрахунку часу за об’єктом worldTimer. Інформація про метод та параметри випромінювання часток зберігаються в об’єкті класу емітер. Це дозволяє за необхідності гнучко налаштовувати параметри випромінювання. Менеджер містить в собі масиви об’єктів класу частка та розділювач. Таким чином менеджер є проміжним інтерфейсом, який контролює взаємодію між розділювачами та частками.

В роботі розроблено модель поведінки частки у симуляції ультразвукового контролю та створено програмний засіб для виконання симуляції за розробленою моделлю.

Література:

1 Плєснецов С. Ю, Юданова Н. М., Коваленко А. С. Реалізація симуляції акустичних процесів на базі програмної платформи Unreal Engine 4. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Електроенергетика 50 та перетворювальна техніка*, № 8 (1284). 2018.

2 Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О., Задорожна А.О. Планування реалізації програмної симуляції процесу емісії та прийому ультразвукових коливань. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я*: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». 1113 с. с.360.

МЕТОДИ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛОВИРОБІВ: ОГЛЯД

Плєснецов Ю.О., Горбатенков О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Метали – це кристали з тривимірною періодичністю атомів. Геометрична модель кристалічної структури металів має вигляд тривимірної ґратки, в просторі якої розміщуються атоми. В залежності від характеру розміщення атомів в кристалічній ґратці структури чистих металів поділяються на ряд типів [1]. Переважна більшість металів має кубічну об'ємноцентровану, кубічну гранецентровану або гексагональну щільноукладену ґратку

Стабільність кристалічної ґратки забезпечується певним співвідношенням між силами відштовхування і притягання між атомами.

Енергію взаємодії двох атомів кристалічної решітки можна визначити за допомогою рівняння [2]:

$$U=\left(\frac{A}{r^m}\right)+\left(\frac{B}{r^n}\right)$$

де A і B - константи; m і n - показники ступеня для сил протягування і відштовхування (n завжди більше m); r - відстань між атомами.

Розрахунки показують, що напруження, яке необхідно прикласти до ідеального кристала для здійснення деформації значно (на два – три порядки) перевищують напруження, які експериментально зафіксовані в реальних матеріалах.

Структурні дефекти суттєво впливають на зміцнення та руйнування металів при пластичній деформації, тому без розуміння механізму впливу цих дефектів на міцність метала неможливо зрозуміти фізичну сутність деформаційного зміцнення. Дані дефекти виникають у кристалах у результаті кристалізації металу, термічної обробки, пластичної деформації тощо. За геометричними ознаками їх поділяють на 4 групи [3]: 1) точкові; 2) лінійні; 3) поверхневі (плоскі); 4) об’ємні.

Точкові дефекти за своїми розмірами порівнювані з розмірами атома. У чистих кристалах можливі два типи точкових дефектів: 1) вакансії; 2) міжвузлові атоми.

Лінійні дефекти кристалічних ґрат мають розміри, близькі до атомних, у двох вимірах і значну протяжність у третьому. До цього виду дефектів належать дислокації, найпростішими з яких є: 1) крайові; 2) гвинтові.

Поверхневі дислокації – це дефекти, які мають значну довжину у двох напрямах. До них належать: 1) межі між субзернами; 2) межі між зернами; 3) міжфазні межі; 4) дефекти упаковки кристалічних ґрат; 5) скупчення дислокацій в одній площині та ін.

Об’ємні дефекти мають протяжність в усіх трьох вимірах. До них належить сукупність точкових, лінійних і поверхневих дефектів, які призводять до спотворення кристалічних ґрат за великих об’ємів кристала. Крім того, до об’ємних дефектів відносять наявність фаз, дисперсних виділень, різних вкраплень, а також нерівномірність розподілу напружень і деформацій у макрооб’ємах.

Наявність дефектів у кристалічних ґратах спричиняє їх спотворенню. Мірилом спотворення ґрат є вектор Бюргерса, який характеризує енергію дислокації та сили, що діють на них.

Щільність дислокацій розраховують за формулою

$$\rho = \frac{L_\Sigma}{V}, \qquad (4)$$

де ρ – щільність дислокацій, см$^{-2}$; L_Σ – сумарна довжина усіх дислокаційних ліній, м ; V – об’єм, м^3.

Існує значна кількість методів та пристроїв для зміцнення металевих деталей машин методом поверхневого пластичного деформування. Кожен із пристроїв побудований для вирішення певної технологічної задачі або ряду задач. Всі вони можуть бути класифіковані на п’ять основних груп у відповідності із схемою деформування поверхні металу в зоні контакту з інструментом. В залежності від розмірів, конфігурації, матеріалу деталі, призначення обробки, серійності виробництва та інших факторів в кожному конкретному випадку вибирають оптимальний метод поверхневого пластичного деформування.

До першої групи відносяться різноманітні методи накатування (обкатування і розкачування). До другої групи методів поверхневого пластичного деформування належать методи зміцнення зв’язаним ударним інструментом. До третьої групи методів поверхневого пластичного деформування відносяться методи зміцнювальної обробки вигладжуванням. Четверта група методів поверхневого пластичного деформування – дорнування, яке застосовується для обробки отворів. До п’ятої групи методів поверхневого пластичного деформування відносяться методи динамічного зміцнення, засновані на динамічній дії (ударі) інструмента або інструментів на оброблювану поверхню деталі.

Література:

3 Hull, D.; Bacon, D. J. (2001). Introduction to dislocations (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

4 Anderson, Peter M. (Peter Martin) (2017). Theory of dislocations. Hirth, John Price, 1930-, Lothe, Jens (Third ed.). New York, NY. ISBN 978-0-521-86436-7. OCLC 950750996

5 Marc André Meyers, Krishan Kumar Chawla (1999) Mechanical Behaviors of Materials. Prentice Hall, pp. 228–31, ISBN 0132628171.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Плєснецов Ю.О., Чекін Д.О.
)Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Промисловість зазнає значних втрат внаслідок недостатньої працездатності машин, що випускаються.

Для мінімізації цих втрат все більша увага приділяється одній із найважливіших властивостей машини, а саме збереженню працездатності відповідно до заданих технічних умов експлуатації впродовж заданого проміжку часу, тобто надійності машини. Надійність закладається під час проектування, забезпечується під час виробництва і реалізується під час експлуатації. Найважливішими показниками надійності є безвідмовність і довговічність.

При розгляді інженерно-технічних проблем відмови конкретизуються і деталізуються за допомогою механіки руйнування.

Механіка руйнування дає можливість отримати критерії, які визначають закономірності руйнування машин, і на основі цього дозволяє проводити діагностування технічного стану машин та забезпечувати прогнозування ресурсу машин.

Дослідження в галузі програмної надійності знаходяться на початковому етапі свого розвитку. У цьому напрямку сформульовані два ланцюга програмного забезпечення об'єкта:

1) програмна надійність як властивість машин, виконувати задані функції, обумовлені якістю програмного забезпечення;

2) надійність програмного забезпечення як властивість забезпечення виконання висунутих вимог.

Програмна надійність машин виявляється при спільній роботі обладнання і програми. Програмна надійність характеризує здатність машин виконувати задані функції. Надійність програмного забезпечення (правильність програми, коректність програми) характеризує якісний стан програми.

Надійність — це поняття, яке об'єднує ряд властивостей об'єкта, пов'язаних з якістю виконання ним певних функцій впродовж заданого часу. В техніці надійність має конкретне значення, може бути точно визначена, розрахована, об'єктивно оцінена, виміряна та випробувана [1-3].

Довговічність машини - це її робота за весь період експлуатації, враховуючи, ремонтні і профілактичні заходи. Поновлювальна працездатність машини втрачається в процесі її експлуатації.

У період нормальної експлуатації поступові відмови ще не проявляються, і надійність характеризується раптовими відмовами. Ці

відмови викликаються несприятливим збігом багатьох обставин і тому мають постійну інтенсивність, яка не залежить від віку виробів:

$$\lambda(t) = \lambda = const,$$

де $\lambda(t)$ − раптова відмова.

Залежність підпорядковується експоненціальному закону розподілу часу безвідмовної роботи і однакова за однаковий проміжок часу в період нормальної експлуатації. Експоненціальним законом розподілу можна апроксимувати час безвідмовної роботи широкого кола об'єктів (виробів).

Під поступовими відмовами в технічній літературі мають на увазі відмови, причиною яких є знос, причому знос розуміється в розширеному сенсі слова. Отже, для подібних відмов потрібні закони розподілу часу безвідмовної роботи, які дають спочатку низьку щільність розподілу, потім максимум і далі падіння, пов'язане зі зменшенням числа працездатних елементів.

У зв'язку з великою кількістю причин і умов виникнення відмов у цей період, для опису надійності застосовують кілька законів розподілів, які встановлюють шляхом апроксимації результатів випробувань чи спостережень в експлуатації.

Випробування програм на надійність і випробування технічних засобів на надійність їх програмного забезпечення – обов'язкові етапи при перевірці надійності програмно-апаратних систем.

Випробування з метою перевірки надійності програм здійснюються за допомогою спеціальних програм (тестування) і спеціальних (імітаційних) стендів. При цьому перевіряється:1) ступінь відпрацювання програми; 2) відповідність програми заданим вимогам.

Випробування з метою перевірки надійності технічних засобів, які працюють під управлінням програмного забезпечення, здійснюються при спільній роботі програми і технічного засобу. При цьому перевіряються: 1) ступінь відпрацювання програми відповідно до заданих вимог; 2) коректність цих вимог; 3) узгодженість взаємодій програми і апаратури.

Література:

1. Мєшков Ю.Я. Фізичні основи руйнування сталевих конструкцій. Київ: Наукова думка, 2001. 240 с.

2. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів: навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2003. 226 с.

3. Федун І.В. Основи теорії надійності та контролю якості виробів електронної техніки. Вінниця: ВДТУ, 2003. -71 с.

4. Володарський Є.Т. Статистична обробка даних: навчальний посібник / Є.Т. Володарський, Л.О. Кошева. Київ: НАУ, 2008. 308 с.

5. Васюра А.С. Елементи та пристрої систем управління і автоматики: навчальний посібник. Вінниця: ВДТУ, 1999. 157 с.

СУЧАСНІ ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Познякова М.Є., Курасов С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

В наш час кожен день відбувається близько ста тисяч польотів, а їх безпека є пріоритетом. Саме створення сучасної системи керування якістю, яка відповідає європейським стандартам, та обов'язкове застосування методів неруйнівного контролю (НК) на етапах виробництва, експлуатації та ремонту є найефективнішим способом підтримки високої надійності техніки та збільшення термінів її служби [1].

За допомогою методів НК можливе виявлення дефектів без порушення суцільності матеріалу, проведення оцінки структури і фізико-хімічних властивостей матеріалу, контроль геометричних розмірів виробів тощо [2].

Більшість деталей створюються за допомогою зварювання (рис. 1). Це найпоширеніший спосіб виготовлення металоконструкцій сучасної промисловості. Зварювання просте, не сильно збільшує масу конструкції, має високий потенціал механізації та автоматизації, має малі трудові та часові витрати, але при цьому в зоні термічного впливу виникає сильна зміна фізико-механічних властивостей металу в з'єднаннях виникають залишкові напруги та деформації [3].



Рисунок 1 – Деталь паливного насосу, створена за допомогою дифузійного зварювання

Найбільш поширені в умовах виробництва, експлуатації та ремонту авіаційної техніки магнітні (магнітопорошковий), капілярні (кольоровий, люмінесцентний та

люмінесцентно-кольоровий), вихрострумові, акустичні, радіаційні (рентгенографічний та гаммаграфічний) та візуальні (оптичний) методи НК [2, 3].

Визначення ймовірності виявлення дефектів є досить складним завданням, яке ще більше ускладнюється, якщо для підвищення достовірності визначення дефектів доводиться комбінувати методи. При цьому вартість застосування методу контролю або їх сукупності має бути якомога нижчою.

Об’єктивний аналіз застосування різних методів призвів до доцільності застосування комплексних систем контролю, що дозволить виключити недоліки одного методу, взаємодоповнювати методи та досягти підвищення надійності контролю систем та агрегатів. Різні методи контролю характеризуються різними значеннями техніко-економічних параметрів: умови застосування, чутливість, тип контрольованих об'єктів тощо [2]. Тому при формуванні комплексу методів НК різної фізичної природи необхідно враховувати критерії їхньої ефективності та витрат ресурсів.

Комплексне використання найбільш чутливих методів не означає, що показники достовірності будуть найбільшими, а технічні показники можуть не співпадати з економічними критеріями (трудовитрати, вартість, час контролю). Це може призвести до того, що обраний комплекс методів НК може виявитися з економічної точки неефективним.

З аналізу характеристик контролю виникає необхідність розв'язання задачі вибору комплексу методів НК з огляду оптимізації. Вирішення задачі – оптимальне поєднання різних методів НК, застосування яких буде спрямоване на забезпечення підвищення ефективності та достовірності контролю, продовження працездатності, планування технічного обслуговування з урахуванням економічних показників.

Для ефективного вирішення сучасних задач контролю необхідним є: створення сучасної системи керування якістю на підприємствах, яка має слідкувати за виконанням технічних вимог та запобігати можливості появи невідповідностей; удосконалення приладів контролю, підвищення точності методів технічного стану та методів НК; автоматизація збору обробки та зберігання експлуатаційної інформації для подальшого аналізу; детальна обробка контрольованих параметрів, методів та технологій вимірювань приладів для контролю; підвищення кваліфікації спеціалістів та рівня підготовки співробітників підприємств.

Література:

1. Ball D. L. The Role of Nondestructive Testing in Aircraft Damage Tolerance // Materials Evaluation. 2003. № 7. P. 814–818.

2. Білокур І.П. Основи дефектоскопії: підручник. Київ: Азимут-Україна, 2004. 496 с.

3. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник под общей редакцией В.В.Клюева. М. Машиностроение. 2005. 488с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ МАГНІТНОГО КОНТРОЛЮ ШИХТОВАНИХ МАГНІТОПРОВОДІВ

Сіренко М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2, e-mail: sirnn2@gmail.com

Стандартні методи визначення магнітної індукції, як важливого показника якості виробів з електротехнічних тонколистових сталей, основані на застосуванні апарату Епштейна для пакетів смугових зразків розімкненої форми або на попередньому нанесенні намагнічувальної та вимірювальної обмоток на зразки замкненої форми. Крім того, визначення індукції і напруженості магнітного поля базується на опосередкованих вимірюваннях, пов'язаних з розрахунками. Тому автоматизація магнітного контролю таких сталевих зразків і готових шихтованих магнітопроводів спрямована на усунення цих недоліків шляхом застосування пермеаметрів і створення установок для вимірювань безпосередньо магнітної індукції.

Перше завдання вирішується при застосуванні ряду відомих пермеаметрів, здатних автоматизувати магнітний контроль як тонколистових замкнених виробів складних конфігурацій, так і габаритних магнітопроводів [1, 2]. Повна автоматизація завершується створенням відповідних установок з автоматизованими вторинними вимірювальними перетворювачами ВВП, де у якості первинних перетворювачів використані пермеаметри П (рис. 1). При цьому для підвищення точності результатів застосовують диференційний метод вимірювання магнітної індукції контрольованих зразків КЗ у порівнянні з індукцією стандартних зразків СЗ, які розміщують на пермеаметрах П1 і П2 відповідно [2].

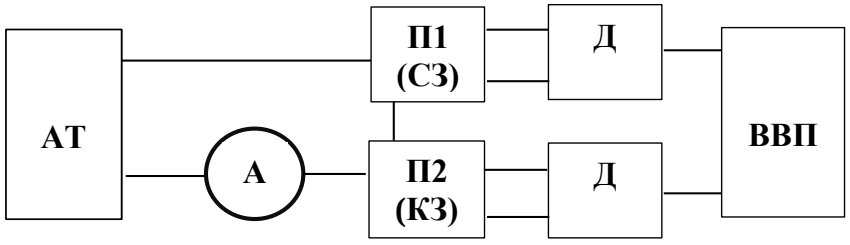


Рисунок 1 - Функціональна схема автоматизованих установок магнітного контролю якості елементів шихтованих магнітопроводів

Їх намагнічувальні обмотки послідовно з'єднані з автоматичним трансформатором АТ і вимірювачем напруженості поля (амперметром А), а до їх вимірювальних обмоток підключені ідентичні детектори середніх значень змінної напруги Д. Для виконання ВВП, призначеного для безпосередньої реєстрації і відображення значень магнітної індукції випробуваних елементів магнітопроводів, пропонуються два варіанти.

У першому варіанті ВВП сигнали з детекторів Д подаються на диференціальний підсилювач постійних струмів і далі на дворівневий компаратор з підключеним до нього джерелом опорної напруги [2]. Вимірюване значення різниці індукцій ΔB стандартного і контрольованого виробів з незначною різницею товщини їх шихти визначаються напругою ΔU на виході ВВП, а також постійними значеннями площі перерізу $S_{\text{с}}$ стандартного зразка і коефіцієнту градуювання K пермеаметрів:

$$\Delta B = \Delta U/(KS_{\text{с}}). \quad (1)$$

Тому діапазон вимірювань вихідного вимірювального приладу можна одразу проградуювати в одиницях магнітної індукції (Тл). Оскільки значення напруги ΔU мають рівні мілівольтів і знак, то потрібен відповідний прилад, наприклад магнітоелектричний мілівольтметр з нулем посередині шкали і її кольоровим градуюванням зон допусків різниці ΔB.

В другому варіанті у якості ВВП може застосовуватись магнітоелектричний логометр, покази якого α є відношеннями постійних струмів $I_{\text{с}}$ і $I_{\text{к}}$ з кожного детектора Д, з'єднаного з вимірювальними обмотками пермеаметрів із стандартним (з індукцією $B_{\text{с}}$) і контрольованим (з індукцією $B_{\text{к}}$) виробами відповідно:

$$\alpha = I_{\text{с}}/I_{\text{к}} = k_{\text{в}}B_{\text{с}}/B_{\text{к}}, \quad (2)$$

де $k_{\text{в}}$ - ваговий коефіцієнт, значення якого дорівнює результату відношення маси стандартного зразка до маси контрольованого виробу і розраховується при їх попередньому зважуванні.

Якщо вважати за відносний показник Q_B якості сталевих виробів по індукції відношення значень індукцій $B_{\text{с}}$ до $B_{\text{к}}$, то його можна виразити, як

$$Q_B = \alpha/k_{\text{в}}. \quad (3)$$

При виробництві однотипної продукції значення $k_{\text{в}}$ майже не відрізняється від 1 в різні боки. Тому, при контролі показника Q_B на шкалі логометру також можна відмічати кольором зони його допуску.

Такі вимірювальні установки пропонуються для автоматизації магнітного контролю якості рулонної електротехнічної сталі, шихтованих магнітопроводів і їх елементів, осердь статорів і роторів електродвигунів.

Література:

1. Авраменко О.А., Горкунов Б.М, Сіренко М.М., Львов С.Г. Пермеаметри. Конструювання, метрологічне забезпечення, застосування. Навчальний посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2012. 76с.

2. Сіренко М.М., Горкунов Б. М., Львов С. Г., Саліба Абдел Нур Автоматизований пристрій магнітного контролю виробів складних форм із електротехнічних сталей. *Метрологія та прилади*. 2019. №2. С. 3-10.

ДО СПРИЙНЯТТЯ КОНТРОЛЬОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ

Смолін Ю.О., Кагітін Ю.М., Сілін Д.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

На цей час немає єдиного сприйняття контрольованих параметрів у технічному контролі. Це поняття переглядалося і модифікувалося в міру розширення сфери його застосування, відображаючи специфіку тих чи інших напрямків дослідження і їх авторське бачення.

Докладний аналіз поглядів на визначення контролю та на сприйняття окремих контрольованих параметрів проведено в роботі [1]. Але поняття сприйняття контрольованих параметрів є багатогранним і залежить від багатьох факторів. Пропонуємо розглянути підхід до сприйняття контрольованих параметрів з акцентом на математичні аспекти.

Алгоритми контролю технічних об'єктів досить різноманітні. Головне джерело різноманітності - сукупність операцій, що умовно виділяються з алгоритму в процедуру сприйняття контрольованого параметра - формування його образу.

Сприйняття предметів або явищ має на увазі їх впізнавання в цілому, з точки зору мети дослідження. Тут під сприйняттям контрольованого параметра розуміється вилучення з технічного об'єкта інформації, що відповідає меті контролю і представленої у формі математичного об'єкта або сукупності об'єктів (образу контрольованого параметру). Форма подання повинна бути зручна для подальшого аналізу і обробки.

Згідно даному трактуванню сприйняття суб'єктивне. Воно визначається не тільки конкретним змістом контрольованого параметра, але і прийнятими підходами до виділення, аналізу та обробці вихідної інформації. Звідси - можлива неоднозначність в розподілі алгоритмічного навантаження між сприйняттям і частиною алгоритму, що залишився.

Процедура сприйняття може бути досить простою, наприклад, здійснюване датчиком перетворення фізичної величини в електричний сигнал, і навіть зовсім зводиться нанівець при контролі параметрів, представлених математичним об'єктом і досить складною включаючи, наприклад, контроль сукупності допоміжних технічних об'єктів, який, в свою чергу, передбачає сприйняття деяких, зазвичай іншої природи, контрольованих параметрів.

Образ x' контрольованого параметра x передбачає наявність і образу N' норми N. Останній є відображенням норми в пам'яті системи контролю. Очевидно, $N' \in G'$, де G' - множина образів x'.

Результат контролю образу x', інакше кажучи, результат перевірки істинності висловлювання $x' \in N'$, розцінюється як результат контролю самого оригіналу, тобто як значення істинності висловлювання $x \in N$. Час,

що витрачається на його отримання, залежить від швидкості сприйняття контрольованого параметра і може бути досить тривалим.

У множині N' нерідко виділяється підмножина або сукупність підмножин, призначених для отримання більш докладної інформації про образ x' в процесі контролю. Ця інформація використовується для підвищення якості контролю, для управління технічним об'єктом і інших цілей.

За ознакою адекватності образів x' і N' своїм оригіналам x і N можна виділити два ємні різновиди контролю: прямий контроль і непрямий контроль.

У разі прямого контролю між множинами G і G' має місце взаємно однозначна відповідність: $G \overset{t}{\leftrightarrow} G'$. Внаслідок цього перевірка $x \in N$, тобто ствердження, що контрольований параметр x може бути чи не бути елементом множина N, інакше кажучи, висловлювання

$$x \in N \qquad (1)$$

може бути, як істинним, так і помилковим, є рівнозначною перевірці $x' \in N'$. Результат такого контролю і значення істинності висловлювання (1) завжди адекватні .

Характер відповідності G і G' при непрямому контролі: $G \overset{t}{\leftrightarrow} G'$. Тому результат контролю не завжди адекватний значенням істинності (1).

Множина G і G' щодо операції додавання можна розглядати як групи [2]. Тоді прямий контроль відповідає ізоморфності, а непрямий - гомоморфності цих груп.

Прямий контроль найбільш характерний виробництву штучних виробів і історично передував непрямому контролю. Він використовує всю інформацію про контрольований параметр, що міститься в об'єкті контролю, і застосовується тоді, коли таке використання технічно і економічно виправдано. З ростом вимог до економічності контролю і ускладненням контрольованих об'єктів прямий контроль виявляється або недоцільним, або просто неможливим. Непрямий контроль обходить ці труднощі шляхом виявлення, аналізу і обробки не всієї, а деякої частини інформації про контрольований параметр. Плата - зниження якості контролю.

Література:

1. Смолін Ю.О. Обговорення проблематики визначень і термінології технічного контролю. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2022. № 3. С. 177–184.

2. Мишина А.П., Проскурив И.П. Высшая алгебра. М.: Наука, 1965. 539 с.

ЗБУДЖЕННЯ ТА ПРИЙОМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ІМПУЛЬСІВ ЕМА СПОСОБОМ З ВИКОРИСТАННЯМ ІМПУЛЬСНОГО ДЖЕРЕЛА МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Сучков Г.М., Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2, hpi.suchkov@gmail.com

При використанні електромагнітно-акустичного (ЕМА) способу ультразвукового неруйнівного контролю металовиробів, як правило, ефективно засосовують ЕМА перетворювачі (ЕМАП) з джерелом постійного магнітного поля, в якості якого використовують магніти на основі кераміки NeFeB [1]. При своїх перевагах такі перетворювачі надзвичайно сильно притягуються до феромагнітних виробів, що приводить до значних труднощів при скануванні поверхні виробів та значному зносі ЕМАП.

Для виключення вказаних недоліків традиційних ЕМАП використовують імпульсне намагнічування [2-4]. В дисертаційній роботі Альохіна [2] стверджується, що створено ЕМАП для ультразвукового імпульсного товщиноміра. На рис.1 наведено часова розгортка на екрані цього контрольного приладу. Автор стверджує, що після включення імпульсу намагнічування формуються завади в феромагнітному осерді, обумовлені ефектом Баркгаузена та магнітострикційним перетворенням електромагнітної енергії в ультразвукову, що не дає можливості прийняти ультразвукові імпульси.

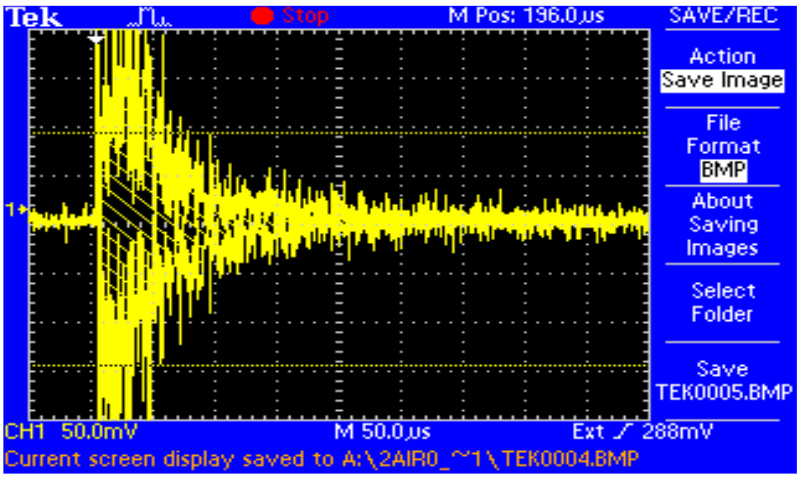


Рисунок 1 – Завади Баркгаузена, які обумовлені дією переднього фронту імпульсу живлення магніту перетворювача, згідно з роботою [2]

Аналіз роботи Альохіна С.Г. та інших [2-4] дав авторам зробити наступні висновки. При включенні струму живлення імпульсного магніту в поверхневому шарі металу максимальна індукція магнітного поля

формується через деякий час, що не було враховано розробниками. Окрім того, при включенні стуму живлення виникають завади значної амплітуди та часової тривалості, на рис 1 вона досягають 400…500 мкс. Тому у вказаних роботах не наведено зображень прийнятих ультразвукових імпульсів, окрім в роботі [4]. Така ситуація обумовлена значною індуктивністю котушки намагнічування перетворювача та наявністю феромагнітного осердя.

Автор роботи [4] запропонувала зменшити індуктивність котушки намагнічування ЕМАП, виконавши її з невеликою кількістю витків. Такий підхід давав можливість суттєво зменшити час наростання величини магнітної індукції в поверхневому шарі металовиробу. При цьому вдалося отримати відбиті від «дна» виробу донні імпульси, що дало можливість виконувати товщинометрію феромагнітних виробів, але тільки для металів з малим коефіцієнтом ослаблення ультразвукових імпульсів і технологічному зазорі не більше 0,2 мм. Тобто, для збудження та прийому донних імпульсів достатньої амплітуди необхідно збільшувати величину індукції магнітного поля ЕМАП.

На основі розглянутих робіт і деяких закордонних [5] та на основі моделювання автори запропонували наступні технологічні та технічні заходи: котушку намагнічування виконувати 3…8 витками; осердя джерела магнітного поля виконувати шихтованим з пластин товщиною не більше 0,5 мм; площини пластин осердя орієнтувати перпендикулярно провідникам високочастотної котушки ЕМА перетворювача.

Література:

1. Плєснецов С.Ю. Розвиток методів та засобів для електромагнітно-акустичного контролю стрижневих, трубчастих та листових металовиробів. Автореф. дис. д.т.н. Харків, 2021. ФОП Єфименко С.А. 40 с.

2. Альохін С.Г. Товщинометрія металоконструкцій на основі електромагнітно-акустичного перетворення в імпульсному магнітному полі: канд. техн. наук. МНВО «Спектр», 2013. 95 с.

3. Гобов Ю.Л., Михайлов А.В., Смородинський Я.Г. Намагнічувальна система для ЕМА-сканера-дефектоскопа. *Дефектоскопія.* 2014. № 11. Р. 48-56.

4. Електромагнітно – акустичні перетворювачі для ультразвукових вимірювань, контролю та діагностики металовиробів / Салам Буссі та ін. *Український метрологічний журнал*. 2019 № 4. С. 41- 49.

5. Ohtsuka Y., Yoshimura T., Ueda Y. P2E-6 New Design of Electromagnetic Acoustic Transducer for Precise Determination of Defect. 2007 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings. Pages: 1609 - 1612, DOI: 10.1109 / ULTSYM.2007.405.

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

DEVELOPMENT OF ELECTRONIC LOAD FOR SOLAR CELL TESTING BASED ON FIELD-EFFECT TRANSISTOR

Zaitseva L.V., Kuzyakin O.O., Kirichenko M.V., Zaitsev R.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Kyrpycheva str. 2.

The electronic loads, which are available on the market, combine excellent accuracy with complex control interfaces and, as a rule, capable of operating at very high currents at high power. Different models are usually available, each of them is corresponding to a different voltage, power and current range, the lowest achievable resistance is about 5 mOhm, and the current can reach 80 A.

However, despite these technical characteristics, the overall efficiency of the load array is fundamentally limited by its electrical connection to the tested power supply source. Copper and aluminum conductors with a cross section of 40 mm^2 or more are used for the connection requirements and this connection length imposes significant resistive losses between the tested power supply source and the load modules. This additional resistance affects the load voltage, and the parasitic inductance L_p in the conductors limits the maximum speed of transients:

$$\frac{dI}{dt_{max}} \leq \frac{Vd}{L_p}$$

Also, for testing more powerful power supply sources, it is possible to combine several of these load modules in parallel (it is possible to achieve an effective resistance below 2,7 mOhm). Moreover, when more and more individual loads that are connected in parallel, the installation becomes larger, and, accordingly, the more resistance busbars and inductive losses on the connection busbar. Obviously, to achieve the highest speed of transients and the lowest total resistance requires a more specialized solution of electronic load.

To simulate the behavior of a powered semiconductor device, we need an electronic load with the following characteristics: the highest possible rate of load current increase (dI/dt) (at best the rate of increase is also regulated); regulated load current; high scattering power, both peak and continuous; ability to control the load current with high accuracy and wide bandwidth.

To test low voltage power supply sources at very high current levels (eg. solar modules) [1], the electronic load must have an ultra-low minimum resistance. Finally, the electronic load must be designed for connecting to the test source with minimal resistance and inductance, otherwise the overall efficiency will be limited by the connection itself.

The simplest load that can be offered is a power resistor. If its size and cooling are correct, it can meet the requirement for high power dissipation, and the current can be controlled directly (by measuring the voltage on a known resistor). Sequentially adding a switch allows you to generate a transient load. However, the load will be either fully on or off, and the current will depend on the voltage being tested. The

velocity of current change is not controlled or regulated. Obviously, this is not a flexible solution that can be adapted to a wide range of testing requirements.

For providing changeable load and adjustable current reduction velocity (velocity which impect on the load current increases and decreases), it is necessary to build an active circuit based on an operational amplifier. The operational amplifier activates the gate of the power MOSFET transistor to set the controlled voltage on the sensor resistor [2]. It results in a controlled load current flowing from the outlet to the MOSFET source and through the sensor resistor to ground. The power of the MOSFET adds current amplification, but does not add voltage amplification because it works as a current amplifier (source - follower).

This circuit can be implemented with an n-channel MOSFET with a sensor resistor on the lower side or with a p-channel MOSFET with a sensor resistor on the upper side. Anyway, the sensor resistor adds negative reverse connection because it is plugged to a MOSFET source, subtracting the voltage from the gate voltage as the current increases, and vice versa by adding the gate voltage as the current decreases, which promotes stability.

The load current, according to the proposed scheme, is proportional to the voltage and the shape of the control signal, while the coefficient of amplification is set by ratio input resistances and reverse connection of resistances [3].

An active electronic load circuit has many advantages over a simple switching resistor. Unlike simple resistance, active resistance can generate alternating load current from zero to maximum current. Besides, when the load current is controlled by an operational amplifier in a closed loop, the current accurately tracks the control signal. Therefore, the active electronic load can control the rate of decrease of current. Finally, since the circuit has a resistive element with a fixed value, accurate measurement of the load current of the high bandwidth is relatively simple.

Based on the considered physical and circuit solutions for the implementation of the electronic load unit, the electrical circuit shown in Figure 9 was developed. These transistors are controlled by four unipolar operational amplifiers integrated in the LM324 chip. The control of the electronic load unit is realized by controlling the voltage at the positive feedback terminals, which is additionally stabilized by the TL431 chip. The unit is powered by a source of direct stabilized current with a voltage of 12 V (provides additional filtering from voltage fluctuations).

References:

1. G.C. Mazumder, P.R. Biswas, N. Shams, *et. al.*, «Development of A Computerized I-V-Tracing System for Solar PV Module Testing», *International Jjournal of Scientific & Technology Research*, vol. 5, no. 6, pp. 328-333, 2016.

2. M.L. Beye, T. Wickramasinghe, J.F. Mogniotte, *et. al.*, «Active Gate Driver and Management of the Switching Speed of GaN Transistors during Turn-On and Turn-Off», *Electronics*, vol. 10, no. 2, pp. 106-119, 2021.

3. M.A. Bin Mohd Yusof, N, Tsukiji, Y. Kobori, *et. al.*, «A Study on Loop Gain Measurement Method Using Output Impedances in Operational Amplifier», *J. Tech. Soc. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 19-28, 2018.

MEASUREMENT UNCERTAINTY EVALUATION AT THE CLINICAL LABORATORY TESTINGS

Zakharov Igor[1)], Chunikhina Tetiana[2)]
[1)]***Kharkiv National University of Radioelectronics***
Nauky Ave. 14, Kharkiv 61166, Ukraine, newzip@ukr.net,
[2)]***National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"***
str. Kirpichova, 2 Kharkiv, 61002, Ukraine
tetianactv@ukr.net

The clinical laboratory testings are an integral part of the health care system. In Ukraine the activity of the medical (clinical) laboratories is regulated by [1], based on [2, 3]. The main purpose of the laboratory researches is obtaining the authentic data for diagnostics, prevention and treatment of the patient's illness. The statement of the correct diagnosis and efficiency of treatment depend on an accuracy of the diagnostics. Therefore, the task of the metrological assurance of the all stages of the laboratory researches is becoming very actual [4, 5].

The wide spectrum of the laboratory researches performed (biological, microbiological, chemical, immunological, hematological, biophysical, genetic and ets.), from one side, and realization non-linearity measurements, from other side, make essentially more difficult this task.

The most significant characteristic of the measurement results is an accuracy of measurement – the closeness of agreement between a test result and the accepted reference value [6].

There are two quality parameters of the results of measurements: precision and trueness [6,7].

Precision of measurement is understood as the closeness of agreement between independent test results obtained under stipulated conditions [6].

Measurement trueness is the closeness of agreement between the average value obtained from a large series of test results and an accepted reference value. The measure of trueness is usually expressed in terms of bias.

Bias is the total systematic error as contrasted to random error. There may be one or more systematic error components contributing to the bias. A larger systematic difference from the accepted reference value is reflected by a larger bias value [6].

According to the requirements of [1], medical laboratory must fulfil evaluation of the measurement results' uncertainty for each measurement procedure, used for obtaining a quantity value from patient's sample.

The methodological basis for recommendations on the evaluation and application of measurement uncertainty is the EP29-A standard [8], which was developed by the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).

Two approaches of the evaluation of measurement uncertainty in the field of clinical laboratory medicine are given in [8]: bottom-up uncertainty evaluation and top-down uncertainty evaluation.

The approach “bottom-up” is based on evaluation of measurement uncertainty of the measurand, using the input quantities’ uncertainties of the measurement model [9] (mathematical relation among all quantities known to be involved in a measurement).

The approach “bottom-up” suggests, that all possible sources of measurement uncertainty are known and quantified in an uncertainty budget. A combined standard measurement uncertainty is calculated using statistical propagation rules.

The top-down approach to measurement uncertainty evaluation recommends the use of two parameters: measurement trueness and measurement precision [10].

There are two variants of the realization of the approach “top-down”: with using results of the internal quality control and results of the interlaboratory comparison.

The advantages and disadvantages of the both approaches of the evaluation of measurement uncertainty in the medical laboratories are considered.

The examples of the evaluation of measurement uncertainty at the testings in the clinical laboratory, based on both approaches, are given.

References:

1. ISO 15189:2012 Medical laboratories – Requirements for quality and competence.

2. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

3. ISO 9001:2015. Quality management systems. Requirements.

4. Валентин Мокійчук, Наталія Пащенко, Ольга Самойліченко. Показники оцінювання якості лабораторних інформаційних систем Системи обробки інформації. 2018. № 2 (153). С. 165-171.

5. Батюк Л.В., Кізілова Н.М. Система моніторингу біофізичних властивостей еритроцитів крові пацієнтів для цілей медичної діагностики (engl.). Системи обробки інформації. 2020. № 3 (162). С. 13-20.

6. ISO 5725-1:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 1: General principles and definitions

7. JCGM 200:2008. International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM).

8. CLSI EP29-A:2012. Expression of Measurement Uncertainty in Laboratory; Approved Guideline.

9. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement.

10. ISO. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation. ISO 21748. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2010.

ІНФОРМАЦІЙНО–ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ СКЛАДСЬКИХ, ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЖИТЛА

Балєв В.М.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

В багатьох випадках на підприємствах, оптових базах, в магазинах, житлових та офісних приміщеннях необхідно забезпечити зберігання різноманітної сировини, комплектуючих, готових виробів, які використовуються під час виробництва, товарів призначених для подальшого продажу або для довготривалого зберігання, а також комфортні умови роботи чи проживання людей. Недотримання умов зберігання приводить до порчі об'єктів зберігання і відповідно до великих матеріальних втрат або суттєвого дискомфорту людям в офісних чи житлових приміщеннях. Ми можемо навести багато прикладів коли підтримка умов зберігання та забезпечення комфортних умов виконується за рахунок розрізненого обладнання різноманітних виробників яке працює автономно, вирішуючи якусь одну просту задачу без взаємодії з іншим обладнанням.

Ми вважаємо, що суттєво зменшити такі матеріальні втрати і забезпечити комплексний підхід до цієї проблеми дозволяє використання інформаційно-вимірювальних систем моніторингу умов зберігання у складських приміщеннях, а також умов праці і проживання людей, та автоматичного сповіщення про недотримання відповідних умов. Прикладом такого підходу може служити система автоматичного регулювання параметрів мікроклімату складських приміщень [1] де розглянуто структурну та функціональну схеми побудовані на базі мікроконтролера STM32 або Arduino Uno. В складі системи передбачено WEB інтерфейс, який дає можливість доступу до налаштувань системи та отримання інформації про поточний стан об'єкту, за яким слідкує система. Іншим прикладом є продукція української компанії Polymetrica [2] яка забезпечує функціонування обладнання моніторингу та керування системами обігрівання, управління обладнанням для дитячих садків, житлових комплексів та інше, контроль температури, електроенергії, облік води і газу, відкриття дверей, управління обладнанням дозволяє дистанційно переглядати дані в будь-який момент часу через WEB-інтерфейс.

Однією з головних умов при розробці таких систем є можливість їх використання з вільно програмованими контролерами всіх провідних виробників. Така гнучкість системи дозволяє, по-перше, чітко конфігурувати її під потреби клієнта, по-друге, застосовувати не тільки для контролю з системами, наприклад, вентиляції або теплопостачання, але і для управління будь-якими технологічними процесами. Це досягається використанням стандартних інтерфейсів та широко розповсюджених

протоколів для забезпечення обміну інформацією, наприклад інтерфейс RS-485 спільно з протоколом Modbus [2].

Одним з варіантів побудови програми збору, обробки технологічної інформації та візуалізації інформації про поточний стан різноманітних процесів, а також для керування технічними об'єктами та технологічними процесами є використання середовища LabVIEW. Середовище програмування LabVIEW спрощує інтеграцію апаратного забезпечення для інженерних додатків, щоб у вас був послідовний спосіб отримання даних від апаратного забезпечення National Instruments та сторонніх виробників. LabVIEW зменшує складність програмування, тому ви можете зосередитися на своїй унікальній інженерній задачі. Щоб перетворити отримані дані на реальні бізнес-результати, ви можете розробити алгоритми для аналізу даних і розширеного контролю за допомогою включеної математики та програм обробки сигналів або повторно використовувати власні бібліотеки з різноманітних інструментів. Щоб забезпечити сумісність з іншими інженерними інструментами, LabVIEW може взаємодіяти та повторно використовувати бібліотеки з іншого програмного забезпечення та мов з відкритим кодом.

Прикладом такого підходу може бути система моніторингу стану зерна в зерносховищах [3] де використовувалось середовище LabVIEW для організації збору та обробки вимірювальної інформації і реалізації інтерфейсу з обслуговуючим персоналом.

Сучасні реалії (карантини, військові дії) потребують широко запроваджувати автоматичну реєстрацію системних параметрів і подій, а також подавати сигнали про виявлені несправності. Необхідно забезпечити можливість дистанційного керування обладнанням. Інформацію про роботу всіх систем бажано архівувати і при необхідності вона має бути доступною фахівцям. Всі дані, отримані під час роботи можуть відображатися на екрані віддаленого комп’ютера. Інформування персоналу і керівництва може відбуватися за допомогою бота в месенджерах (Viber і Telegram). Таким чином відбувається контроль виконання поставлених завдань, пов’язаних з будь-якими змінами параметрів в системі моніторингу.

Література:

1. Гайсін А.Ф., Терлецький О.В. Система автоматичного регулювання параметрів мікроклімату складських приміщень : Матеріали XIII-ї науково-практичної конференції «*Перспективні напрямки сучасної електроніки*», КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ, 4 квітня 2019 р.

2. https://polymetrica.com/uk/obladnannya/

3. Балєв В.М. Свириденко М.Ю. Реалізація системи моніторингу стану зерна у сховищах з використанням LabVIEW. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». 1107 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗОЗУЛИНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛАНІВ ДВОФАКТОРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Бичков А.В., Кошовий М.Д.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», вул. Чкалова 17, м. Харків

Методи планування експерименту, оптимізації та прогнозування набувають все більшого значення при проведенні досліджень приладів та систем. Для прийняття оптимальних рішень на різних етапах дослідницької роботи розроблено багато методів, пов'язаних із плануванням експерименту [1]. При цьому підвищення точності експерименту вимагає збільшення числа факторів, які включаються в план його реалізації. Це, в свою чергу, ставить задачу мінімізації вартісних та часових витрат на проведення експерименту згідно з розробленим планом.

Формування проблеми. При дослідженні складних технічних систем на етапах планування, налаштування та проведення експерименту важливим є те, що час його реалізації має бути якомога коротшим із збереженням низької загальної ціни. В умовах обмежених матеріальних ресурсів наукові організації та підприємства повинні враховувати це питання при формуванні своїх досліджень. Тому необхідно знаходити найкращи порядки реалізації дослідів в плані експерименту з метою швидкого та дешевого його виконання. Для автоматизації цих процесів розроблена низка методів та програм, що їх реалізують [1]. Кожен із них має свої переваги та недоліки.

Доцільно розглянути можливість застосування зозулиного алгоритму для вирішення цієї проблеми та оцінити його ефективність.

Для вирішення цього завдання розроблено зозулиний метод та програму, що його реалізує при оптимізації двофакторних планів експерименту. Програмний продукт розроблено з використанням мови програмування C#. Зразок цього програмного забезпечення разом із інтерфейсом показано на рис.1.

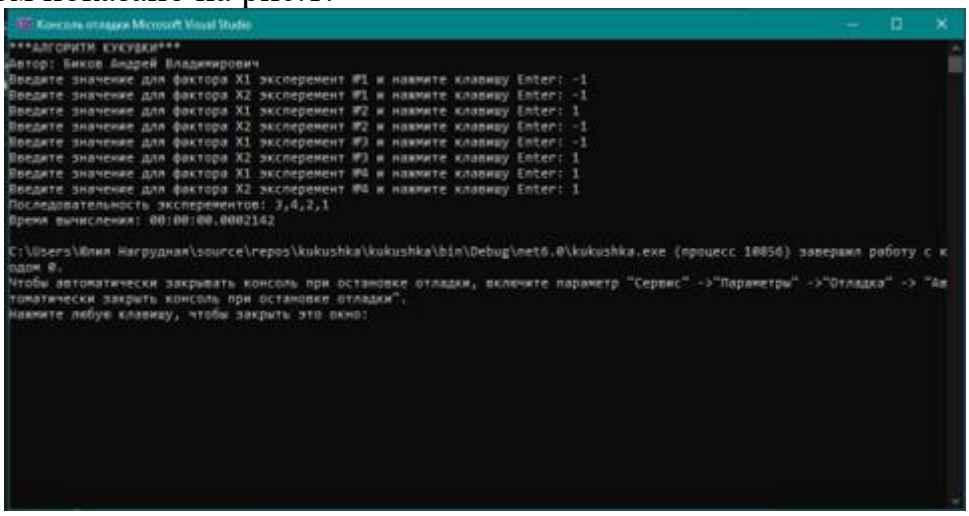


Рисунок1 – Інтерфейс програмного продукту

Апробація розробленого зозулиного методу та програмного забезпечення виконувалася при оптимізації дворівневого плану експерименту для дослідження вимірювача постійного струму та щільності струму в електролітах.

Відомі пристрої для вимірювання постійного струму та щільності струму в електролітах споживають велику кількість енергії та не можуть працювати тривалий час на портативних джерелах живлення без заряджання акумулятора або заміни гальванічного елемента. В роботі [2] запропонований вимірювач постійного струму та його щільності, який ліквідує вказаний недолік. При його дослідженні в якості критерія оптимізації було обрано y_1, мА, що характеризує струмоспоживання. Факторами, що впливають на цей показник, вибрані:

X_1 – опір R_4, що дозволяє встановлювати струм, який протікає через обмотку безконтактного магніточутливого перетворювача;

X_2 – опір R_3, що дозволяє встановлювати струмовий режим мікропотужного операційного підсилювача.

Величини зміни значень факторних рівнів наведено у табл. 1. У табл. 2 показано витрати на ініціалізацію рівнів факторів. У таблиці 3 показано початковий план експерименту. Оптимальний план експерименту з дослідження безконтактного вимірювача постійного струму та його щільності, знайдений з використанням програмного продукту, що реалізує зозулиний метод, за 0,00021 с., наведено у табл. 4.

Таблиця 1 – Вартість змін значень рівнів факторів

Фактор	Вартість змін значень рівнів факторів, ум.од.	
	з «-1» в «+1»	з «+1» в «-1»
X1	1.1	1.3
X2	0.9	1.1

Таблиця 2 – Вартість початкової установки рівнів факторів

Фактор	Вартість змін значень рівнів факторів, ум.од.	
	з «0» в «-1»	з «0» в «+1»
X1	0.55	0.5
X2	0.45	0.4

Таблиця 3 – Початковий план проведення експерименту

Номер експерименту	Позначення факторів	
	X1	X2
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1

Таблиця 4 – Оптимальний план, знайдений зозулиним методом

Номер експерименту	Позначення факторів	
	X1	X2
3	-1	+1
4	+1	+1
2	+1	-1
1	-1	-1

В результаті аналізу планів експериментів можна зробити наступні висновки.

Початкова вартість реалізації плану складає 5,4 ум.од. Вартість проведення експерименту за планом, отриманим зозулиним методом, дорівнює 4,45 ум.од. Рішення в 1,21 рази краще за початковий план експерименту.

Також варто відзначити, що вартість реалізації плану, знайденого повним перебором [2], становить 4,05 ум.од. Таким чином, зозулиний метод є наближеним, але його доцільно застосовувати при дослідженні об’єктів з великою кількістю суттєвих факторів. Обумовлено це тим, що він вимагає меншого часу на розв’язання задачі, ніж метод повного перебору, а також менше залежить від потужності комп’ютера.

Доведена доцільність використання зозулиного методу для оптимізації за вартісними витратами планів багатофакторних експериментів. Для його реалізації розроблено програмне забезпечення з використанням мови програмування C#. Показана ефективність методу та програмного продукту, оскільки отриманий двофакторний план експерименту в 1,21 рази краще початкового.

Література:

1. Кошовий М.Д., Бурлєєв О.Л., Пампуха А.І. Аналіз методів оптимізації планування багатофакторного експерименту за вартісними та часовими показниками. Зб.наук. пр. військ. ін-ту Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. К.:ВІКНУ,2022.№75. С.109-118.

2. Кошевой Н.Д., Костенко Е.М. Оптимальное по стоимостным и временным затратам планирование эксперимента: монография. -Полтава: издатель Шевченко Р.В., 2013. 320с.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОЧОЇ ЧАСТОТИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ДАТЧИКА ПАЛИВОПОДАЧІ ДИЗЕЛЯ

Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Аналіз параметрів уприскування палива впливає на оцінку технічного стану дизеля, автоматичного управління режимами його роботи та забезпечення високих екологічних і техніко-економічних показників. Ця інформація може бути отримана при обробці сигналу спеціального датчика, характеристики якого суттєво впливають на її якість. У зв'язку з цим важливу роль відіграє правильний вибір робочої частоти датчика, при якій його чутливість буде близька до максимально можливого значення.

В якості датчика уприскування палива обрано електромагнітний перетворювач (рис.1), який розміщується поблизу форсунки таким чином, що невелика ділянка паливопроводу 1 розташовується у робочому зазорі магнітопроводу 2. На обмотку 3 датчика подається змінна синусоїдальна напруга і вихідним сигналом датчика є діюче або амплітудне значення струму обмотки, що змінюється під час зміни зазору δ, яке викликане деформаціями паливопроводу в процесі паливоподачі.

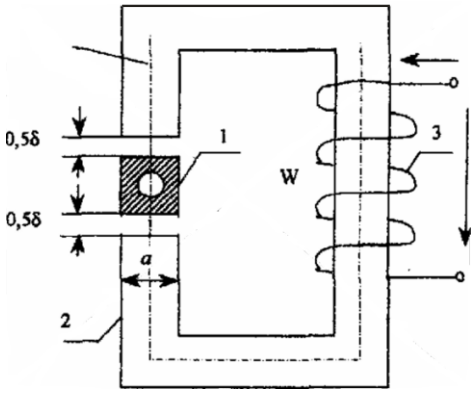


Рисунок 1 – Схема електромагнітного датчика паливоподачі

Діюче значення струму в обмотці перетворювача відповідно до закону Ома визначається:

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R_к + R_0)^2 + X_0^2}}, \qquad (1)$$

де $R_к$ – активний опір обмотки; R_0 – активний опір, відповідний втратам у магнітопроводі на гістерезис та вихрові струми; $X_0 = \omega L_0$, L_0 – індуктивність намагнічування.

Величину L_0 виразимо наступним чином:

$$L_0 = \frac{W^2}{R_{магн}} = \mu_0 S W^2 \left(\frac{\ell_{ср}}{\mu} + \delta \right), \qquad (2)$$

де W – число витків обмотки датчика; $R_{магн}$ – магнітний опір кола;

S – поперечний переріз магнітопроводу; $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ Гн/м – магнітна постійна вакууму; $\ell_{ср}$ – довжина середньої магнітної силової лінії магнітопроводу;

μ – відносна магнітна проникність матеріалу магнітопроводу; δ – величина повітряного зазору між паливопроводом і магнітопроводом.

З урахуванням (2) вираз (1) можна привести до вигляду:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{\omega K_2}{K_1 + \delta} \right)^2}}, \qquad (3)$$

де $R = R_к + R_0$; $K_1 = \frac{\ell_{ср}}{\mu}$; $K_2 = W^2 \mu_0 S$.

Приростення діючого значення струму ΔI, викликане змінами повітряного зазору, запишемо наступним чином:

$$\Delta I = \frac{dI}{d\delta} \Delta\delta = A \Delta\delta,$$

де A – чутливість датчика після диференціювання співвідношення (3) за змінною δ.

$$A = \frac{U \omega K_2}{(K_1 + \delta)^3 \left[R^2 + \left(\frac{\omega K_2}{K_1 + \delta} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}. \qquad (4)$$

З формули (4) чутливість датчика дорівнює нулю при $\omega = 0$ і $\omega \to \infty$ Отже, при якійсь частоті ω_0 з діапазону $0 < \omega < \infty$ чутливість максимальна. Для визначення ω_0 диференціюємо вираз (4) за частотою і вирішимо рівняння $\frac{dA}{d\omega} = 0$. У результаті отримаємо:

$$\omega_0 = \frac{(R_к + R_0)\left(\delta + \frac{\ell_{ср}}{\mu} \right)}{\sqrt{2} W^2 \mu_0 S}. \qquad (5)$$

Змінні R_0 і μ залежать від δ та індукції В у магнітопроводі, у зв'язку з чим точне рішення рівняння (5) неможливо, і тому будемо шукати наближене значення ω_0. Для діагностики агрегатів Д70 і Д100 було обрано частоту 16 кГц і це знайшло широке практичне застосування.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Герасимов С.В.[1)], Сорока В.В.[2)]
[1)] ***НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2,***
[2)] ***Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ***

У доповіді показано, що ускладнення радіотехнічних засобів (зі складу літальних апаратів, морських суден, електростанцій різних типів, засобів передачі та приймання інформації тощо) призводить до підвищення вимог до контролю їх технічного стану [1]. Для визначення технічного стану радіотехнічних засобів із метою попередження можливих аварій і поломок пропонується застосовувати автоматизовані системи контролю та діагностування їх технічного стану [2].

Показано можливе розподілення автоматизованих систем контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів на стаціонарні та мобільні (бортові) відповідно до галузей їх застосування. Розглянуті особливості стаціонарних і пересувних автоматизованих систем контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів.

Обґрунтовано особливості стаціонарних автоматизованих систем контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів. Такі системи призначені, як правило, для вирішення різних задач контролю технічного стану при проведенні технічного обслуговування чи регламентних робіт. Їх пропонується розробляти на основі застосування обчислювальної техніки та набору програм для здійснення різних видів контролю параметрів радіотехнічних засобів. При цьому мікропроцесор або комп’ютер є блоком управління із керування процесом контролю параметрів. Він здійснює оцінювання результатів контролю параметрів, порівнює їх із встановленими (потрібними) допусками, а потім у потрібному вигляді друкує ці результати із зазначенням потрібних робіт із обсягу регулювання або відновлення [3]. Такий вид автоматизованих систем контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів дозволяє значно скоротити потрібний час на контроль параметрів.

Мобільні автоматизовані системи контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів пропонується створювати за наступними напрямками.

Перший із цих напрямків пов’язаний із розробкою вбудованих (бортових комплексних систем) для багатопараметрічних засобів. Особливістю такої системи є наявність комплексів контролю силового,

радіоелектронного, енергетичного, механічного та іншого обладнання. Такий комплекс контролю та діагностування може працювати в двох режимах: автоматичному (з безперервним контролем і необхідним інформуванням) та вибірковому ручному контролі (або діагностичному).

Другий напрямок пов'язаний зі створенням комплексних систем. У подібних автоматизованих системах контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів вимірювання параметрів, що контролюються, порівняння їх значень із допустимими границями та винесення висновку про працездатність здійснюється за допомогою спеціальних схем порівняння, які вбудовуються безпосередньо в апаратуру підсистем, що контролюються. Граничні значення параметрів, що контролюються, «закладаються» у вимірювальні схеми під час їх проектування та виготовлення. Роль обчислювальної техніки у подібних системах контролю зводиться до опитування у відповідній послідовності вбудованих схем контролю, що надають її результати оцінки працездатності, які отримані. За умов наявності відмови (несправності) видається на спеціальне табло світловий сигнал попередження.

Запропонований підхід до побудови автоматизованих систем контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів дозволяє скоротити час на контроль технічного стану і підвищити рівень достовірності визначення технічного стану радіотехнічних засобів.

Література:

1. Яровий В.С. Радзівілов Г.Д.,. Кірвас В.В. Діагностика несправностей випрямних трансформаторів високочастотних джерел живлення на основі визначення особливостей струму. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 4 (45). С. 152-162. https://doi.org/10.30748/nitps.2021.45.19.

2. Герасимов С.В., Баранік О.М. Вибір показників для оцінювання технічного стану авіаційного ракетного озброєння. *Озброєння та військова техніка*. 2017. Вип. 3 (15). С. 26-29.

3. Herasimov S. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter / S. Herasimov, M. Borysenko, E. Roshchupkin // Journal of Electronic Testing. – 2021. – № 37. – С. 357-368. – https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0.

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ МЕТОДІВ І ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ МЕХАНІЧНИХ НАПРУГ У МЕТАЛЕВИХ ВИРОБАХ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Борисенко Є.А., Саліба Абдель Нур
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Сьогодні безаварійна робота енергетичних агрегатів залежить від постійного безконтактного контролю механічних параметрів енергетичних установок. Раптові поломки електромеханічного обладнання призводять до аварійних зупинок, необхідності позапланових ремонтів, економічних втрат через простої обладнання. Для підвищення довговічності та безвідмовності устаткування, що експлуатується, необхідно своєчасне виявлення та усунення несправностей, що вимагає побудови діагностичних систем контролю. Контроль технічного стану прокатних станів повинен забезпечувати безперервне спостереження за зміною швидкості наростання діагностичних параметрів. До групи найбільш відповідальних деталей кінематичної схеми стану належать приводні вали.

Дослідження показують, що для абсолютних методів безконтактного електромагнітного контролю відносні похибки визначення магнітних та електричних параметрів циліндричних виробів у раціональній області зміни узагальненого параметра *x* не перевищують 2 % і 4 % відповідно. Остання обставина вказує на те, що відносний розкид електромагнітних параметрів, що вимірюються абсолютним методом, повинен перевищувати хоча б на порядок, тобто у 10 разів більше під час переходу від одного механічного стану виробу до іншого. Тому абсолютними методами практично неможливо користуватися, оскільки чутливість перетворювача не дозволяє контролювати досить незначні зміни електромагнітних параметрів μ_r і σ виробів при впливі на них механічних зусиль в рамках закону Гука.

Ця робота присвячена розробці та дослідженню різних модифікацій електромагнітних методів та пристроїв з метою збільшення їх чутливості та розширення функціональних можливостей. В роботі запропоновані диференціальні електромагнітні перетворювачі як прохідного, так і накладного типів. Диференціальні методи широко використовуються у вимірювальній техніці для підвищення роздільної здатності (чутливості) пристроїв та підвищення точності вимірювань. За допомогою приладів, що працюють на основі диференціального методу, вимірюючи невідому величину навіть з не високою точністю, отримують абсолютні значення цієї величини з досить високою точністю.

На рис. 1 наведено функціональну схему розміщення диференціального ТЕМП накладного типу та досліджуваного циліндричного зразка один кінець, якого защемлений, а до другого прикладено крутний момент.

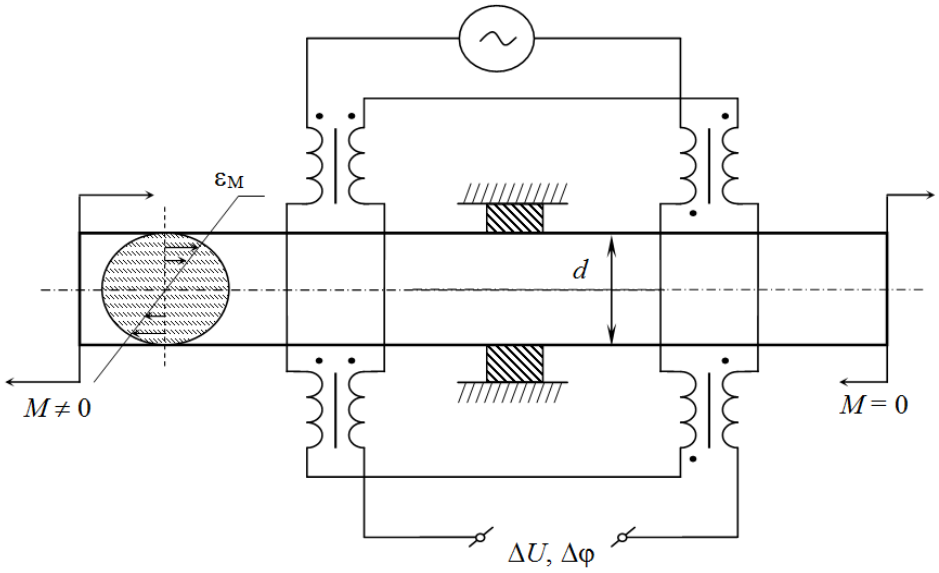


Рисунок 1 – Функціональну схему розміщення диференціального ТЕМП накладного типу

Диференціальний ТЕМП складається з двох пар ідентичних трансформаторів, причому одна пара трансформаторів розташована з обох сторін навантаженого зразка, а друга пара трансформаторів розташована з обох сторін ненавантаженого зразка. Усі чотири первинні обмотки з'єднані послідовно згідно і підключені до генератора синусоїдального струму. Вторинні обмотки кожної пари з'єднані послідовно згідно, а між собою пари з'єднані послідовно зустрічно. Тому на виході диференціального ТЕМП отримаємо різницеве значення напруги та фази. Слід зауважити, що таке включення обмоток перетворювача та їх розміщення у першому наближенні зменшує вплив зазору на результати контролю.

Розроблено експериментальну установку, отримано градуювальні характеристики перетворювача на основі амплітудного, фазового та змінно-частотного методів. Показано, що ці методи доцільно використовувати при вимірі великих механічних напруг, крім того за допомогою амплітудного і фазового методу можна оцінити розподіл механічної напруги всередині виробу. З отриманих графіків видно, що з використанням диференціального методу доцільно застосування як інформативних параметрів відносної магнітної проникності μ_r і частоти струму намагнічування f. Саме ці параметри, порівняно з іншими, дають найбільшу чутливість перетворювача до зміни механічної напруги $\sigma_{мех}$.

Наприклад, середня чутливість за частотою $(\delta f/f_0) \approx 47\%$, а $(\delta\mu_r/\mu_{r0}) \approx 45\%$. Отримані результати теоретичних та експериментальних досліджень не суперечать раніше відомим законам теоретичної механіки.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЦТВА ГОСПОДАРСЬКОГО МИЛА

Григоренко І. В., Андрєєв Д. А.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Сучасний технологічний процес неможливо уявити без інформаційно-вимірювальної системи (ІВС). ІВС дозволяє проводити вимірювання і контроль основних параметрів технологічного процесу для своєчасного прийняти рішення про необхідність впливу на технологію, або процеси, щоб не допустити порушень, або аварій. Контроль за зміною параметрів, що контролюються у технологічному процесі є актуальною задачею, яка вирішується завдяки сучасній вимірювальній техніці.

Господарське мило, що є предметом першої необхідності для кожної людини використовується споживачами щодня. Для того, щоб підтримувати якість продукції відповідно до умов [1] необхідно розробити систему контролю основних параметрів технологічного процесу. У роботах [2, 3] було представлено розроблена структурну схему системи контролю та на її основі запропонована схема електрична принципова. Однак на цей час на виробництві виникає необхідність уникати використання дротових інтерфейсів у наслідок їх досить великої вартості та незручності використання через наявність вже встановленого технологічного обладнання.

У роботі пропонується передавати данні про параметри технологічного процесу на відстань по радіоканалу. Система, що запропонована, на відміну від [2, 3], здатна передавати дані на відстань до 50 м по радіоканалу, працюючому на частоті 2,4 ГГц, з підключенням до мікроконтролеру по *SPI*-інтерфейсу. Для передачі пропонується використовувати радіомодуль *nRF*24*L*01, що працює на частоті 2,4 ГГц (частота *Wi-Fi*), який призначений для зв'язку мікроконтролерів між собою. Він має мале енергоспоживання, що зараз дуже важливо, досить великий радіус дії і низьку ціну. Вказані якості дозволяють йому конкурувати із Xbee і Bluetooth.

Вдосконалена система має п'ять каналів вимірювання з яких три канали вимірювання температури, що містять первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) ПВП2, ПВП3, два канали вимірювання ваги, яка діє на ПВП1, ПВП4, канал вимірювання рівню *pH* із датчиком ПВП5. Також до складу системи входять: цифровий відліковий пристрій (ЦВП) інтерфейс *RS*232 (ІФ), генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ), пульта управління (ПУ), а також блок живлення (БЖ) (рис.1).

Структурна схема системи контролю складається із двох частин: системи збору інформації з передавачем і з системи прийняття й обробки інформації із приймачем (рис. 1).

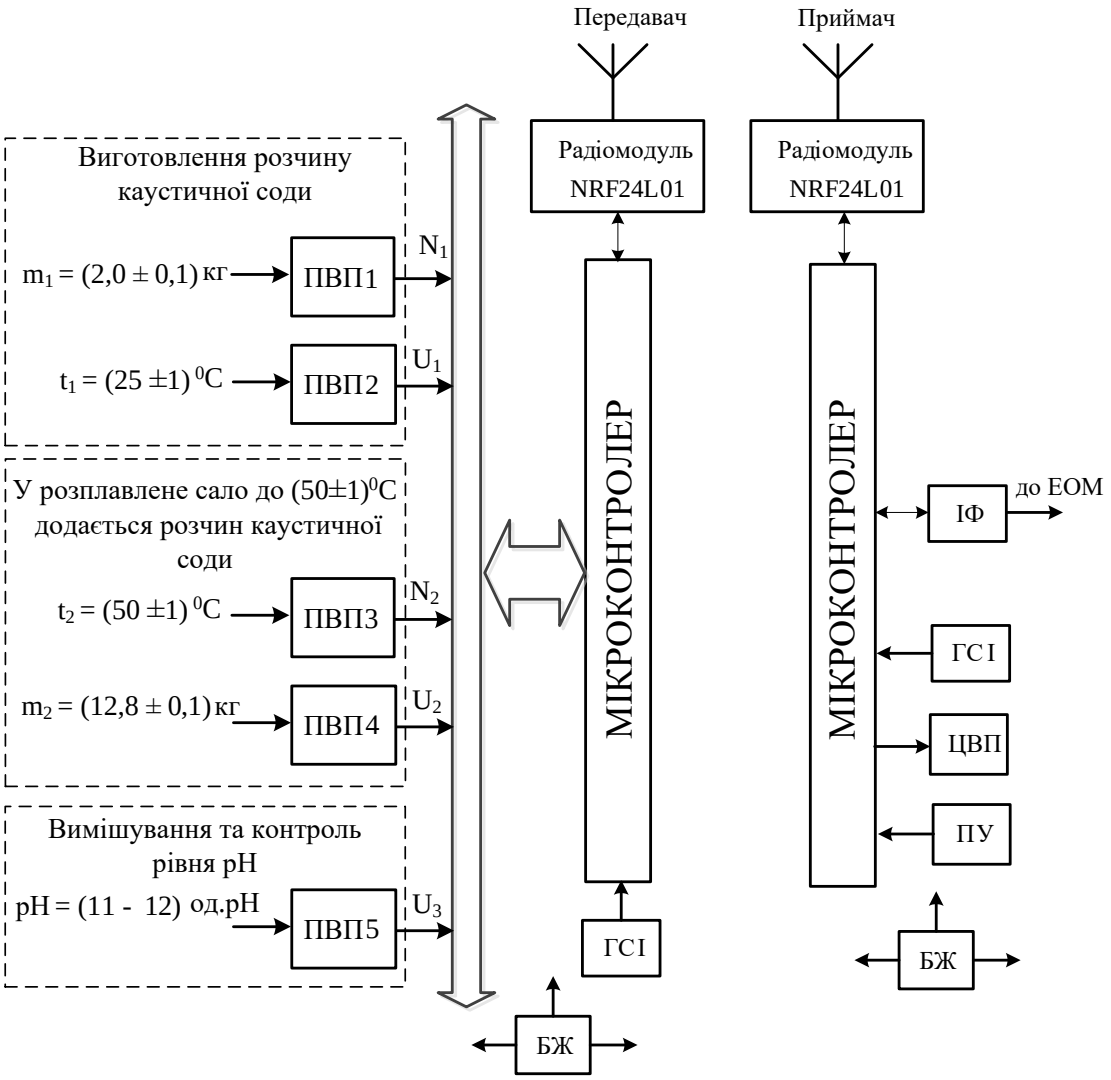


Рисунок 1 – Структурна схема системи контролю параметрів технологічного процесу господарського мила

Література:

1. ДСТУ 4544:2006. Мило господарське тверде. Технічні умови. – К.: Видання офіційне 2007. 14 с.

2. Григоренко І. В., Андрєєв Д. А. Розробка систем контролю технологічного процесу виготовлення господарського мила. *VII Міжнародна науково-технічна конференція з проблем вищої освіти і науки ТК-2022 «Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів»*. Луцьк, Україна, 2022 . С. 63, 64.

3. Григоренко І. В., Андрєєв Д. А. Система контролю технологічного процесу виготовлення господарського мила. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. № 3 (13). С. 35-40. doi:10.20998/2413-4295.2022.03.06.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ

Григоренко І. В., Ольховіков Д. С.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Результати проведення бойових дій на території України та інших сучасних збройних конфліктів у світі підтверджують збільшення ролі безпілотних засобів озброєння (повітряного, морського, наземного базування) для вирішення завдань тактичного та оперативно-тактичного, а, іноді, й стратегічного, рівнів. Але, відсутність дієвої системи контролю та діагностування технічного стану таких зразків озброєння часто ставали причинами численних їх «не бойових» втрат з причини несвоєчасного виявлення можливих відмов [1, 2]. Таким чином, у доповіді обґрунтовано актуальну наукову задачу оптимізації параметрів контролю технічного стану зразків озброєння та номенклатури засобів вимірювання таких параметрів із метою підвищення їх надійності та ефективності бойового застосування.

Показано, що основою контролю технічного стану зразків озброєння, особливо безпілотних, є дослідження динамічних характеристик їх складових елементів. Переважна більшість таких параметрів складає радіоелектронне обладнання зразків озброєння. При контролі технічного стану радіоелектронного обладнання зразків озброєння, як правило, на їх вхід здійснюють вплив вимірювальним (тестовим) сигналом. Такий тестовий сигнал з певними характеристиками формується генератором вимірювальних сигналів. Як результат впливу (реакція певної форми) тестового сигналу утворюється вихідний сигнал (сигнал-відгук) на виході радіоелектронного обладнання зразків озброєння залежно від значень параметрів контролю. Характеристики вимірювального сигналу і його сигналу-відгуку (реакції) порівнюються в аналізаторі сигналів (аналізатор спектру, аналізатор частотних характеристик тощо). Результати такого порівняння дозволяють визначити технічний стан зразків озброєння [3].

У доповіді сформульовано задачу удосконалення методів і засобів контролю технічного стану зразків озброєння. Показано, що при потрібному часі контролю (кількості точок відліків) параметрів радіоелектронного обладнання зразків озброєння, необхідної точності засобів вимірювання (з урахуванням рівня перешкод), що застосовуються при контролі, визначення оптимальної для даної кількісної оцінки методу контролю полягає у знаходженні параметрів такого вимірювального сигналу (синтезу характеристик вимірювального сигналу), який забезпечує найбільше або найменше значення цієї оцінки.

Обґрунтовано, що оптимізація параметрів контролю технічного стану зразків озброєння та номенклатури засобів вимірювання таких параметрів

дозволяє також визначити характеристики вимірювального сигналу. Такий вимірювальний сигнал забезпечує при заданому значенні оцінки мінімальний час контролю, що призводить до підвищення оперативності проведення операцій визначення технічного стану радіоелектронного обладнання, тобто підвищує коефіцієнт готовності зразків озброєння.

Доведено, що операції із синтезу оптимальних характеристик вимірювального сигналу при контролі технічного стану радіоелектронного обладнання зразків озброєння полягають у розв'язанні задачі визначення найбільшого (найменшого) значення деякого функціоналу у класі довільних сигналів. Обґрунтовані можливі математичні моделі формування обмежень щодо синтезу характеристик таких вимірювальних сигналів.

Запропоновані пропозиції щодо удосконалення методів і засобів контролю технічного стану зразків озброєння за рахунок оптимальних характеристик вимірювальних сигналів при визначенні технічного стану радіоелектронного обладнання зразків озброєння при обмеженнях на час і достовірність проведення операцій контрою.

Література:

1. Яровий В.С., Радзівілов Г.Д., Кірвас В.В. Діагностика несправностей випрямних трансформаторів високочастотних джерел живлення на основі визначення особливостей струму. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 4 (45). С. 152-162. – https: // doi.org / 10.30748 / nitps.2021.45.19.

2. Герасимов С.В., Баранік О.М. Вибір показників для оцінювання технічного стану авіаційного ракетного озброєння. *Озброєння та військова техніка*. 2017. Вип. 3 (15). С. 26-29.

3. Herasimov S. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter / S. Herasimov, M. Borysenko, E. Roshchupkin // Journal of Electronic Testing. – 2021. – № 37. – С. 357-368. – https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0.

ПОБУДОВА ЕВРИСТИЧНОГО АНАЛІЗАТОРА ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПО КОНТРОЛЮ ЗА ПЕРЕРОБКОЮ ПИТНОГО МОЛОКА

Григоренко І. В., Савицький О. Ю.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

До складу ІВС для процесу переробки питного молока [1] входять вимірювальні канали, які дають інформацію о температурі від + 6 ^{0}С до + 72 ^{0}С, тиску в трубах до 15 МПа, рівня pH. На першому рівні ІВС вирішує задачу призначення відповідних допусків для кожного параметра, що контролюється. Це дає можливість визначити необхідні засоби вимірювань і значення їх граничних похибок, які необхідно контролювати у робочих режимах. На цьому рівні можливо вирішувати задачу прогнозу стану кожного вимірювального перетворювача (ВП).

Задача ІВС на другому це формування як технологічного, так і метрологічного «образу» об’єкта контролю з урахуванням дії зовнішніх та внутрішніх факторів. Метрологічний образ об’єкта є комплексним і багатовимірним [2]. Це означає, що ВП ІВС розглядається як «простий» об’єкт, який достатньо повно описується математичними статистичними методами. Система ВП і блок управління і координації метрологічного стану розглядаються як «складна» система, у якій значну частину інформації, необхідної для здійснення задач метрологічної координації, надано у вигляді рекомендацій спеціалістів-технологів і метрологів [3].

Такий підхід дозволяє поєднати теорії статистичних методів оцінки стану об’єкта контролю (процесу виробництва питного молока) з теорією нечітких розмитих множин (fuzzy-logic) [3] для побудови системи ситуаційного реагування, що стежить за метрологічною ситуацією.

При аналізі ІВС для контролю якості питного молока вхідні параметри (діапазони вимірювань фізичних величин, що контролюються) мають одну одиницю виміру, а вихідний (якість продукції) – іншу. За таких умов неможливо провести математичні операції та визначити частку впливу фактору на кінцевий результат. У цьому випадку доцільно використовувати нечітку логіку, яка за допомогою фазифікація дозволяє переходити від чисел до лінгвістичних термінів, створювати правила, а потім, завдяки дефазифікації, повертатися до чисел [3].

Для побудови евристичного аналізатора використаємо інтерфейс користувача системи fuzzy-logic. У моделі повинні бути три входи і один вихід. У якості першого входу обираємо показник температури. У якості другого входу – тиск в трубах, третій вхід це рівень pH. У якості вихідної величини обираємо якість питного молока.

Поверхні відгуку при трьох можливих сполученнях параметрів, що впливають на якість питного молока представлено на рис. 1.

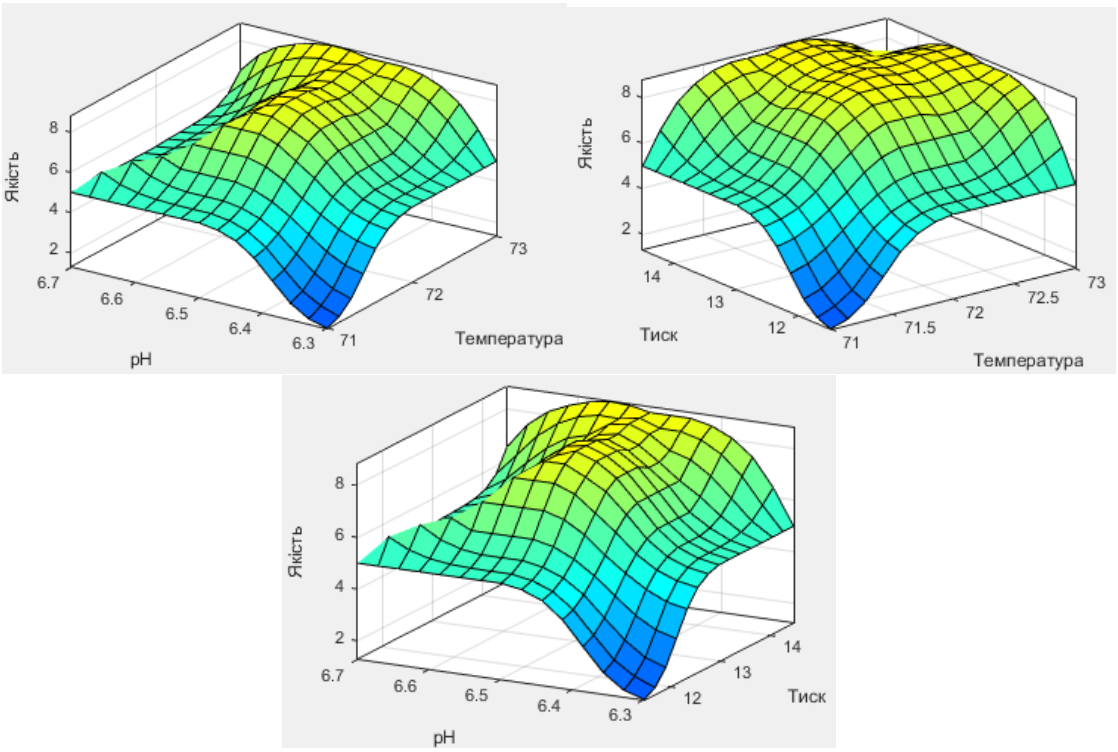


Рисунок 1 – Поверхні відгуку

За допомогою графічного інтерфейсу користувача вдалося побудувати систему з нечіткою логікою, яка надала можливість встановити якість питного молока на основі підтримання встановлених технічних режимів у строгому діапазоні. Встановлено, що підтримка параметрів технологічного процесу у середині робочого діапазону дає можливість отримати найвищу якість готової продукції. Встановлено, що оптимальна якість молока буде коли рівень тиску у трубах дорівнює 13 МПа, рівень pH – 6,5 %, температури – 72 ˚С.

Література:

1. Григоренко І.В., Савицький О.Ю. Розроблення інформаційно-вимірювальної системи для процесу виробництва питного молока. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей *XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022*, / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ», 2022 . С. 363.

2. Григоренко І. В. Розвиток тестових методів підвищення точності електричних компенсаційних вимірювальних перетворювачів у динамічних режимах: дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.11.05. Харків, 2010. 224 с.

3. I. Hrihorenko, T. Drozdova, S. Hrihorenko, E. Tverytnykova Application of user interface Fuzzy Logic Toolbox for quality control of products and services. *Advanced information system*. National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Vol. 3. №4. p. 118–125.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Дроздова Т.В., Олійник М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Україна має вражаючі за розмірами та різноманіттям природні ресурси, які протягом тривалого часу через активну роботу промисловості, відсутність належного регулювання на державному рівні, безвідповідальне ставлення українців зазнавали масштабної екстенсивної експлуатації. Це призвело до негативних техногенних змін та суттєвого зменшення еколого-захисного потенціалу країни.

Крім зазначених факторів, які знищують катастрофічними темпами природу України, збройна агресія російської федерації також ще більше додала непоправної шкоди екологічному стану нашої держави, оскільки війна – це не лише інфраструктурні руйнування та смерті серед населення. Війна несе небезпеку людям і природі навіть там, де активних бойових дій не було або де вони були раніше. Це явище називається екоцидом, тобто злочинами, скоєними проти природи.

Для всебічного дослідження та відстеження екологічної ситуації навіть в умовах військових дій використовується моніторинг всіх складових екосистеми (атмосферне повітря, ґрунт, вода, відходи тощо). Кожна з цих складових характеризується параметрами контролю, які регламентуються нормативно-технічними документами національного, міжнародного рівня [1-4] і потребують проведення процедур їх вимірювання з достатньою точністю, простежуваністю результатів вимірювання. Вимірювання здійснюється безпосередньо на місці відбирання проб або в випробувальній лабораторії. Також наразі є потреба в використанні мобільних лабораторій.

До екологічних вимірювань відносять вимірювання параметрів екосистеми за допомогою інформаційно-вимірювальної техніки, їх аналіз та контроль, визначення методів вимірювання та методів обробки отриманої статистичної інформації.

Особливістю будь-яких польових вимірювань в умовах військових дій є те, що об’єкт вимірювання може знаходитися на або окупованій території, або на території активних бойових дій. Тому процедура вимірювання потребує залучення спеціальної вимірювальної техніки або застосування безконтактних методів.

Як відзначають дослідники та вчені-екологи, серед найбільш значущих параметрів, які зазнають впливу від військових дій і потребують постійного контролю є такі (табл. 1):

Таблиця 1 – Види ураження екосистеми через військові дії

Зона ураження	Вид ураження	Метод дослідження/вимірювання
ґрунт	важкі метали	лабораторні проби, хімічний аналіз
	радіація	лабораторні проби, радіометрія
	мінування	огляд пошкодженої території, вимірювання вмісту хімічних відходів від продуктів горіння, ракетного палива тощо
	знищення родючого шару через пожежі	огляд пошкодженої території, моніторинг пошкоджень за допомогою вимірювальних дронів
вода	важкі метали	лабораторні проби, хімічний аналіз
	кислотні опади	лабораторні проби, хімічний аналіз
	Мінування, хімічні відходи від продуктів горіння, ракетного палива	огляд пошкодженої території, вимірювання вмісту тощо
	бактеріальні інфекції	лабораторні проби
атмосферне повітря	зменшення «зеленої» зони через лісові пожежи	огляд пошкодженої території, моніторинг пошкоджень за допомогою вимірювальних дронів
	викиди CO_2,O_2 тощо	хімічні вимірювання, газові аналізатори
відходи життєдіяльності	порушення організації вивезення сміття, недостатня переробка сміття	огляд пошкодженої території

російські війська створюють екоцид нашій природі, непоправно забруднюючи водойми, повітря та ґрунт, знищуючи ліси, ракетними обстрілами унеможливлюючи необхідне обслуговування водних гребель, атомних та гідростанцій України. Це однозначно матиме тривалий ефект – результатом можуть стати зміни погоди, кислотні опади, різноманітні захворювання у людей в тому числі і онкохарактеру. Тому розповсюджене судження, що в період війни міри екомоніторингу та ековимірів є не на часі, не повинні виникати.

Література:

1. Постанова Кабінету Міністрів від 14.08.2019 року №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 №815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 №661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель».

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 №51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення».

АСИМЕТРИЧНА КРИПТОГРАФІЯ: АПАРАТНА ПІДТРИМКА КОДУВАННЯ АСИМЕТРИЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ВУЗЛІВ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ

Клімушин П.С., Колісник Т.П., Рог В.Є.
Харківський національний університет внутрішніх справ, Харків, проспект Льва Ландау,27

Мережа інтернет речей (Internet of Things – IoT) сприяє вирішенню завдань людства в таких сферах, як громадська безпека, управління процесами, сервіс життя людей, медичні послуги, продуктивність і конкурентоспроможність бізнесу.

Безпека функціонування мережі інтернет заснована на ідентифікації та автентифікації її елементів, тобто на визначенні суб'єктів підключення до мережі. Ідентифікація забезпечує надання унікального ім'я суб'єктові – користувачеві, процесу або апаратно-програмному компоненту, а автентифікація пов'язана з діями суб'єктів на другій стороні мережі, за допомогою яких визначається, що суб'єкт першої сторони дійсно той, за кого він себе видає. Тобто синонімом слова «автентифікація» є словосполучення «перевірка дійсності» суб'єкта.

Функціонування мережі інтернет речей засновано на персоналізації суб'єктів з використанням унікальних ідентифікаторів ID, MAC-адресів, ключів і сертифікатів. Використання певної схеми персоналізації має свої складності в процесі підключення інтернет речей, оскільки її реалізація обумовлює зазначений рівень безпеки та витрат. Тому дана робота присвячена дослідженню технічних рішень з реалізації процедур ідентифікації та автентифікації для забезпечення найвищого рівня безпеки мережі інтернет речей при мінімальних витратах.

Реалізація процедур ідентифікації та автентифікації для забезпечення мережі інтернет речей є актуальним завданням в багатьох середовищах, таких як громадський порядок, енергоефективність, охорона здоров'я, житлові та офісні приміщення, промисловість, транспорт, сільське господарство тощо.

В цих сферах мають значення такі розробки: багатофакторна та безперервна автентифікація IoT [1], розробка протоколів взаємної автентифікації [2], автентифікація IoT на основі блокчейн технології [3, 4] тощо.

Велика увага в мережі IoT приділяється проблемам безпеки збережених, оброблюваних і переданих даних, захисту від клонування кінцевих IoT пристроїв [5, 6], а також захисту від копіювання інтелектуальної власності та цифрового контенту. Критично важливим фактором в захисті інтернет речей стає підтвердження справжності вузла підчас доступу до нього (автентифікування). Тут виникає нова мережна парадигма, яка заснована на взаємодії без участі з людиною, виходячи з таких особливостей побудови IoT: компактність, обмеженість в енергетичних та обчислювальних ресурсах.

Вирішення проблеми забезпечення доступу до об’єктів IoT в умовах нової парадигми можливо при використанні сучасних мікроконтролерів та додаткових криптографічних прискорювачів (криптоакселераторів) з апаратною підтримкою протоколів та криптографічних алгоритмів.

Метою роботи є дослідження способів потенційного застосування криптографічних мікросхем сімейства CryptoAuthentication для проведення безпечної автентентифікації вузлів інтернет речей з використанням процедур асиметричної криптографії.

Слід зазначити, що відповідно до наведеної цілі дана робота є продовженням дослідження [7], яке було присвячено потенційному застосуванню криптографічних мікросхем сімейства CryptoAuthentication з використанням процедур симетричної криптографії, але справжнє дослідження орієнтовано на мікросхеми сімейства CryptoAuthentication асиметричної криптографії.

Забезпечення безпеки мережі IoT включає три основні компоненти (Confidentiality, Integrity, Authenticity – CIA) [5]: справжність (Authenticity) – перевірка дійсності вузла IoT; цілісність (Integrity) – повірка незмінності повідомлення при транспортуванні до місця призначення; конфіденційність (Confidentiality) – доступність даних тільки передбаченим об’єктам або уповноваженим особам. Мережна безпека забезпечується мережними технологіями на різних рівнях, наборами протоколів, які використовуються в мережі. Слід пам’ятати, що рівень безпеки всієї мережі визначається рівнем безпеки найслабшої ланки [7].

Основними загрозами безпеки вузлів IoT є: порушення захисту на транспортному рівні криптографічних протоколів SSL/TLS; оновлення шкідливим кодом прошивки оригінального програмного забезпечення; не якісне генерування випадкових чисел в криптоалгоритмах; порушення доступу до криптографічних ключів; слабкий захист портів вузлів IoT; фізичне проникнення до вмісту вбудованої пам'яті.

Комплексна безпека вузлів IoT повинна захищати рівномірно від усіх цих загроз. Треба пам’ятати, що наслідки успішної атаки можуть піддати ризику мережу в цілому, тобто все, що підключено до неї.

Вкрай важливо використовувати випробувану методологію – зберігати та використовувати криптографічні ключі протягом усього циклу їх життя в зашифрованому вигляді і в захищеному обладнанні, тобто апаратних модулях безпеки (Hardware Security Module – HSM). Апаратні модулі HSM забезпечують виконання всіх операцій шифрування і розшифрування даних всередині модулю, тобто криптографічні ключі не залишають захищений периметр модулю.

Методом захисту інформації найвищого рівня є застосування криптографічних протоколів з використанням цифрового підпису (ЦП). Вони є основними механізмами при автентифікації, управлінні та сертифікації ключів, а також при безпосередньому захисті інформації в мережі IoT.

При методі асиметричної автентифікації (Asymetric authentication methiod) вся інформація, що вимагає захисту, не розподіляється між

суб'єктами взаємодії, а отже потрібен надійний захист на одній зі сторін, що дозволяє економити апаратні та інші ресурси в процесі автентифікації. До того ж використання асиметричних методів забезпечує створення безпечних алгоритмів ЦП, а ЦП є одним із важливих криптографічних перетворень, що застосовуються для забезпечення цілісності, справжності (автентичності), підтвердження авторства, неспростовності повідомлень.

Перевагами апаратних засобів захисту мережі IoT є: апаратний спосіб формування випадкових послідовностей; методологія апаратних модулів безпеки HSM – виконання криптографічних операцій в середовищі захищених криптографічних мікросхем (безпека на кристалі); розмежування та розвантажування функцій центрального процесора вузла IoT за допомогою спеціалізованого криптопроцесора для виконання криптографічних перетворень; гарантування цілісності криптографічних перетворень даних; підвищення швидкості криптографічних перетворень даних. Ці переваги визначили розвиток апаратних засобів захисту інтернет речей: вбудованих генераторів випадкових послідовностей, криптографічних прискорювачів (криптоакселераторів) та криптографічних модулів у мікропроцесорних комплектах загального призначення.

В роботі дослідженні [8] процедури асиметричної криптографії з застосуванням криптографічних мікросхем сімейства CryptoAuthentication в безпеці інтернет речей, а саме: формування пари (відкритого та закритого) ключів асиметричного шифрування; обчислення цифрового підпису та його перевірки; генерування сеансових (таємних) ключів симетричного шифрування; створення сертифікатів клієнта та підприємства; верифікацію відкритих ключів клієнта і підприємства; верифікацію закритого ключа клієнта та підприємства; захищене завантаження програмного забезпечення, що оновлюється.

Новизною проведеного дослідження є аналіз апаратних засобів підтримки технологій асиметричної криптографії інтернет речей з допомогою криптографічних мікросхем та визначення структурно-функціональних схем для реалізації процедур асиметричної автентифікації вузлів інтернет речей. Відмінними характеристиками наданих схем та процедур асиметричної автентифікації є: забезпечення підвищеного рівня інформаційної безпеки за рахунок захищеного зберігання криптографічних ключів, цифрових підписів, сертифікатів, конфіденційних даних в захищеному від зовнішніх атак апаратному оточенні та не потрібності зберігання закритих ключів клієнтів на стороні хоста. Результатами роботи є процедури та схеми застосування криптомікросхем асиметричної автентифікації для забезпечення захисту вузлів інтернет речей. Аналіз функціонування представлених схем дозволив сформувати наступні висновки. Запропоновані структурно-функціональні схеми для реалізації процедур асиметричної автентифікації вузлів інтернет речей з використанням криптографічних мікросхем надають користувачеві легку можливість реалізувати криптографію без експертних знань в цій галузі. У цих мікросхемах застосовується апаратний блок обчислення і перевірки цифрового підпису ECDSA з перевагами криптографії на еліптичних кривих, як перевірений

і надійний алгоритм автентифікації, та блок генерування сеансових ключів симетричного шифрування ECDH. Надані схеми та процедури підтримують три складові інформаційної безпеки, а саме: конфіденційність, цілісність та автентичність даних. Приклади потенційних застосувань наданих схем та процедур можуть бути реалізовані за допомогою будь-якої мікросхеми асиметричної автентифікації, але їх рекомендується застосовувати для генерації сеансових ключів шифрування і там, де для перевірки даних і коду на цілісність і автентичність потрібні цифрові підписи.

Пропозиції подальших досліджень орієнтовані на визначення технологій та ефективних рішень апаратної підтримки криптографії у пристроях-IoT з впровадженням комплексних рішень безпеки, таких як ідентифікація та автентифікація вузлів мережі, симетричне та асиметричне шифрування, криптографічні протоколи, захищене зберігання та генерування ключів, безпечне завантаження і оновлення мікропрограм додатків, підтримка цифрових підписів та сертифікатів, висока криптостійкість та енергоефективність.

Література:

1. Falk, R., Fries, S. (2016), “Advanced Device Authentication: Bringing Multi-Factor Authentication and Continuous Authentication to the Internet of Things”, CYBER 2016: The First International Conference on Cyber-Technologies and Cyber-Systems. Germany, P.69–74.

2. Wu, D. J., Taly, A., Shankar, A., Boneh, D. (2017), “Privacy, Discovery, and Authentication for the Internet of Things”, Computer Science. Cryptography and Security, available at: https://arxiv.org/abs/1604.06959 (last accessed 21.05.2021).

3. Yavari, M., Safkhani, M., Kumari, S., Kumar, S., Chen, C.-M. (2020), “An Improved Blockchain-Based Authentication Protocol for IoT Network Management”, Security and Communication Networks, vol. 2020, P. 16. DOI:10.1155/2020/8836214.

4. Tian, Z., Yan, B., Guo, Q., Huang, J., Du, Q. (2020), “Feasibility of Identity Authentication for IoT Based on Blockchain”, Procedia Computer Science, vol. 174, P. 328–332. DOI: 10.1016/j.procs.2020.06.094.

5. CryptoAuthentication™ Family, available at: https://www.microchip.com/en-us/products/security-ics/cryptoauthentication-family (last accessed 21.11.2022).

6. Krivchenko, I. (2015), “Hardware-protected microcircuits of the CryptoAuthentication family: potential applications of ATECCx08A”, Components and technologies. no. 11. P. 57–64.

7. Klimushin, P., Solianyk, T., Kolisnyk, T., Mozhaev, O. (2021). Potential application of hardware protected symmetric authentication microcircuitsto ensure the securityof internet of things. *Advanced Information Systems*. vol.5. No.3. Kharkiv. P. 103-111.

8. Klimushyn, P., Solianyk, T., Mozhaev, O., Nosov, V., Kolisnyk, T., Yanov V. (2021), "Hardware support procedures for asymmetric authentication of the internet of things", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. No. 4 (18). P. 31–39. DOI: https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.18.031.

ВИМІРЮВАЧ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ТИРИСТОРНИМ КЕРУВАННЯМ

Ковальов В.М.[1)], Ковальова Ю. В.[2)]
[1)] НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2
[2)] Харківський національний університет міського господарства

Узагальнюючими показниками реактивної потужності для синусоїдальних режимів є синус та тангенс кута зсуву фази струму від напруги. Вимірювання реактивної потужності асинхронних двигунів з тиристорним керуванням необхідне для розрахунків з енергопостачальником і для побудови систем автоматичної компенсації [1]. Функціональна схема вимірювача показана на рис. 1, яка містить наступні елементи.

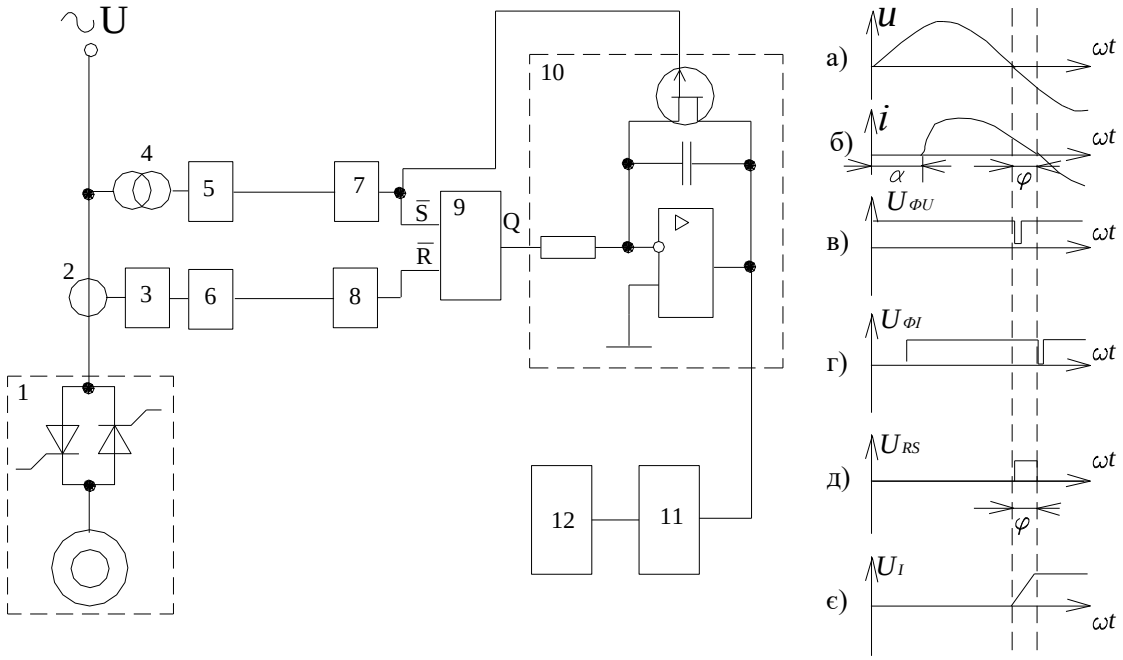


Рисунок 1 – Функціональна схема вимірювача реактивної потужності асинхронного двигуна з тиристорним керуванням та діаграми напруг і струмів на елементах схеми

Асинхронний двигун з тиристорним регулятором напруги 1, трансформатор струму 2, фільтр 3 першої гармоніки струму, трансформатор напруги 4, перший випрямляч 5, другий випрямляч 6, формувач 7 імпульсів напруги, формувач 8 імпульсів струму, RS-тригер 9 з установкою заднім фронтом імпульсу, інтегратор 10 з ключом скиду, аналого-цифровий перетворювач 11 та цифровий індикатор 12.

При тиристорному керуванні передній фронт графіка струму першої гармоніки відстає від напруги на кут керування α тиристорами, як показано

на рис. 1 а,б. При цьому задній фронт графіка струму першої гармоніки відстає від напруги на кут φ, пропорційний величині реактивної потужності Принцип вимірювання реактивної потужності полягає у наступному. На виходах випрямлячів напруги 5 і струму 6 в моменти зміни знаку синусоїд з'являються інтервали часу, на яких сигнали дорівнюють нулю завдяки наявності порогів вмикання діодів на рівні 0,8 В. При нульових рівнях напруги і струму на виходах випрямлячів формувачі імпульсів напруги 7 і струму 8 першої гармоніки формують на своїх виходах імпульси низького рівня (рис. 1 в,г). Формувач 7 імпульсів напруги встановлює високий рівень на виході RS-тригера 9 і одночасно обнулює інтегратор 10 (польовий транзистор з каналом р-типу закритий при позитивному потенціалі на затворі і відкривається при нульовому потенціалі). З затримкою часу, спричиненою реактивною потужністю, формувач 6 імпульсів струму встановлює низький рівень на виході RS-тригера. В результаті на виході тригера з`являється імпульс напруги (рис. 1д), часова тривалість якого дорівнює фазовому зсуву першої гармоніки струму від напруги. Після появи високого рівня на виході тригера починає підвищуватись напруга на виході інтегратора 10 (рис. 1є), яка пропорційна реактивній потужності.

Таким чином, в результаті введення в схему RS-тригера з установками задніми фронтами імпульсів від формувачів імпульсів напруги і струму, на його виході формується імпульс, ширина якого пропорційна реактивній потужності. Інтегратор, входом підключеним до виходу RS-тригера, перетворює ширину імпульсу в рівень напруги пропорційний реактивній потужності. Вихід останнього підключений до входу аналого-цифрового перетворювача, до виходів якого підключений вхід індикатора. Кожні півперіоди мережної напруги відбувається обнуління інтегратора, тобто, вимірювач має високу швидкодію.

Калібрування вимірювача реактивної потужності залежить від розрядності аналогово-цифрового перетворювача. Для чотирьох розрядного аналогово-цифрового перетворювача ціна розряду визначається величинами мінімального і максимального кутів зсуву першої гармоніки струму від напруги. Максимальний кут зсуву фази першої гармоніки струму від напруги складає 82-84 градуси. Тоді ціна одного розряду аналогово-цифрового перетворювача складає $83^0/15=5,5^0$.

Література:

1. Ковальова, Ю. В. Реактивний струм асинхронного електроприводу з тиристорним регулятором напруги. *Електротехніка і Електромеханіка*. 2014. №6. С. 43-47.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕСТОВИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ПОМЕЛУ ЗЕРНА КАВИ

Кондрашов С.І., Григоренко І.В., Опришкін О.С.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

На сьогодні відомо, що ступінь помелу зерна кави визначається не тільки тривалістю помелу, але й впливає на його смакові якості. Важливо, щоб розмір фракцій був не тільки під певний спосіб заварювання. Він повинен бути рівномірним, щоб смак кави вийшов правильним. Жорнова кавомолка оснащена жорнами зі сталі або кераміки. Вони перемелюють зерна кави, завдяки чому виходить рівномірний помел. Також прилад можна налаштувати для отримання потрібного розміру фракцій, так як відстань між двома жорнами можна регулювати [1].

Залишається не вирішеним питання формування тестових впливів для систем помелу з метою контролю якості і ефективності їх роботи. Є думка, що металеві жорна сильно нагріваються і тим самим пересмажують каву, змінюючи смак напою і керамічні жорна видають менше шуму, ніж металеві. Всі ці моменти треба враховувати при побудові системи тестового контролю. Вирішення питань контролю й керування процесом помелу можливе тільки на основі комплексного, системного підходу до питань якості, оскільки вирази, що характеризують сумарні похибки систем активного контролю, синтезують вплив метрологічних і технологічних факторів [2].

У цей час у харчовій промисловості широко застосовуються самонастроювальні адаптивні системи активного контролю й керування. Такі системи контролюють і управляють ходом технологічного процесу з урахуванням зовнішніх впливів, змін характеристик, як самого процесу, так і системи контролю й керування. У таких випадках необхідність як контролю стану системи помелу (ідентифікації процесу), так і необхідність самоконтролю стають особливо важливими.

Розглянемо як саме відбувається формування адитивних і мультиплікативних тестів для систем помелу зерна кави. У першому такті перетворюється вимірювана величина x (величина фракції помелу), а в n інших, додаткових – тести $A_1(x)$, $A_2(x)$, ..., $A_n(x)$, кожний з яких є деякою функцією вимірюваної величини x. Результати основного і додаткових перетворень, можуть бути представлені у вигляді [2]:

$$y_0 = a_1 + a_2 x + ... + a_n x^{n-1}; \tag{1}$$

$$\left.\begin{aligned} y_1 &= a_1 + a_2 A_1(x) + ... + a_n [A_1(x)]^{n-1}; \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ y_n &= a_1 + a_2 A_n(x) + ... + a_n [A_n(x)]^{n-1}. \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

Для одержання тестового алгоритму для підвищення точності виміру необхідно спочатку визначити реальні параметри a_1, a_2, …, a_n математичної моделі вихідного вимірювального пристрою із рівняння (1), а потім знайти значення вимірюваної величини з рівняння (2) при підстановці в нього поточних значень a_1, a_2, …, a_n. Остаточне співвідношення, що показує зв'язок вхідної величини з результатами y_n перетворень і величинами $A_1(x)$, $A_2(x)$, …, $A_n(x)$ тестів, буде являти собою алгоритм підвищення точності виміру [2]. Точність визначення параметрів математичної моделі вимірювального пристрою залежить від стабільності блоків формування тестів, що створюють допоміжні величини $A_i(x)$ – тести, необхідні для складання системи рівнянь (2) [2].

У реальних умовах експлуатації систем помелу треба застосовувати адитивні тести, що створюються блоком адитивних тестів і мультиплікативні тести, що створюються блоком мультиплікативних тестів.

Як адитивні, так і мультиплікативні тести можна розділити на незалежні й функціональні. Незалежні адитивні тести формуються у вигляді суми

$$A_i(x) = x + \theta_i, \tag{3}$$

де θ_i – постійна складова адитивного тесту, що є однорідною, незалежною від x величиною [2].

Незалежні мультиплікативні тести формуються у вигляді добутку

$$A_i(x) = K_i(x), \tag{4}$$

де K – незалежного від x коефіцієнт перетворення блоку мультиплікативного тесту.

Функціональні адитивні й мультиплікативні тести для системи помелу відповідно мають вигляд:

$$A_i(x) = x + \theta_i(x);\ A_i(x) = K_i(x) \cdot x, \tag{5}$$

де $\theta_i(x)$ і $K_i(x)$ – деякі відомі функції x [2].

Найбільш широке застосування знайшли незалежні адитивні й мультиплікативні тести, які легко формуються як для електричних, так і для неелектричних величин. Треба зауважити, що треба проводити тестування систем помелу у безперервному процесі експлуатації у динамічному режимі, де нема змоги відключити вхідний сигнал та підключити еталон.

Література:

1. ДСТУ 4118-2002 «Напої нерозчинні на основі кави, цикорію та злакових. Загальні технічні умови». Введено 01.01.2002.

2. Кондрашов С.І. Методи підвищення точності систем тестових випробувань електричних вимірювальних перетворювачів у робочих режимах / монографія – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. 224 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Лисенко В.В., Фесюков О.В.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Автоматизована експериментальна інформаційно-вимірювальна система призначена для проведення досліджень конструкційних матеріалів і елементів конструкцій з метою визначення їх механічних властивостей в різноманітних температурних умовах. Важливими особливостями комплексної системи є спроможність отримання високих температур нагрівання дослідного зразка, висока точність встановлення і підтримування потрібної температури, достатньо значна потужність безконтактних нагрівачів і великій об'єм робочої зони. Структурна схема системи показана на рис. 1.

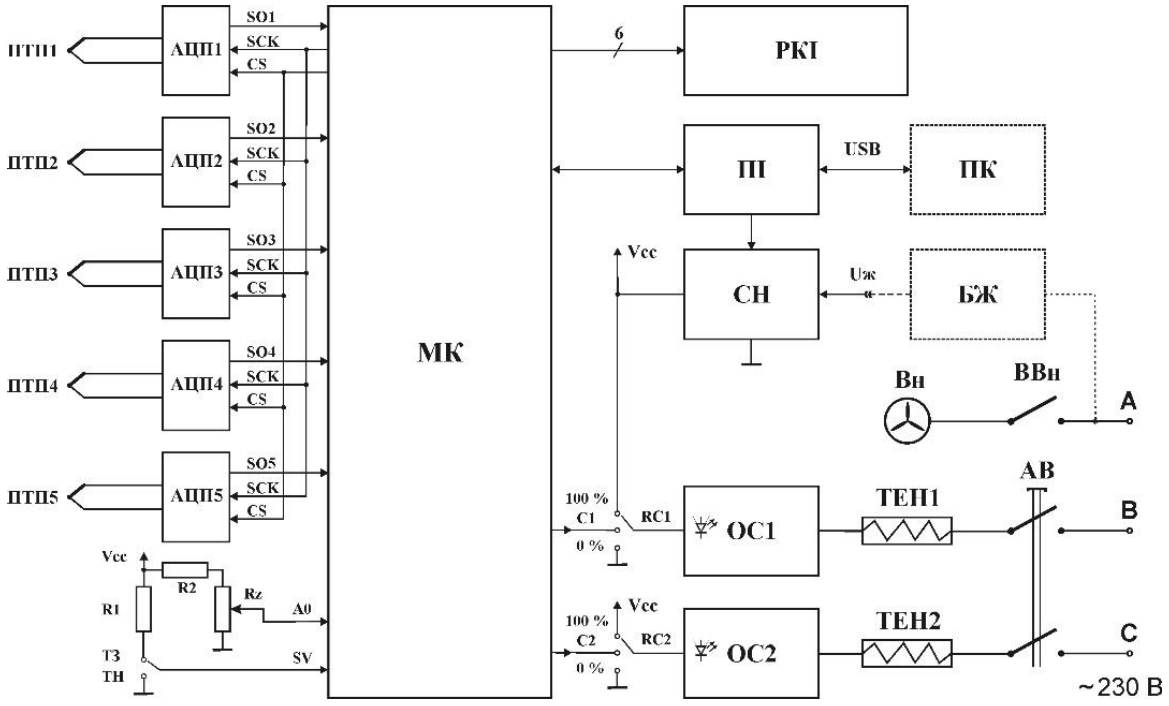


Рисунок 1 – Структурна схема системи

П’ять каналів вимірювання температури складаються з наступних елементів: первинних температурних перетворювачів (ПТП) – термопар типу К, які підключені до аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) типу MAX6675. Отримання вимірювальної інформації мікроконтролером МК від модулів MAX6675 здійснюється одночасно в послідовному коді по лініям SO1 - SO5. При цьому МК типу ATmega328 забезпечує видачу сигналів вибору АЦП - CS і сигналу стробування - SCK. З метою підвищення

швидкодії вимірювань запуск АЦП і прийом послідовних кодів виконується одночасно для всіх АЦП за сигналом стробування SCK.

Потенціометричний завдавач температури Rz підключається до мережі живлення через додатковий резистор R2, призначення якого – зменшення граничного рівня напруги Vcc. Напруга, пропорційна куту повороту, з поділника завдавача поступає на аналоговий вхід A0 АЦП мікроконтролера. Діапазон значень температури, що задається, від 100 до 1000 ^{0}C, крок завдання – 10 °C.

Вибір варіанту спостереження та керування температурою виконується двопозиційним перемикачем. В позиції ТН – керування проводиться відповідно до температури нагрівача, в позиції ТЗ – відповідно до температури ПТП розміщених на дослідному зразку.

Відображення значень заданих і вимірюваних температур, стану нагрівачів проводиться на рідкокристалічному індикаторі РКІ (2 строки по 16 символів). Контролер модуля – мікросхема HD44780.

Передача значень заданих і виміряних температур, стану керування ТЕН проводиться до персонального комп'ютера (ПК) по послідовному інтерфейсу USB. Інтервал передачі блока даних складає 1 секунду.

Електричний пристрій нагрівання складається з двох керамічних нагрівачів типу ЭНКк 160*200. Їх включення забезпечується оптосемисторами ОС типу SSR-40DA. Спосіб керування процесом нагрівання – широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) з забезпеченням гальванічної розв'язки сигналів керування від силових кіл. Точність встановлення заданої температури ±5 °C. З метою розширення функціональних можливостей і для визначення теплофізичних характеристик системи нагрівання, є три варіанти керування ТЕН:

1) ТЕН відключено, 0% потужності.

2) ТЕН включено на повну потужність, 100%.

3) Керування ТЕН здійснюється програмним шляхом ШІМ, від 0 до 100% потужності.

Живлення всіх низьковольтних модулів системи може забезпечуватися від персонального комп'ютера (USB) або від зовнішнього блока живлення (БЖ) через вбудований стабілізатор напруги (СН).

Для прискорення охолодження зони нагрівання у випадках зміни зразка або у інших випадках, до складу системи додається вентилятор (Вн).

Використання сучасної елементної бази, застосування програмного керування процесом нагріву, значна кількість точок вимірювання температур, простота керування і можливість передачі до персонального комп'ютера масиву даних про процес нагрівання і керування дають можливість отримання важливих результатів в режимі реального часу.

Універсальність і модульність побудови системи дозволяє її використання при проведені різноманітних експериментів в наукових дослідженнях і дає можливість також задіяти цю систему при проведенні навчального процесу.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕПЛОВОГО ОБ'ЄКТУ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Мигущенко Р.П.[1)], Кропачек О.Ю.[1)], Шустік Л.С.[2)], Баранюк Т.О.[2)]
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2
[2)]Нововолинський науковий ліцей Волинської обласної ради, м. Нововолинськ, вул. Пирогова, 1

Роботи, що виконані у ході досліджень, присвячені отриманню, аналізу і оптимізації структури і параметрів математичної моделі теплових об'єктів з температурним діапазоном 0 – 300 °С. Такі математичні моделі ототожнюють опис реальних промислових агрегатів.

Для отримання математичної моделі теплового об'єкту було поставлено ряд натурних експериментів (Нововолинський науковий ліцей Волинської обласної ради, кабінет фізики) та опрацьовані результати.

При проведенні експериментів було обрано два типи первинних перетворювачів (датчиків) Einstein:

– мідний (діапазон температур -40 – 140 °С),

– термопара (діапазон температур 0 – 1200 °С),

які зібрані у вимірювальний канал з цифровим виходом і USB вихідним портом. Програмне забезпечення MiLAB, яке здійснює опитування порту за відповідним протоколом обміну постачається підприємством-виробником.

Відомо, що узагальнена математична модель, яка описує тепловий об'єкт у вигляді алгебраїчного рівняння має вигляд:

$$W(p)=\frac{k}{\prod_i (1+pT_i)}e^{-p\tau}.$$

В представленій математичній моделі k – коефіцієнт передачі, T_i – сталі часу, τ – транспортне запізнення.

Ряд проведених експериментів були покликані встановити структуру і параметри математичної моделі теплового об'єкту:

– експеримент 1 – ланцюжок:

нагрівач → вода → вода → датчик;

– експеримент 2, 3 – ланцюжок:

нагрівач → метал → датчик.

При знаходженні транспортного запізнення τ і коефіцієнта передачі k були отримані наступні результати:

– експеримент 1. $k=0.43\frac{^\circ C}{B}$, $\tau=300\,c$, мідний датчик;

– експеримент 2. $\tau=0\,c$, мідний датчик;

– експеримент 2. $k = 0.78\frac{^\circ C}{B}$, $\tau = 0\,c$, термопара.

Для знаходження даних сталих часу T_i використовувався метод послідовного логарифмування, придатний для гладких аперіодичних сигналів. Кількісні дані при знаходженні T_i зведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1 – Дані експерименту 1

Сталі величини	
Напруга, В	220
Час запізнення, хв	5
Максимальна температура, °С	95,04757
t1, хв	35
lnc1	8,5
α1	0,242857143
Стала часу 1	4,117647059
t2, хв	25
lnc2	17
α2	0,68
Стала часу 2	1,470588235
t3, хв	22
lnc3	16,7
α3	0,759090909
Стала часу 3	1,317365269

Таблиця 2 – Дані експерименту 3

Сталі величини	
Напруга, В	220
Час запізнення, хв	0
Максимальна температура, °С	170,79296
t1, хв	32
lnc1	12,6
α1	0,39375
Стала часу 1	2,53968254
t2, хв	30
lnc2	12,4
α2	0,413333333
Стала часу 2	2,419354839

В результаті:

– для ланцюжка

нагрівач → вода → вода → датчик

математична модель прийняла вигляд:

$$W(p) = \frac{0.43}{(1+4.12p)(1+1.47p)(1+1.32p)} e^{-5p};$$

– для ланцюжка

нагрівач → метал → датчик

математична модель:

$$W(p) = \frac{0.78}{(1+2.54p)(1+2.42p)}.$$

Порівняння моделей вказує на суттєве спрощення структури при скороченні ланцюжка передачі теплового процесу та правильного вибору датчика. Дослідження, що проведені в лабораторних умовах можуть бути екстрапольовані на реальні промислові об’єкти і показали на скільки важливий вибір датчика та місця його розташування на об’єкті для спрощення систем контролю, діагностики чи управління.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ БЛОКУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Ольховіков С. В.[1)], Швидков С. М.[2)]
[1)] ***НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2***
[2)] ***Управління метрології та стандартизації Озброєння Збройних Сил України, м. Київ в/ч А2187***

До головних завдань на сучасному етапі боротьби із тероризмом відносять створення ефективної системи розвідки у складі антитерористичних структур. Одним із основних її складових елементів має бути система радіомоніторингу за роботою засобів радіозв'язку, яка дозволить викривати систему управління терористів і видавати інформацію, необхідну для роботи засобів радіоелектронної боротьби і дезінформації [1].

Результати аналізу використання можливих засобів зв'язку терористичними групами, частотно-часових характеристик їх сигналів указують на те, що радіоконтроль необхідно проводити у всій смузі частотного діапазону з різною тривалістю сигналу (посилки) [2, 3].

Для придушення засобів зв'язку лідерів і членів терористичних груп із метою порушення системи управляння при проведенні антитерористичних операцій пропонується використовувати надширокосмугові радіотехнічні системи, основу яких складає тракт формування та випромінювання надширокосмугових сигналів, що є достатньо пропрацьованим технічним рішенням. Його особливістю є широка смуга частот. Тому такий тракт може бути покладений в основу й при розробці та створенні конкурентно здатних засобів функціонального придушення (ураження) засобів радіозв'язку.

У доповіді показано, що під функціональним придушенням засобів радіозв'язку розуміється такий вплив на засоби та канали радіозв'язку, при якому здійснення зв'язку не можливе. Під функціональним ураженням розуміється такий вплив спеціально сформованим електромагнітним імпульсом, при якому виникає незворотній вихід зі строю окремих елементів або функціональних пристроїв, що виключає самостійне відновлення функціонування радіоелектронних систем і потребує проведення ремонтно-відновлювальних заходів.

Енергетичний потенціал постановника перешкод залежить від потужності перешкоди та коефіцієнта посилення антени, який визначається шириною її діаграми спрямованості. Використання всенаправлених лінійно поляризованих антен призводить до зниження енергетичного потенціалу засобів придушення. Тому доцільним є використання засобів функціонального придушення (ураження) каналів радіозв'язку з гостронаправленими антенами. Можливість секторного огляду такої антени по азимуту передбачає зменшення потужності, яка випромінюється, в

напрямах, відмінних від напряму головного максимуму діаграми спрямованості, що грає істотну роль при рішенні задачі електромагнітної сумісності засобу функціонального придушення (ураження) із застосуванням надширокосмугових сигналів із засобами зв'язку і захисту обслуговуючого персоналу від електромагнітного випромінювання.

Приводяться результати розрахунків конструкції та параметрів опромінювача надширокосмугової дзеркальної антени засобу функціонального придушення (ураження) у вигляді конічної спіралі, що дозволяє внести перешкоди у роботу засобів радіозв’язку на території приблизно одного квадратного кілометру.

Представлена розроблена методика визначення потужності ненавмисної перешкоди на вході основного каналу прийому.

Література:

1. Тимочко О.І., Лабунець В.О. , Климович О.К. Оцінювання завада захищеності радіоканалу зв’язку безпілотного літального апарату у міських умовах. *Військово-технічний збірник*. 2018. Вип. 18. С. 14-18.

2. Івченко М.М., Герасимов С.В. Метод оцінки швидкості передачі інформації технологією MPLS за протоколом TCP проводових телекомунікаційних мереж. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2019. № 4(37). С. 93-98. – https://doi.org/10.30748/nitps.2019.37.13.

3. Herasimov S., Roshchupkin E., Kutsenko V. Statistical analysis of harmonic signals for testing of Electronic Devices. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. 2020. Vol. 8 (7). Pp. 3791-3798. – https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/143872020.

ГЕНЕРАЦІЯ МОДЕЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ З ДОДАВАННЯ ШУМУ

Онуфрієнко Д. М.
Pingle Studio, вул. Барикадна, 15А

Для розробки нових засобів фільтрації цифрових сигналів необхідно враховувати вплив завад, які можна узагальнити як суперпозицію різних законів розподілення випадкових чисел. Спрощені співвідношення для адитивного та мультиплікативного додавання шуму наведені у публікації [1], але вони не враховують дискретну форму вимірювальних сигналів та саму можливість суперпозиції шумів. Для того, щоб позбутися цього недоліку, перепишемо відомі співвідношення у наступному вигляді.

Адитивне додавання шуму з використанням дискретних відліків для суперпозиції M законів розподілення, які мають виключні показники – математичне очікування μ та середньоквадратичне відхилення σ:

$$\hat{f}(t) = \sum_{i=1}^{N} f(t_i) + \sum_{k=1}^{M} \mathrm{F}_k(\mu,\sigma,N), \quad (1)$$

де: $f(t_i)$ – відліки вимірювального сигналу; M – кількість законів розподілення у суперпозиції; F_k – функція закону розподілення, яка визначається виключно μ та σ; $\hat{f}(t)$ – цифровий набір модельної функції вимірювального сигналу з шумом заданої потужності.

Співвідношення (1) адитивне додає до сигналу суму суперпозицій законів розподілення випадкових чисел довжиною N вимірювального сигналу.

Мультиплікативне додавання шуму з використанням дискретних відліків для суперпозиції M законів розподілення, які мають виключні показники – математичне очікування μ та середньоквадратичне відхилення σ:

$$\hat{f}(t) = \sum_{i=1}^{N} f(t_i)\left[\sum_{k=1}^{M} \mathrm{F}_k(\mu,\sigma,N)\right]. \quad (2)$$

Співвідношення (2) являє собою результат множення двох числових масивів загальною довжиною нового масиву у N відліків.

Визначимо, які саме закони розподілу відповідають вище згаданим вимогам, спираючись на можливості бібліотеки Numpy та Scipy [2].

Розподіли Логістичний, Нормальний, Ерланга є двосторонніми, тому оберемо суперпозицію Нормального та Логістичного.

При цьому, у якості модельної функції будемо використовувати частотно модульовану функцію доплерівського вимірювального сигналу [3].

$$y(x_i) = \sqrt{|1 - x_i|} \cdot \sin\left(\frac{k_1 \cdot \pi}{x_i + k_2}\right), \quad (3)$$

де: $x_i = \frac{k_3}{N} \cdot i$ -дискретні числові значення змінної; $i(0...N)$; N – число відліків; k_1, k_2, k_3 – постійні коефіцієнти.

Наведемо доплерівський сигнал для $N = 1024; k_1 = 2{,}1; k_2 = 0{,}05; k_3 = 0{,}9728$ та із суперпозицією шумів «Нормального» та «Логістичного».

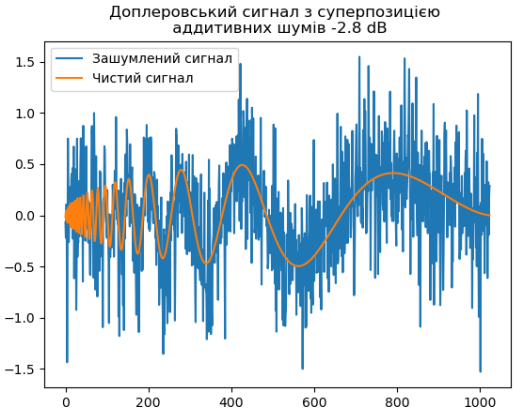


Рис. 1 Адитивний шум

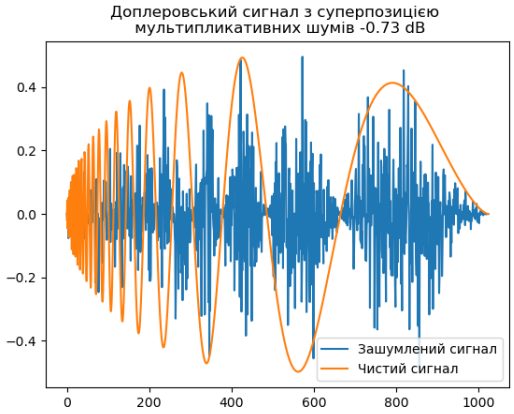


Рис. 2 Мультиплікативний шум

Висновок: суперпозиція мультиплікативних шумів навіть при меншій потужності, сильно спотворюють форму сигналу, тому потребують окремих досліджень.

Література:

1. Воскобойников Ю.Е. Вейвлет-фильтрация с двухпараметрическими пороговыми функциями: выбор функции и оценивание оптимальных параметров. *Автоматика и программная инженерия*. 2016. №1(15). С. 69–78

2. Lee G. R., Gommers R., Wasilewski F., Wohlfahrt K., O'Leary A., *Journal of Open Source Software*, 2019, vol. 4 (36), 1237. https://doi.org/10.21105/joss.01237

3. Тараненко Ю. К. Эффективность использования вейвлет-преобразований при фильтрации шумов в сигналах измерительных преобразователей. *Измерительная техника*. 2021. № 2. С. 16–21.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ IN VITRO В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Тверитникова О.Є.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Ефективна система технічного регулювання в галузі медичних виробів є основою забезпечення якості медичних виробів, які вводяться в обіг та експлуатацію, підтримки позицій національного виробника в умовах відкритого ринку. Нормативно-правові відносини Європейського Союзу регулюються понад 160 європейськими директивами і в Україні сферу виробництва, обігу та реалізації медичних виробів in vitro повинно підтримувати дієвою системою документів. Нормативно-правова база щодо медичних виробів потребує постійно оновлення та вдосконалення відповідно до вимог часу. Це є необхідним для вітчизняних як і виробників так і споживачів для уникнення на національному ринку низки ризиків, зокрема гальмування процесу просування новітніх технологій, появи небезпечної продукції тощо. Мета – аналіз нормативної документації та виявлення особливостей проведення оцінювання відповідності медичних виробів in vitro вимогам технічних регламентів у сучасних умовах.

Необхідність розроблення нових підходів у сфері технічного регулювання виникла ще з введенням різних обмежень пов’язаних з розповсюдженням пандемії. Актуальними, без винятку, для всіх країн виявилися питання удосконалення системи охорони здоров’я та пристосування системи законодавства до змін. В Україні чинні такі нормативні документи, що регламентують оцінку відповідності медичних виробів, як Закони України [1–3], а також Технічні регламенти щодо медичних виробів для діагностики in vitro. Крім того розроблено й впроваджено низку Держаних стандартів з різних аспектів використання медичних виробів in vitro, гармонізованих з міжнародними та європейськими нормативними документами. Відповідно до змін у Європейському законодавстві, що пов’язано з впровадженням Регламенту (ЄС) 2017/745 Європейського парламенту замість існуючих директив, розробляються й національні технічні регламенти. Переглянуто основні питання щодо змін технічного регулювання виробів для діагностики in vitro з орієнтацією на європейські нормативні документи, зокрема, процедури оцінки відповідності, вимоги до виробів для діагностики in vitro, їхню класифікацію тощо.

Особливості впровадження Регламенту це затягнутий і складний адаптаційний період пов’язаний з короновірусною пандемією. Масштабне розповсюдження пандемії вплинуло на висунення нових, більш суворих вимог до клінічних досліджень, тобто до ринку медичних виробів in vitro. Більш чітка ідентифікація медичних виробів повинна забезпечувати

можливість відстеження медичних виробів для постійного моніторингу безпечності продукції для споживачів. При цьому у Регламенті наголошувалося, що питома вага продукції, що буде контролюватися уповноваженими органами становить 80–90% на відміну від 10–20%, як це було раніше. Певні групи медичних виробів підлягають перевірці незалежних міжнародних груп експертів. До того ж потрібно враховувати розвиток нових діагностичних технологій, що значно розширив концепцію діагностики in vitro. Результати клінічних досліджень поступово становляться доступні широкій масі пацієнтів через застосування гаджетів, електронної пошти тощо. Тобто можна використовувати новітні технології для більш ефективного лікування пацієнтів.

Певні поправки були у порядок проведення оцінювання відповідності медичних виробів були внесені з повномасштабною збройною агресією росії проти України. Незважаючи на складні умови, вимоги до медичних виробів для діагностики in vitro не змінилися, навпаки посилилися. Однак в умовах військових дій традиційний підхід до проведення процедури оцінювання відповідності з аудитом, який проводиться безпосередньо на підприємстві та перевіркою вже на місці дотримання вимог технічних регламентів тощо є складним та неможливим. Виникає питання адаптування нормативної документації до екстремальних умов. Тому дуже важливою на цьому етапі є Постанова КМУ (29.03.2022 р.) № 389, де було внесено зміни до технічних регламентів стосовно медичних виробів для діагностики in vitro [4].

Отже, у сучасних умовах пропонується такі модифікації, як можливість зовсім не проводити оцінювання відповідності на основі спеціального дозволу Міністерства охорони здоров’я або визнання сертифікатів з оцінки відповідності Європейського Союзу.

Література:

1. Закон України «Про підтвердження відповідності» від 17.05.2001 р. URL: № 2406-III https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2406-14#Text. (дата звернення: 10.11.2022).

2. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» від 10.04.2008 р. № 255-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3164-15#Text. (дата звернення: 12.11.2022).

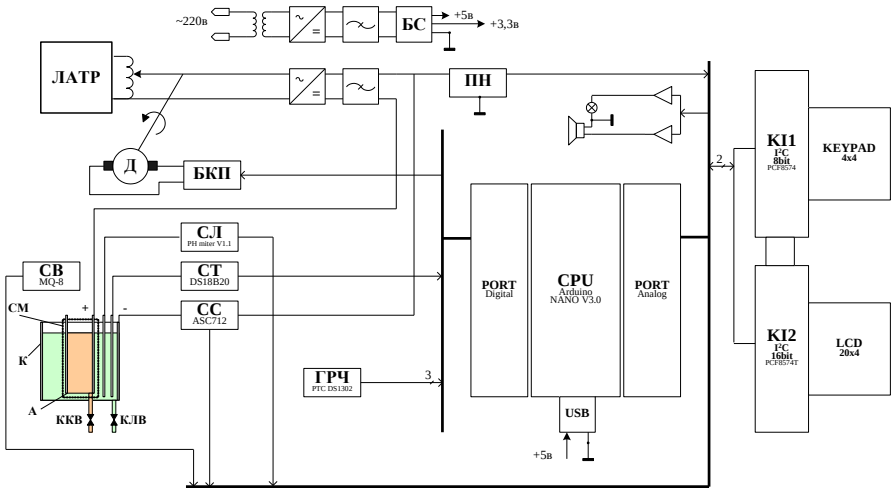
3. Закон України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» від 17.05.2001 р. № 2407/ URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2407-14#Text. (дата звернення: 12.11.2022).

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 березня 2022 р. № 389 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо визнання результатів оцінки відповідності». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-2022-%D0%BF#Text. (дата звернення: 12.11.2022).

ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛІВ ТА ПЛАТФОРМИ ARDUINO ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ АВТОМАТИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ВОДНЕВОЇ ВОДИ (АГВВ)

Тополов І. І., Борисенко Є. А., Порхало О.О.
НТУ «ХПІ», м Харків, вул. Кирпичова, 2

Публікація є продовженням теми розробки АГВВ, розглянутій у [1-4]. На рисунку 1 наведена функціональна схема генератора водневої води і функціональні блоки, які використовуються в схемі.



ЛАТР - Лабораторний автотрансформатор, Д - Двигун механічного приводу, БКП - Блок керування приводом, БС - Блок стабілізаторів, ПН - Перетворювач напруги, СВ - Сенсор летючості водню (MQ - 8), СЛ - Сенсор лужності (PH - метр), СТ - Сенсор температури (DS18B20), СС - Сенсор сили струму (ASC712), ГРЧ - Годинник реального часу (DS1302), А - Анод, К – Катод, СМ - Сепаруюча мембрана, КЛВ - Клапан лужної води, ККВ - Клапан кислотної води, CPU - Центральний процесорний елемент (Arduino NANO V3.0), USB – Універсальн послідовна шина, Port digital - Цифрові порти процесору, Port analog - Аналогові порти процесору, KI1 I^2C - Контролер послідовного інтерфейсу 1(тут PCF8574, 8bit), KI2 I^2C - Контролер послідовного інтерфейсу 2(тут PCF8574T, 16bit), Keypad 4x4 - Клавіатура 4 рядки 4 стовбця, LCD 20x4 - Рідкокристалічний індикатор 20 символів 4 строки.

Рисунок 1 – Функціональна схема АГВВ

Керування EXP електролізу води, для насичення її іонами водню, здійснюється CPU (Arduino NANO V3.0), за командами які він виробляє стосовно алгоритму [4]. Напруга ЛАТРу через силовий випрямляч та ФНЧ подається до електролізеру, позитивний (А) провід безпосередньо а негативний (К) через СС. Регулювання вхідної напруги здійснюється шляхом обертання валу бігунка ЛАТРу двигуном Д, який в свою чергу керується командами (реверс, аверс, зупинка) через силовий блок БКП з. АГВВ може працювати в одному з двох струмових режимах, штатному чи форсованому, обраний режим піддержується контролером на протязі всієї EXP. CPU також, в разі потреби, здійснює часову затримку на підготовку до роботи сенсора летючості водню СВ (MQ - 8), здійснює замір температури води СТ (DS18B20), проводить моніторинг водневого коефіцієнту PH.

Також контролер на протязі всього процесу роботи пропонує перший пріоритет доступу операторові. В разі виходу якогось з параметрів за межі нормальності, CPU через сигнальну звукову та світову ланки видає сигнал попередження.

Для індикації заміряних параметрів служить рідкокристалічний індикатор LCD 20x4, для вводу інформації до контролеру служить клавіатура типу 4x4, причому обидва модулі приєднуються до Arduino через контролери інтерфейсу KI1 та KI2 по шині I^2C. Принципова схема АГВВ представлена на Рис.2.

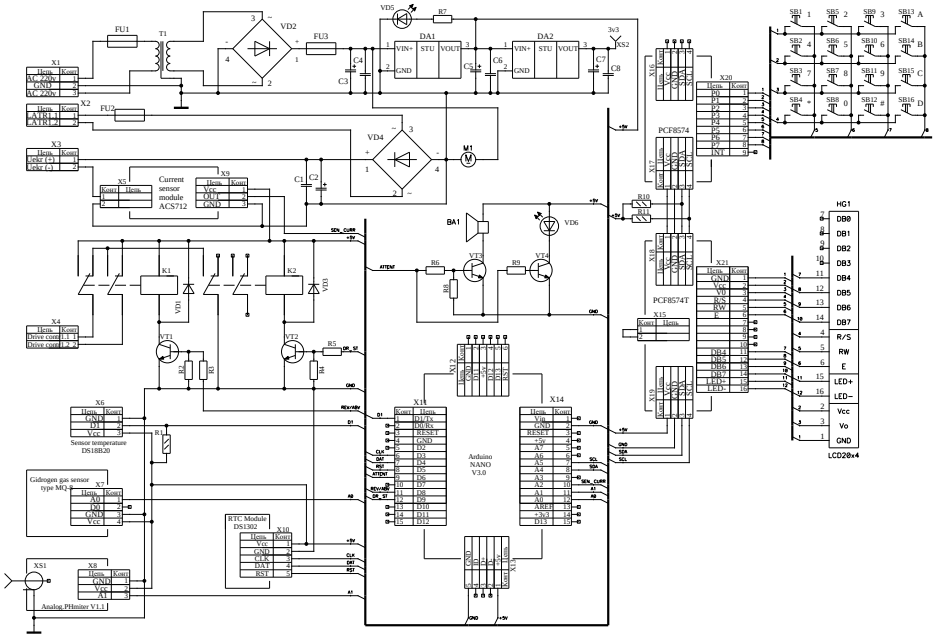


Рисунок 2 – Принципова схема АГВВ

Література:

1. Тополов І. І., Борисеко Є.А., Порхало О.О. Розробка установки сатурації води воднем. *Information technologies: science, engineering, technology, education, health*: тези доп. 29-ї МНПК MicroCAD–2021: у 5 ч. Ч. 1 / ред. Є. І. Сокол. Харків : Планета-Прінт, 2021. С. 331.

2. Тополов І. І., Борисенко Є. А., Порхало О.О. Порівняльна характеристика провідних моделей генераторів водневої води з дослідним взірцем: Збірник наукових праць VII-мої Міжнародної науково-технічної конференції «*Прогресивні напрямки розвитку автоматичних технологічних комплексів*» 28-30 травня 2022р, м. Луцьк. С 105-106.

3. Тополов І. І., Борисенко Є. А., Порхало О.О. Розробка бюджетного генератора водневої води : Збірник наукових праць VII-мої Міжнародної науково-технічної конференції «*Прогресивні напрямки розвитку автоматичних технологічних комплексів*» 28-30 травня 2022р, м. Луцьк. С 107-108.

4. Тополов І. І., Борисеко Є.А., Порхало О.О. Реалізація алгоритму роботи автономного генератора водневої води (АГВВ). Information technologies: science, engineering, technology, education, health: тези доп. XXX МНПК MicroCAD–2022. 19-21 жовтня 2022р. ред. проф. Є. І. Сокола. Харків НТУ «ХПІ». 2022. С. 372.

СЕКЦІЯ 5. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЧНИХ, ХАРЧОВИХ, ВИДОБУВНИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

TECHNOLOGY OF CONTROLLED OXIDATION OF DIMETHYL SULFOXIDE

Abdulhadi Saif Ali, A.G. Tulska
National technical university "Kharkiv polytechnic institute", post-Kharkiv, Ukraine; e-mail: abdulhadi.ali@khpi.edu.ua
Kharkiv, Ukraine; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3982-6996; e-mail: alona.tulska@khpi.edu.ua

Keywords: dimethyl sulfoxide, dimethyl sulfone, methane sulfonic acid, controlled synthesis, platinum electrode, oxygen release, peroxide radicals, ultimate current

Petroleum base oils (petroleum mineral oils) are manufactured from crude oils by vacuum distillation to produce several distillates and a residual oil that are then further refined. Aromatics including alkylated polycyclic aromatic compounds (PAC) are undesirable constituents of base oils because they are deleterious to product performance and are potentially carcinogenic. Three short-term, non-animal assays all involving extraction of oil with dimethylsulfoxide (DMSO) have been validated for predicting potential carcinogenic activity of petroleum base oils. On the other hand, dimethyl sulfoxide is a feedstock for a large number of organic substances syntheses. Nowadays research is considerably focused on the production of general products of dimethyl sulfoxide oxidation - dimethyl sulfone and methane sulfonic acid. Dimethyl sulfone is well-known as a food supplement for the treating and strengthening of human joints and ligaments. dimethyl sulfone is basically synthesized by oxidation of dimethyl sulfoxide in hot 30% hydrogen peroxide in glacial acetic acid.

Synthesis is accompanied by significant losses of hydrogen peroxide, the target product has to be significantly purified. It becomes possible to control the synthesis of pure dimethyl sulfone and methane sulfonic acid when using the electrochemical method of oxidation of dimethyl sulfoxide in its aqueous solution with chemically resistant anode and high overvoltage of oxygen reaction Controlled synthesis is relevant because sulfur tends to change the oxidation rate. Study of kinetics of anodic processes at platinum electrode was performed in the dimethyl sulfoxide concentration range about 1.0…4.0 mol·dm-3 . Current raise was observed at potentials that are more positive than 1.3…1.4 V. This potential range corresponds to oxygen release. Dissolved sulfuric acid (0.2 mol·dm-3) was added in order to inhibit the oxygen release and achieve the potential for the formation of peroxide radicals in aqueous solutions of dimethyl sulfoxide. It is known that sulfate 50 ions are adsorbed on the surface of the platinum anode,

displacing molecules of protonated water. This allows to shift the potentials and increase of the electrolysis current in 0.2 mol·dm^{-3} H_2SO_4 to 1.7…1.9 V. It indicates the processes of formation of peroxide radicals on the surface of the platinum anode. Further shift of the anode potential into more positive area than 2.00…2.05 V leads to a rapid increase in current density. At such potentials, dimethyl sulfoxide and dimethyl sulfone are oxidized to methane sulfonic acid with a parallel oxygen and hydrogen peroxide release. Current-voltage study has shown that the oxidation of dimethyl sulfoxide in aqueous solutions runs through the formation of dimethyl sulfone. When conducting electrochemical synthesis with control of the anode potential, it is possible to produce dimethyl sulfone without further oxidation to methane sulfonic acid. The addition of 0.2 mol·dm^{-3} H_2SO_4 to aqueous dimethyl sulfoxide solutions inhibits oxygen release and intensifies oxidation of dipole dimethyl sulfoxide molecules adsorbed on the platinum surface. The influence of adsorption processes on the kinetics of anode processes at the platinum anode in aqueous solutions of dimethyl sulfoxide at high anode potentials has been studied.

References:

1. Nejland O.Ya. Organy`cheskaya xy`my`ya: uchebny`k dlya xy`m. specz. vuzov. M.: Vysh. shk., 1990. 751 s.

2. Walsh Frank C., Carlos Ponce de León Versatile electrochemical coatings and surface layers from aqueousmethanesulfonic acid. Surface and Coatings Technology. 2014. V 259. № 11. P. 676 – 697.

3. Bilous T.A., Tul`s`ka A.G., Shaxin I.X., Samojlenko S.O. Obg`runtuvannya vy`boru promotoriv utvorennya perokso-grup dlya elektroximichnogo sy`ntezu peroksy`ocztovoyi ky`sloty`. Visny`k NTU «XPI». Seriya: Ximiya, ximichna texnologiya ta ekologiya, 2018. № 39 (1315). S. 14-18.

4. Bilous T.A, Tul`s`ky`j G.G., Matrunchy`k O.L. Obg`runtuvannya skladu elektrolitu dlya elektroximichnogo sy`ntezu peroksy`ocztovoyi ky`sloty`. Visny`k NTU «XPI». Seriya: Ximiya, ximichna texnologiya ta ekologiya, 2017. № 49 (1270). S. 10−14.

5. Kravchenko K. M., Pavlov B. V., Tul`s`ky`j G. G. Sumishheni anodni procesy` u rozchy`nax sul`fatnoyi ky`sloty`.*Visny`k NTU «XPI».* Seriya: Novi rishennya v suchasny`x texnologiyax. X.: NTU «XPI». 2020. № 4 (6). S. 99 − 106.

STUDY OF PHOSPHORUS-CONTAINING RAW MATERIALS OF THE KHARKIV REGION

Avina S.[1)], Vetsner Yu.[1)], Kazakov V.[1)], Avina V.[2)]
[1)]National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv
[2)]State Higher Educational Institution "Kharkiv College of Textile and Design"

Stable operation of the chemical industry, producing mineral fertilizers, is possible only with the smooth supply of raw materials quality regulated [1]. The use of mineral fertilizers is one of the main criteria for increasing yields in agriculture. Complex fertilizers, which contain both nitrogen and phosphorus, are of particular importance. To provide agriculture with domestic complex fertilizers, technologies based on the use of phosphorus containing raw materials, which are located in Ukraine, are promising [2,3].

Ukrainian phosphorites belong to the class of low-grade, so their composition is the main criterion for different efficiency in their direct use [4]. Therefore, the development of a universal technology for the enrichment and processing of phosphorus-containing raw materials into mineral fertilizers is of particular practical interest. Considering the above and knowing that enrichment is a set of sequential operations, the purpose of which is to increase the content of nutrients, the first and mandatory stage of the technology is crushing the phosphorus-containing ore with its subsequent classification.

We found that the least studied are the phosphorites of the Synycheno-Yaremivske deposit, therefore the purpose of this work is to further study them.

Having carried out preliminary preparation of raw materials by crushing with subsequent classification, we visually determined that this ore is iron-containing, as indicated by the characteristic color. Therefore, we decided to carry out not only a chemical study, but also several physical ones, in order to accurately establish the composition of these phosphorites.

The next step was to establish the elemental composition using X-ray fluorescence analysis, as one of the modern spectroscopic methods [5, 6]. From the X-ray diffraction pattern of the phosphorus-containing ore of the Synycheno-Yaremivske deposit, obtained by X-ray fluorescence analysis, it can be seen that the highest content is in calcium and iron. In addition to these elements, the ore contains phosphorus, silicon, potassium, manganese, nickel, copper, zinc and chlorine.

In order to more accurately establish the qualitative composition, an analysis was carried out using electron microscopy with an attachment for energy dispersive analysis, especially since this analysis also shows the quantitative composition.

Analyzing the results of electron microscopy with an attachment for energy dispersive analysis, it can be concluded that the qualitative composition of the

phosphorus-containing ore of the Synycheno Yaremivske deposit is represented by such elements as sodium, magnesium, aluminum, silicon, phosphorus, sulfur, potassium, calcium, manganese, iron and oxygen. All elements were recalculated to chemical formulas, after which the ore has the following quantitative composition, %: Na_2O – 0.26, MgO – 1.03, Al_2O_3 – 0.91, SiO_2 – 20.75, P_2O_5 – 9.15, SO_3 – 0.43, K_2O – 1.32, CaO – 14.20, MnO_2 – 0.59, Fe_2O_3 – 51.35.

The first stage of beneficiation consisted in calcining the ore in a muffle furnace at a temperature of 680°C. Then, according to the method of determining the iron in the ore by boiling the latter in concentrated HCl, the content of ferrous and ferric iron was determined. As a result, the Fe_2O_3 content was obtained equal to 32.43 wt%, and FeO equal to 5.57 wt%. Accordingly, the total iron content in the ore is 38 % of the mass.

It has been confirmed that the studied ore is consistent with the data on the composition of phosphorites of the Kharkiv region, with the exception of an anomalously large amount of iron. The studies carried out indicate the possibility of enrichment of the P_2O_5 content in the ore. The data obtained indicate the possibility of using phosphorites of the Synycheno-Yaremivske district in the production of mineral fertilizers and metallurgy.

References:

1. Vakal S V, Astrelin Y M, Trofimenko M O and Zolotarov O Ie 2005 Suchasnyi stan fosfatno tukovoi promyslovosti Ukrainy (Sumy: Sobor) p. 80.

2. Vetsner Yu I 2017 Issledovanie protsessa polucheniia fosfata Karbamida Visnik NTU "KHPI" 23 pp 137-43.

3. Savenkov A S, Ryshchenko I M, Belogur I S and Masalitina N Iu 2018 Kinetika neitralizatsii azotno-kislotnogo rastvora, poluchennogo iz nizkosortnogo fosforsoderzhashchego syria Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii 4 pp 129-34.

4. Baliuk S A and Lisovyi M V 2009 Kontseptsiia ahrokhimichnoho zabezpechennia zemlerobstva Ukrainy na period do 2015 roku (Kharkiv: Miskdruk) p 37.

5. Zarechnyi V H 2004 Vyrobnytstvo fosforovmisnykh mineralnykh dobryv pidpryiemstvamy Ukrainy ta yikh vykorystannia v silskomu hospodarstvi (Sumy: VTD "Universytetska knyha") p 189.

6. Mikhailov I F, Baturin A A, Mikhailov A I and Fomina L P 2012 Detection limits of impurities in a light filler in an X-ray fluorescent arrangement with a secondary target Instruments and Technique of Experiments, 55 (4) pp 490-3 DOI: 10.1134/S002044121203013X.

DETERMINATION OF OLEIC ACID OF SUNFLOWER OIL OF HIGH OLEIC TYPE SUNFLOWER SEEDS

Matvieiev M.[1)], Papchenko V.[2)], Matveeva T.[3)], Yevtushenko S.[4)]
[1)]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", 2, Kyrpychova str., Kharkiv, Ukraine, e-mail: nikita160600@gmail.com
[2-4)]Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, 2a, Dzyuba Avenue, Kharkiv, Ukraine, e-mail: vikucya@gmail.com; matveeva7390@gmail.com;

Oleic acid is one of the main fatty acids in sunflower seed oil. In terms of fatty acid composition, high-oleic sunflower oil is close to olive oil, and in terms of cost, it is much cheaper than the latter. In addition, this oil has a number of technological properties that favorably distinguish it from traditional sunflower oil. Compared to sunflower oil of the traditional type, high-oleic oil has a much higher resistance to peroxidation, thermal stability, improved hydrodynamic properties and requires a lower degree of hydrogenation when making solid fats from it [1-3].

As part of this work, a study was conducted to establish, on the basis of experimental studies, the dependence between the fatty acid composition obtained by the chromatographic method, in particular the oleic acid content, of the oil extracted by pressing from sunflower seeds, with an oleic acid content of up to 89%, and the corresponding value of the refractive index of these oils for further development and substantiation of reference tables for determining the content of oleic acid for sunflower oils of the oleic type by the refractometric method.

Oil samples with different oleic acid content were simulated and their fatty acid composition was determined, examples of sunflower oil samples with different oleic acid content are presented in the table 1.

The refractive index of oil for the obtained samples was determined at a temperature of +20±0.2 ºC. This method is quite operational and does not require a large amount of the test sample, 2-3 drops of oil are enough.

In the studied samples of sunflower oil, the content of oleic acid ranges from 73.9 % to 89.3 %, the value of the refractive index changes with the same dynamics from 1.4701 to 1.4686, respectively, when the value of the acid number of sunflower seeds is not more than 5.0 mg KOH/g.

The graphical construction of the obtained results made it possible to reveal a linear relationship, with a correlation coefficient R^2=0.99, between the refractive index and the content of oleic acid in the studied samples of sunflower oil:

$$y = -0.0001 \cdot x + 1.4775,$$

where y - refractive index, x - oleic acid content, %.

Table 1 - Fatty acid composition of examples of sunflower oil samples

Fatty acid		Mass fraction of fatty acids in % to the sum of fatty acids, oil samples:				
Myristic	$C_{14:0}$	-	0.04	-	0.1	0.06
Palmitic	$C_{16:0}$	4.38	5.22	5.09	4.0	4.15
Palmitooleic	$C_{16:1}$	0.16	-	-	0.1	0.13
Stearic	$C_{18:0}$	2.91	2.78	3.0	2.9	2.75
Oleic	$C_{18:1}$	76.96	77.51	77.91	80.7	84.57
Linoleic	$C_{18:2}$	11.01	8.01	12.04	10.4	6.16
Linolenic	$C_{18:3}$	0.41	1.63	0.41	0.1	0.21
Arachidonic	$C_{20:0}$	>0.01	4.83	0.22	0.2	0.26
Eicosanoic	$C_{20:1}$	-		0.21	0.3	-
Behenic	$C_{22:0}$	0.8		1.041	0.9	1.06
Lignoceric	$C_{24:0}$	-		0.417	0.3	-

Table 2 - Refractive index of examples of sunflower oil samples

Mass fraction of oleic acid in oil, %, of the total fatty acids	73.9	77.91	84.1
Refractive index of oil	1.4701	1.4697	1.4691

The relationship between these two indicators formed the basis for the theoretical determination of the content of oleic acid in oil samples. The difference between the actual and calculated values of oleic acid ranges from -0.43 % to 0.8 %, which indicates a high correlation coefficient between these indicators.

Consequently, the refractive index quite clearly responds to the fatty acid composition of sunflower oil, and the high correlation coefficient with the content of oleic acid indicates a close relationship between them.

References:

1. Oxidation stability of sunflower oil of altered sunflower after seed storage [Text] / Z. Vrbaski, M. Budincevic, J. Turkulov, D. Skoric, K. Vranac // Helia. 1996. No 24.P. 73–78.

2.C. Dobarganes, G. Marquez- Ruiz, M.C. PerezCamino. Thermal stability and frying performance of genetically modified sunflower seed (Helianthus annuus L.) oils [Text] / M // J. Agric.Food Chem. 1993. V. 41. P. 678–681.

3. L. Glancey, S. Knowlton, E.R. Benson. Development of a high oleic soybean oil-based hydraulic fluid [Text] Feedstocks. 1999. V. 4, Iss. 2. P. 1–2.

CREATING STRATEGY OF NEW CATALYTIC CONVERTERS FOR PROCESS OF GAS EMISSIONS CLEANING

Ponomarenko H., Ved V., Gorbunov K.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kharkiv, Kirpichov Street, 2

Exhaust, waste gases from any thermal power plants represent a certain risk to human health and have a negative impact on his habitat. They can contain harmful chemically active compounds – carbon monoxide; variable valence nitrogen oxides; saturated, unsaturated, polycyclic hydrocarbons; chlorine hydrocarbon, hydrofluorocarbons; benzopyrene; furans; dioxins and so on.

The most promising and effective way to clean gas emissions is catalytic neutralization.

We have developed a strategy for creating elements and structures of catalytic neutralizers of harmful gas emissions by solving a set of materials science, kinetic and mass transfer problems (Fig. 1).

The gas emission catalytic converter unit consists of: a metal body, a catalyst carrier and the catalyst itself, which is deposited like a thin layer on the surface or introduced into the carrier volume. In some cases, the carrier performs the functions of the catalyst.

It has been suggested a method of planning experiments for calculating the ceramic materials composition for carriers [1]. The method allows to describe the properties of the materials under study with an n-dimensional concentration simplex in (n – 1) -dimensional space. The method is implemented by constructing images of 3d-surfaces of the most important ceramic properties of cordierite ceramics to select the material composition. This material composition has to have a set of the highest possible operational properties for its practical implementation as catalysts carriers for waste recycling plants.

Metal carriers are selected, being based on the limiting function temperatures, chemical composition, temperature coefficient of linear expansion, the ability to resist the aggressive compounds effects contained in exhaust gases.

It has been developed principles for the controlled formation of catalytically active centers which have a given microrelief [2]. This is accomplished by coating glassceramic secondary carriers on the surface of metal and ceramic carriers. Catalytically active elements are deposited on the surface of secondary carriers at their softening temperatures. This makes it possibleto "glue" a thin layer of catalyst to the surfaces of secondary carriers (high temperature glass) to avoid their exfoliation under the influence of gas flows and the difference in the thermal expansion coefficient of various materials. The proposed methods allow the creation of mechanically strong and thermally stable secondary carriers and catalytically active coatings. It is also possible to vary in a wide range the qualitative and quantitative composition of coatings.

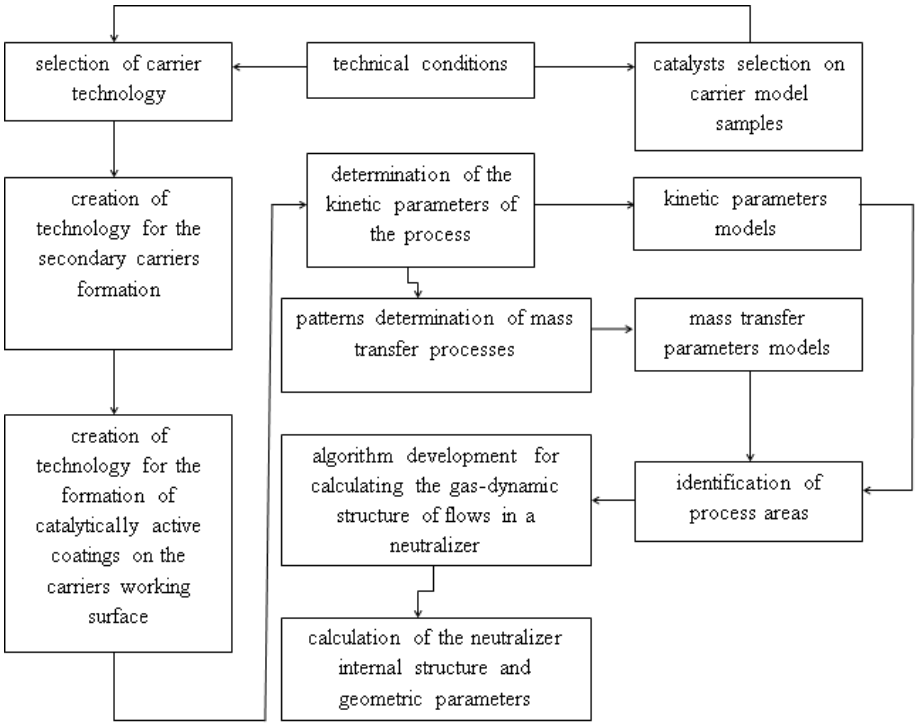


Figure 1 – Strategy scheme

It has been shown that the variation of the main parameters (content of catalytically active elements on the surface of the catalyst carrier, specific surface of the carrier, concentration of harmful substances in the gas stream, gas stream temperature and catalyst surface temperature, gas flow rate) allows to obtain mathematical models of the conversion processes of harmful gas emissions in the kinetic and diffusion area. The models created according to the proposed scheme make it possible to calculate, design and manufacture units of catalytic converters for automobile engines with spark ignition, waste recycling plants, which ensure an efficient process of gas emission conversion.

References:

1. V. Ved, H. Ponomarenko, Y. Ponomarenko, K. Gorbunov. A Modified Scheffe's Simplex Lattice Design Method in Development of Ceramic Carriers for Catalytic Neutralizers of Gas Emissions . *Chemistry Journal of Moldova* 2021. Vol. 16. No. 1. PP. 79-87. http://dx.doi.org/10.19261/cjm.2021.779

2. Evgeny Krasnokutskiy , Valery Ved, , Aliya Suigenbayeva , Abdilla Saipov , Akhmetbek Mussabekov , Hanna Ponomarenko , Helena Ved. Catalyst Coatings Carriers Based on Boron-Silicon Glass Crystalline Compositions *Chemical engeneering transaction*. 2019. Vol. 76. PP. 841-846.

STUDY OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS PROPERTIES UNDER THE INFLUENCE OF THERMO-OXIDATIVE DESTRUCTION

Cherkashina G.M., Lebedev V.V., Klimchuk S.O., Derius D.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", m. Kharkiv, st. Kirpichova, 2, 61002, annikcherkashina@gmail.com

Usually products of radio electronic equipment (REE) during operation are subjected to thermal effects in the presence of atmospheric oxygen.

Under these conditions, not purely thermal chain decomposition reactions take place, but thermal oxidation reactions. These processes can take place not only at elevated, but also at room temperatures, although the reaction rate decreases in this case. At the same time, thermooxidative degradation reactions play a certain role even at ordinary temperatures.

On the other hand, when structuring polymer composite materials (PCMs), when the process proceeds when the material is heated in an oxygen-containing medium, thermal oxidative degradation can manifest itself to a large extent.

Therefore, it is extremely important to investigate the change in the properties of the studied PCM (Table 1) under the influence of thermal-oxidative exposure for a long time.

Table 1 - Storage of studied PCM

Component	Quantity, % wt.		
	Compound		
	1	2	3
Epoxy oligomer ED-20	62	55	62
PEPA hardener	8	6	
Hardener UP-0633			20
DBP plasticizer	6		
Plasticizer MGF-9		10	

Table 2 shows comparative experimental data characterizing the change in the main physical-mechanical (a, σ bend) and operational (water absorption W, shrinkage L) properties of PCM based on epoxy binders structured by the traditional method and in the high-frequency field (HFF) under possible temperature conditions for the operation of REE. Considering the physical and mechanical parameters (a, σben), one can state their practical invariability for all compounds structured in both ways. Nevertheless, it can be seen from the table that the increased properties of PCM, achieved in the process of structuring in the HFF, in comparison with the properties of PCM structured by convection heating, are retained under conditions of thermal oxidative exposure. This fact makes it possible to predict an increased reliability in the operation of REE products sealed by the investigated PCMs structured in the HFF compared to PCMs structured in the traditional way.

Water absorption and shrinkage of PCM are one of the most important indicators that determine the reliability of the operation of REE elements. It can be seen from the data in Table 2 that these indicators are significantly lower for PCMs structured in the HFF compared to PCMs structured by convection heating, which also gives grounds to predict an increased reliability of REE elements sealed with PCMs structured in the HDFC field. The decrease in water absorption and shrinkage of the investigated PCMs with stable physical and mechanical properties indicates that the processes of thermal oxidative degradation do not manifest themselves under the studied conditions.

An increase in the residence time of PCM at elevated temperatures leads to a decrease in water absorption and shrinkage, which is obviously due to an increase in the degree of crosslinking, i.e. additional structuring of PCM at the studied temperatures.

Table 2.– Changes in the physical, mechanical and operational properties of PCM after exposure temperature

Index	Compound number		
	1	2	3
Impact strength, kJ/m^2			
original value	5,6/8,8	5,9/9,6	6,6/8,4
after exposure:			
at 85^{0}C for 30 hours	6,4/9,2	6,6/9,9	7,3/10,2
at 65^{0}C for 1000 hours	6,8/9,8	7,0/10,2	6,1/11,9
Breaking stress in bending, MPa			
original value	57,2/68,8	61,1/64,1	63,3/68,1
after exposure:			
at 85^{0}C for 30 hours	60,1/69,8	61,7/65,1	64,8/69,0
at 65^{0}C for 1000 hours	58,3/69,9	62,6/64,5	64,4/69,7
Water absorption in 24 hours,			
original value	0,366/0,281	0,287/0,167	0,291/0,186
after exposure:			
at 85^{0}C for 30 hours	0,318/0,218	0,273/0,151	0,280/0,182
at 65^{0}C for 1000 hours	0,203/0,107	0,265/0,095	0,254/0,080
Resizing,			
original value	0,112/0,058	0,123/0,057	0,118/0,062
after exposure:			
at 85^{0}C for 30 hours	0,101/0,042	0,099/0,053	0,103/0,051
at 65^{0}C for 1000 hours	0,104/0,39	0,116/0,042	0,109/0,046

Notes: 1 - The composition of the compounds is given in Table 1.; 2 - Numerator - convection method of curing, denominator - in the HFF.

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АБСОРБЦІЙНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВ АМІАКУ

Бабіченко А.К.[1)], Краснікова А.І.[2)]
[1)]НТУ «ХПІ», Харків, 61002, вул. Кирпичова,2,
anatolii.babichenko@khpi.edu.ua
[2)] НТУ «ХПІ», Харків, 61002, вул. Кирпичова,2,
anastasiia.krasnikova@cit.khpi.edu.ua

На діючих в Україні агрегатах з виробництва аміаку серії АМ-1360 вилучення продукційного аміаку з циркуляційного газу (ЦГ) здійснюється шляхом його двухступеневої конденсації. У блоці вторинної конденсації охолодження ЦГ відбувається у двох паралельно працюючих випарниках абсорбційно-холодильних установок (АХУ).

Згідно існуючих експериментальних досліджень [1] особливість експлуатації випарників, як об'єктів керування, пов'язана з постійним впливом сезонних та добових збурень, що обумовлені двома обставинами. Перша пов'язана із застосуванням на стадії первинної конденсації відділення синтезу апаратів повітряного охолодження. Друга обумовлено застосуванням в циклі АХУ водяного і повітряного охолодження. Останнє викликає надмірну залежність ефективності роботи АХУ від таких збурень. У зв'язку з чим холодопродуктивність АХУ, а отже і температура охолодження ЦГ мають значні відхилення від регламентних норм. За існуючих досліджень збільшення температури охолодження ЦГ навіть на 1°С сприяє підвищенню витрати природного газу на 307 тис. $м^3$ на рік [1].

Враховуючи наведене вище, оператору необхідна інформація щодо чисельної оцінки показників ефективності роботи АХУ для прийняття рішень в реальних умовах з метою визначення можливості зниження температури охолодження ЦГ. Проте існуючий в агрегаті синтезу інформаційно-керуючий комплекс ТДС-3000 не обладнаний апаратурно-програмним забезпеченням для прийняття таких рішень, тому створення такого забезпечення становить актуальну задачу.

Особливість створеного алгоритму полягає у його інформаційному забезпеченні щодо оснащення засобами вимірювання концентрації аміаку у потоках ЦГ та слабкого розчину в АХУ, наявність яких дозволила відмовитись від проведення щодобових лабораторних досліджень. При цьому в алгоритми слід визначити наступні основні етапи: визначення холодопродуктивності та витрати рідкого аміаку за складом ЦГ; розрахунок концентрації та витрати міцного розчину; визначення кратності циркуляції розчинів за концентраціями, витратами міцного розчину і рідкого аміаку; визначення збігання загального теплового балансу АХУ.

Розроблений алгоритм реалізований в пакеті MATLAB та апробований за даними промислової експлуатації АХУ агрегатів синтезу аміаку. На рис.1. наведені залежності, що в найбільшій мірі характеризують ефективність експлуатації АХУ.

Отримані залежності забезпечують можливість прийняття рішень щодо чисельної оцінки основного показника АХУ, а саме кратності циркуляції, регулювання якої за рахунок зміни уставок регулятора витрати міцного розчину дозволяє визначити якій буде при цьому і температурний режим охолодження ЦГ у випарниках комплексу вторинної конденсації.

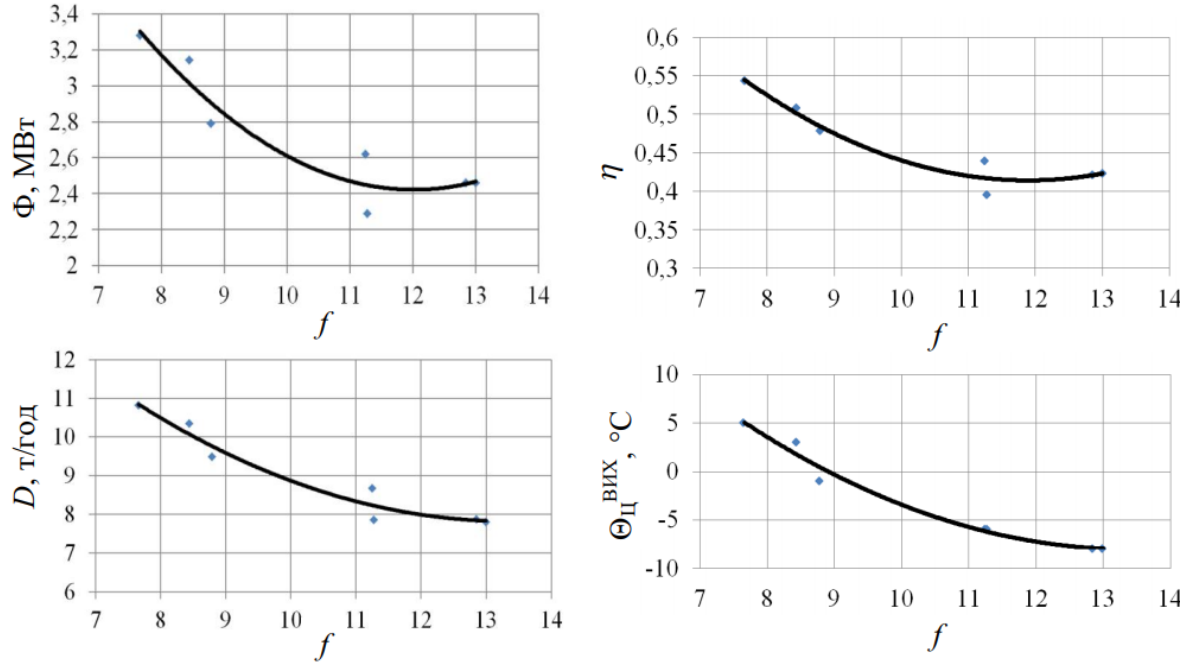


Рисунок 1 – Функціональні залежності щодо ефективності експлуатації АХУ: Ф – холодопродуктивність; D – витратF холодоагенту; η - тепловий коефіцієнт; f – кратність циркуляції.

Встановлені залежності показали доцільність зменшення холодопродуктивності АХУ за рахунок збільшення кратності циркуляції в умовах зменшення теплового навантаження випарника ЦГ у зимовий період. За рахунок цього температура вторинної конденсації була зменшена з -4°С до -8°С.

Література:

1. Бабіченко А.К., Тошинський В.І. Застосування математичного моделювання для діагностики показників ефективності процесів тепло-і масообміну в абсорберах тепловикористуючих холодильних установок агрегатів синтезу аміаку. *Вопросы химии и химической технологии*. 2009. №6, С. 107-111.

ЗМІШУВАННЯ РІЗНОРІДНИХ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ ПОГЛИНАЧІВ БЕНЗОЛОВИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Банніков А.Л.[1)], Карножицький П.В.[2)]
[1)]НТУ «ХПІ», вул. Кірпічова, 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: artiksmartik@gmail.com
[2)] НТУ «ХПІ», вул. Кірпічова, 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: labvtii@gmail.com

Наразі на коксохімічних підприємствах України істотно скоротилася переробка кам'яновугільної смоли, і відповідно бензольні установки відчувають дефіцит свіжого поглинального масла. У процесі поповнення робочого циклу часто виникає необхідність введення зарубіжного легкого поглинального масла, унаслідок чого оборотне масло з високою густиною змішується з легким свіжим маслом. У результаті полімероутворення, ущільнення і коксоутворення довго експлуатоване оборотне масло містить речовини, нерозчинні в толуолі. Ця система вже є дисперсною, і вплив зовнішніх розчинників (до яких умовно можна віднести зарубіжні свіжі масла з густиною 1,03-1,05 г/см^3) може призвести до дестабілізації та коагуляції дисперсних частинок. Завданням цього дослідження стала перевірка сумісності робочого масла підвищеної густини зі свіжим легким маслом і розробка рекомендацій щодо поповнення робочого циклу.

Для вирішення завдання використовували дві проби різнорідних кам'яновугільних рідин: свіже поглинальне масло зарубіжного виробника і полімери бензольного відділення як модельну речовину гранично ущільненого оборотного масла (табл. 1).

Таблиця 1 - Характеристика рідин, що змішуються

Показники	Свіже масло	Полімери бензольного відділення
Густина (20 °С), г/дм^3	1033	1146
Вміст води, %	0,1	0,3
Відгін до 230 °С, %	5	0,0
Відгін до 270 °С, %	94	12,3

В отриманих сумішах визначали густину відповідно до ДСТУ EN ISO 3675, реологічні характеристики сумішей визначали за допомогою ротаційного реометра з контрольованою швидкістю зсуву Brookfield DV2T. Сумісність рідин визначали за методикою, принцип якої ґрунтується на фіксації появи гетерогенної плями на фільтрувальному папері при нанесенні краплі поглинального масла. Рівномірне забарвлення плями після поглинання на фільтрувальному папері краплі розчину масла в системі "розчинник-осаджувач" свідчить про відсутність в аналізованому розчині

будь-яких асоціатів або дисперсних частинок. Поява гетерогенної плями (темної точки в центрі) вказує на появу асоційованих грубодисперсних частинок в аналізованому розчині. Як розчинник використовували свіже масло і сирий бензол, як осадник - полімери бензольного відділення.

На рис. 1 наведено результати визначення в'язкості та густини сумішей, а на рис. 2 характерні знімки крапель на фільтрувальному папері.

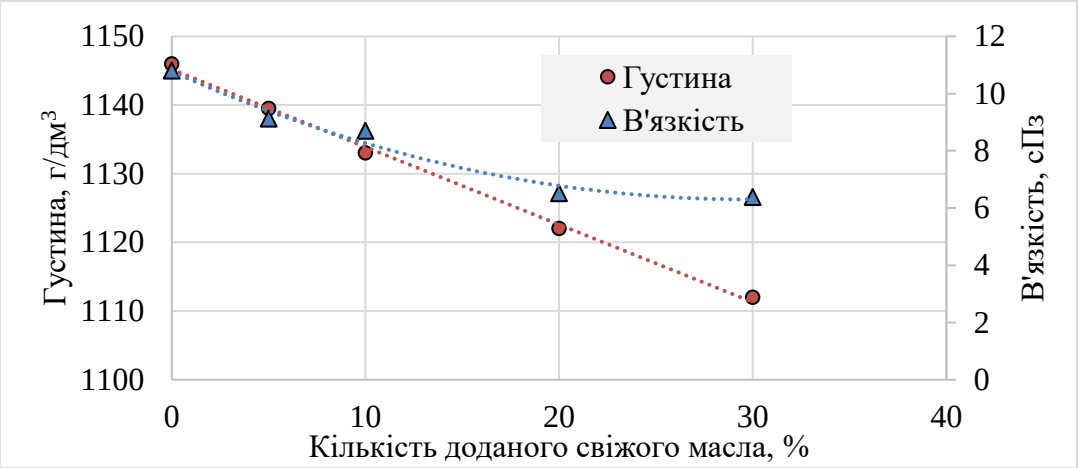


Рисунок 1 – Густина і в'язкість сумішей поглинального масла



свіже масло | Масло/полімери (40/60) | Сирий бензол/полімери (90/10)

Рисунок 2 – Характерні знімки тесту на гетерогенність сумішей

Результати визначення в'язкості сумішей показали, що найефективніше поліпшення якості оборотного масла припадає на введення в цикл до 20 % свіжого масла. Тому не рекомендується поповнення циклу "залповим" способом, ідеально було б поповнення в режимі, близькому до безперервного поповнення.

Свіже масло змішується з полімерами (модельною речовиною оборотного масла) без утворення осаду. Утворення гетерогенної плями відзначено при змішуванні полімерів із сирим бензолом. Це вказує, наприклад, на небезпеку промивання обладнання бензолової установки від відкладень масла сирим бензолом, оскільки в цьому випадку утворюються гетерогенні системи.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ НЕНЬЮТОНІВСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ В КАНАЛАХ ХІМІКО- ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Білецький Е.В.[1)], Петренко О.В.[2)]

[1)]***Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна, e-mail: bileckyj.e@gmail.com***

[2)]***Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, Харків, 61002, Україна, e-mail: petrenkoolena23@gmail.com***

Обмеженість природних енергоресурсів України викликає гостру потребу у створенні нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій та розробці екологічно безпечного устаткування. До теперішнього часу виготовлення значної частини продукції на вітчизняних виробництвах супроводжується підвищеними витратами енергоресурсів, вартість яких в останній час має стійку тенденцію до зростання. У цих умовах розробка та оптимізація хіміко-технологічного обладнання з підвищеним енергозбереженням є одним із пріоритетних напрямків в економіці України.

Основні процеси хімічної промисловості пов'язані з рухом складних дисперсних систем, більшість з яких є неньютонівськими рідинами. Знання структури та режимів течії відіграє важливу роль в організації технологічних процесів і дозволяє впливати на їх енергоефективність шляхом встановлення раціональних значень гідродинамічних, теплових, масообмінних та інших показників. У хімічній та харчовій технологіях відома велика кількість феноменологічних реологічних моделей, які описують особливості нелінійних матеріалів за допомогою різноманітних рівнянь стану. Більшість з них базуються на експериментальних дослідженнях і мають наявність різних залежностей між напруженням зрушення, швидкістю зрушення, температурою (рідше тиском) і використовуються для опису окремих матеріалів. Також, складна залежність реологічних моделей, не завжди враховує усі функціональні зв’язки між основними параметрами процесу, чим суттєво ускладнює розробку нових енергоефективних технологій і потребує значних фінансових і часових витрат [1].

Крім цього, при проведенні гідродинамічних, кінематичних, міцнісних розрахунків необхідно мати більшу інформацію, щодо основних закономірностей та режимів течії з урахуванням всіх функціональних залежностей процесу. Детальному дослідженню та вивченню підлягають основні макродинамічні та макрокінетичні характеристики течії: профіль течії та розподіл швидкості , їх градієнти, витрати, залежність в’язкості від напруження зрушення, вид геометрії каналу або труби, величина дисипації, зміни реологічних властивостей від тиску, температури [2].

З цих причин актуальною проблемою є створення розвинених науково обґрунтованих підходів щодо вивчення та опису течії нелінійних матеріалів у каналах складної геометрії шляхом розроблення теоретично обґрунтованих тривимірних математичних моделей течії неньютонівської рідини у каналах базової геометрії для подальшого отримання найбільш оптимальних та енергоефективних конструктивно-технологічних показників процесів та апаратів у хімічній та харчовій галузях.

Для вирішення поставлених задач запропоновано нові теоретичні методи моделювання течії неньютонівських рідин у трубах і каналах різної геометрії із границями, що рухаються або з різницею тисків на кінцях каналу [1, 2]. Запропоновано метод суперпозицій, який дозволяє звести рішення задач більшої розмірності, таким чином що для відновлення тривимірного поля течії достатньо вирішити задачу в одному вимірі. Сутність методу зводиться до вираження компонентів тензора напруження через єдиний компонент, при цьому вважається , що границі каналу є рухомими і течія може відбуватися, як в поздовжньому так і поперечному напрямках каналу. Канал, що розглядається вважається стандартним, тобто має прямокутно-поперечний переріз. Течії в каналах характеризуються величинами швидкості і тиску в кожній точці ділянки течії. Такий підхід дозволить сформулювати і вирішувати тривимірні задачі течії неньютонівських рідин у каналах прямокутної, пласкої і круглої форми під впливом різниці тиску і рухомими границями з параметрами, які залежать від тиску.

Запропонований метод суперпозиції течії на підставі побудови полів швидкості та тиску в трикомпонентних тривимірних течіях за значеннями полів швидкості та тиску течій з меншим числом компонентів і розмірності дозволяє отримати модель течії неньютонівських матеріалів, які виникають при описі великої кількості практичних ситуацій у хімічних і харчових технологічних процесах.

Отримані дані дозволять більш якісно організувати технологічний процес та управляти його параметрами, використовувати отримані дані при проектуванні машин і апаратів хімічної та харчової технологій і таким чином впливати на його енергоефективність та матеріалоємність.

Література:

1. Товажнянський Л. Л., Білецький Е.В., Толчинський Ю. А. Моделювання течій неньютонівських рідин у каналах базової геометріїХарьков: НТУ «ХПІ», 2013 319 с.

2. *Petrenko* E., Biletsky E., Semeniuk D. Modeling of the viscoplastic flow of a bingam fluid with transverse circulation in a rectangular channel of a worm machine. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2019. 27(2). P. 550-560.

ТЕПЛОВА ІНТЕГРАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ВИПАРЮВАННЯ ХЛОРИДУ КАЛЬЦІЮ

Биканов С.М., Бабак Т.Г., Горбунов К.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Як відомо, випарні установки є крупними споживачами енергії, оскільки процеси випарювання, які супроводжуються кипінням розчинів, потребують підведення великої кількості тепла. Отже, питання зменшення енерговитрат в процесах випарювання, є актуальною задачею.

Зниження енерговитрат в процесах випарювання може бути вирішена різними шляхами. Застосування багатокорпусних випарних установок, в яких вторинний пар попереднього корпуса використовується для обігрівання наступного є відомим методом. Вдосконалення конструкцій випарних апаратів, наприклад застосування випарних апаратів із пластинчастою гріючою камерою [1] є іншим шляхом, завдяки якому зростають коефіцієнти теплопередачі і тепловіддачі, що призводить до інтенсифікації процесу випарювання при однакових енергетичних затратах. Ще один підхід до проблеми – проведення комплексної теплової інтеграції процесу. Пінч-аналіз є одним із провідних методів теплової інтеграції, завдяки якому на виробництві забезпечується максимальна рекуперація тепла [2]. Покажемо проведення процесу теплової інтеграції процесу випарювання із використанням методу пінч-аналізу на прикладі трьохкорпусної випарної установки по випарюванню хлориду кальцію.

Хлорид кальцію є побічним продуктом при виробництві кальцинованої соди. Для його випарювання можуть бути застосовані випарні установки із числом корпусів від двох до чотирьох. Отже, розглянемо прямоточну трикорпусну випарну установку продуктивністю 15 тон/год початкового розчину хлориду кальцію із початковою концентрацією 11 мас%. Для проведення теплової інтеграції обираємо наступні гарячі технологічні потоки: конденсати першого, другого і третього корпусів, вторинні пари першого, другого і третього корпусів, упарений розчин. Холодні потоки для теплової інтеграції: початковий розчин, розчин, який кипить у першому, другому і третьому корпусах, а також воду на технічні потреби та воду на хімводоочистку. Кількість гарячих потоків вісім, холодних шість. Щоб скласти потокову таблицю, було розраховано витрати цих потоків, їх температури, теплоємкості та теплове навантаження на основі матеріального і теплового балансу установки випарювання хлориду кальцію. Виявлено, що для існуючої технологічної схеми процесу випарювання значення холодних утиліт становлять Q_C=4494 кВт; гарячих Q_H=4662 кВт. Теплота рекуперації становить Q_{rec}=4480 кВт, яка складається із теплового навантаження другого

та третього корпусів та теплового навантаження теплообмінника. Щоб проводити теплову інтеграцію, треба задатись мінімальною різницею температур. На основі техніко-економічних міркувань було визначено мінімальну різницю температур для даної технологічної схеми, яка дорівнює ΔT_{min}=8 градусів. На температурно-ентальпійній діаграмі побудовано складові криві процесу випарювання для ΔT_{min}=8 градусів. Локалізовано область пінча і визначено цільові значення гарячих та холодних утиліт процесу. Отримано, що температури пінчу дорівнювали $T_{Спінч}$=48, $T_{Нпінч}$=56; цільові значення холодних утиліт складали Q_{Cmin}=2478 кВт; гарячих Q_{Hmin}=2646 кВт. На основі отриманих результатів побудовано сіткову діаграму процесу і розташовано теплообмінники у відповідності до N та CP правил. Згідно цих правил було розщіплено потік початкової суміші вище і нижче пінча на 4 потоки. Згідно розрахунків, для рекуперації тепла треба встановити 14 рекуперативних теплообмінника. Також виникає потреба у встановленні трьох підігрівачів, при чому один з них – це перший корпус випарної установки, який обігрівається гріючим паром, а два інших – підігрівач початкової суміші потужністю 468 кВт, та підігрівач води на технологічні потреби. Як показує сіткова діаграма, необхідно встановити два холодильника, при чому один з них – це вже існуючий барометричний конденсатор, а теплове навантаження іншого незначне і можна віднести до втрат тепла. Таким чином, для реалізації даної схеми, треба встановити 14 рекуперативних теплообмінників та два підігрівача.

Обираємо пластинчасті розбірні теплообмінники фірми «Alfa Laval». Також потрібно встановити два розподілювача, які необхідні для розподілення потоку початкової суміші на чотири потоки вище і нижче пінча. Установка теплообмінників потребує встановлення додаткових трубопроводів та проведення автоматизації процесу. Це потребує суттєвих капітальних затрат. Але з іншої сторони, проведення теплової інтеграції дозволило знизити затрати гарячих та холодних утиліт: з Q_H=4662 кВт до Q_{Hmin}=2646 кВт (гар.) та з Q_C=4494 кВт до Q_{Cmin}=2478 кВт (хол.). Теплота рекуперації збільшилась з Q_{rec}=4480 кВт до Q_{rec}=6287 кВт. За попередніми розрахунками, строк окупності проекту складає від 2,5 до 3 років.

Література:

1. Данилов Ю.Б., Биканов С.М., Гапонова О.О. Енергозберігаючі пластинчасті випарні апарати. // Тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції «MicroCAD-2019», Ч. II (15-17 травня 2019р., Харків). С. 242.

2. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянський Л.Л., Капустенко П.А., Ульєв Л.М. Основи інтеграції теплових процесів.– Харків: НТУ «ХПІ». 2000. 456с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИСОКОРЕАКЦІЙНОЗДАТНОГО КОКСУ

Владимиренко В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, віл. Кирпичова, 2,
e-mail: *vladislavavladimirenko@gmail.com*

Метою досліджень було теоретичне та експериментальне обґрунтування взаємозв'язку показника питомого електричного опору (ПЕО) з готовністю коксу.

Для вирішення поставленого завдання виконаний критичний аналіз існуючих методик визначення готовності коксу, зокрема, ПЕО, який дозволив виявити їх недоліки, основним з яких є великі значення випадкових похибок, в тому числі труднощі врахування та виключення впливу перехідних електричних опорів між електродами і зразком порошку коксу через неможливість забезпечити сталість насипної маси його стовпчика при постійному тиску.

Усунення впливу перехідних опорів на результат вимірювань було забезпечено удосконаленням вузла пресування і конструкції двухзондової чарунки, а також заміною потенціометра, міліамперметру, вольтметру, реостату і акумулятору на сучасний вимірювальний блок.

Теоретично обґрунтований взаємозв'язок як готовності коксу, так і його ПЕО зі структурою вуглецевого матеріалу. Цей зв'язок був підтверджений експериментально шляхом визначення ПЕО різних зразків коксу на удосконаленому лабораторному устаткуванні.

Об'єктом дослідження були дві проби експериментального високореакційноздатного коксу, призначеного для використання як відновник у феросплавному виробництві. Кокс був отриманий з шихти, що містила 70 % газових, 20 % жирних та 10 % коксового вугілля. Одна проба була приготовлена безпосередньо з коксу класу більше 25 мм, а інша – з того ж коксу, попередньо подрібненого до крупності 10-25 мм у відповідності з вимогами споживачів, які використовують у електричних феросплавних печах переважно коксовий горіх саме цієї крупності.

Показники технічного аналізу цих двох проб наведені в табл.1.

Таблиця 1. Показники технічного анализу проб коксу

Показники	Проба 1	Проба 2
Зольність сухої маси $A^{d,}$ %	10,0	9,9
Сірчистість загальна сухої маси $S^{d}_{t,}$ %	1,06	1,07
Вихід летких речовин з горючої маси V^{daf} , %	0,9	0,5

Наведені дані свідчать, що обидві проби коксу мають близькі зольність та сірчистість, але помітно відрізняються за виходом летких речовин, визначеним за ДСТУ ISO 562:2015 [1].

Для більшості проб високореакційного коксу показники виходу летких речовин знаходяться в інтервалах 1,72-2,26 % та 14,5-34,7 $см^3/г$. Порівняння характеристик двох останніх проб, на нашу думку, свідчить про вплив післяпічної механічної обробки на властивості коксу. За подрібнення коксу руйнуються в першу чергу слабші ділянки з недостатньо сформованою структурою. Вони головним чином переходять в дрібні класи. Утворювані при цьому крупніші уламки (в нашому випадку класу 10-25 мм) характеризуються більшою структурованістю, що підтверджується даними про менші масовий та об'ємний виходи летких речовин, реакційну здатність, питомий електричний опір, а також більшу дійсну густину (1,843 $г/см^3$ у порівнянні з 1,799 $г/см^3$ для проби, отриманої з вихідного класу +25 мм).

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що на їх підставі можна визначити раціональний комплекс прийомів післяпічної підготовки коксу для різних напрямків його використання у відповідності з вимогами конкретних споживачів. Зокрема, подрібнюючи найкрупніші (та найменш готові) класи доменного коксу, можна поліпшити його характеристики. За допомогою яких оцінюються готовність та весь комплекс споживацьких властивостей доменного коксу.

В той же час таку операцію для феросплавного коксу робити не варто, оскільки це зменшує питомий електричний опір коксу та ефективність роботи феросплавних електропечей.

Література:

1. ДСТУ ISO 562:2015 (ISO 562:2010, IDT) Паливо тверде мінеральне. Методи визначення виходу летких речовин. – К.: ДП УкрНДНЦ, 2015. 8 с.

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОТРИМАННЯ ЦУКРОВОГО СИРОПУ ГАРЯЧИМ СПОСОБОМ.

Гапонова О.О.[1)], Литвиненко Є.І.[2)], Соловей Л.В.[3)]
1)Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,вул. Кирпичова, 2, 61002, м. Харків, Україна.
Olena.Gaponova@khpi.edu.ua
2)Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,вул. Кирпичова, 2, 61002, м. Харків, Україна.
gutentagfater@gmail.com
3) Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, 61002, м. Харків, Україна. LudSoL@ukr.net

Цукровий сироп повсюдно використовують у харчової промисловості. У технології виробництва газованих фруктових напоїв він застосовується для виготовлення купажів, товарних сиропів і квасів бродіння. У технології виробництва кондитерських виробів сиропом просочують коржі бісквітних тортів, ромові баби, тістечка тощо. При виробництві лікеро-горілчаних виробів йому належить важлива роль у формуванні смаку: надає напоям солодкість, пом'якшує смак, сприяє асиміляції ароматичних речовин, а кремам та лікерам надає властиву їм в'язкість.

При варінні гарячим способом процес отримання цукрового сиропу включає наступні стадії: розчинення цукру у воді, кип'ятіння водного цукрового розчину, де триває гідроліз за наступним рівнянням:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

з подальшою фільтрацією та охолодженням сиропу [1,2].

Запропоновано наступну технологічну схему отримання цукрового сиропу, яка представлена на мал.1.

Цукор-пісок 1 подають у збірник 2, звідки він прямує на ваги 3. Питна відфільтрована вода надходить у збірник-мірник 4, а потім сироповарильний апарат 5.

Типовий сироповарильний апарат являє собою закритий сталевий резервуар циліндричної форми зі сферичним днищем [3,4]. Виготовляють його зі сталі або чавуну та захищають від корозії емаллю, футерують плитками або гумують.

Апарат забезпечений паровою сорочкою з патрубками для підведення пари і відведення конденсату та мішалкою з верхнім приводом, призначеною для розмішування та розчинення вмісту. У кришці реактора є люк із засувкою для завантаження цукру з бункера, а також патрубок для затоки води та витяжна труба для відведення водяної пари. Для спуску сиропу служить нижній патрубок. Включають мішалку сироповарильного апарату і завантажують цукор, повільно розчиняючи його.

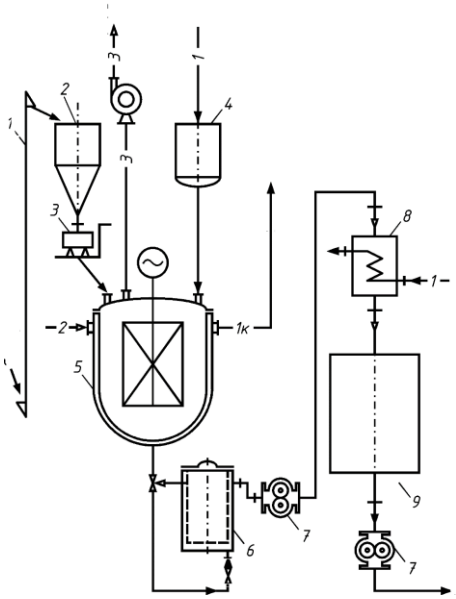


Рисунок 1 – Технологічна схема отримання цукрового сиропу.

Сироп доводять до температури 100 градусів і кип'ятять. При цьому випаровується необхідна кількість води і концентрація сиропу збільшується. Для обігріву апарату використовують пар, що гріє. Після кип'ятіння (випарювання) сироп фільтрують через сітчастий фільтр 6. Відфільтрований гарячий цукровий сироп з концентрацією 60–65 % шестеренним насосом 7 подають на охолодження в змійниковий теплообмінник 8. Охолоджений до температури 10^0С цукровий сироп надходить у збірник-мірник 9 і далі прямує на приготування квасів бродіння або виробництво напоїв з хлібної сировини.

Література:

1. Литвиненко Є.І., Литвиненко О.О., Биканов С.М., Данильчук Б.Д Технологія отримання цукрового сиропу в виробництві квасу. *Вісник НТУ «ХПІ».* Харків: НТУ «ХПІ», 2014. № 27 (1070). С. 40–45.

2. Розрахунок та проектування випарних установок: Навчальний посібник до курсового проектування по курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів всіх форм навчання хімічних спеціальностей/ В.О. Коцаренко, О.О. Гапонова та інші – Х.: НТУ»ХПІ», 2017. – 160 с.

3. Литвиненко Є.І., Гапонова О.О. Функціональна схема отримання цукрового сиропу : Тези доповідей XXX Міжнародної науково-практичної конференції «*Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта здоров'я» «MicroCAD-2022*».

4. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навчальний посібник / За ред. проф. І.Ф. Малежика. – Київ: НУХТ, 2012. – 543 с.

ВИВЧЕННЯ СКЛАДОВИХ БАЗИ ДАНИХ MICROSOFT ACCESS

Дідух Д., Хоменко О., Борисенко В., Бухкало С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У нашій роботі розглянуто основні складові роботи з базою даних Microsoft Access з метою інтенсифікації подальших розробок комплексного ігрового проектування (ХТ-419а,б) у період бойових дій в Україні. Складання описових алгоритмів зазвичай визначають як список деталізованих інструкцій, що реалізують процес обчислення, який, починаючи з початкового стану, відбувається через послідовність логічних станів до завершення. Перехід з попереднього до наступного стану не обов'язково детермінований – деякі алгоритми можуть містити елементи випадковості. Методологія визначення алгоритмів – базисне поняття, яке складає основу визначення комплексного процесу. З методології виходить якісно нове поняття алгоритму –оптимальність з наближенням до прогнозованого абсолюту. Зробивши все в послідовності алгоритму за граничних умов задачі, маємо ідеальне рішення нагальних проблем науково-практичного характеру. В сучасному світі алгоритм будь-якої діяльності у формалізованому вигляді складає основу навчання на прикладах за подібністю. На основі подібності алгоритмів різних сфер діяльності може бути сформована концепція дослідження складних систем. Проаналізувавши літературні джерела ми з’ясували, що база даних – сукупність даних, організованих відповідно до концепції, яка описує характеристику цих даних і взаємозв'язки між їх елементами. Відповідно об'єкти бази даних – включають дані та інструментальні засоби, необхідні для використання Access – однією із найвагоміших та найзручніших програм для роботи з базами даних – легко створювати форми: прості, із вкладками, безперервні, спливаючі, модальні діалогові вікна та підлеглі.

Таблиця 1 – Порівняльна статистика Excel та Access

Критерії	Microsoft Excel	Microsoft Access
Автоматичність процесу	Напівавтоматичний	Автоматичний
Охоплення	Заздалегідь введені данні з інших джерел збору.	Можливість охоплення великої кількості джерел водночас
Легкість використання	Доволі легка в освоєнні	Потребує навичок та часу
Можливості	Охоплює таблиці, бази даних та розрахунки у широкому спектрі	Функціонал стосується лише форм та їх різновидів при роботі із базами даних
Функціонал	Доволі широкий, як із графічними зображеннями так із текстовими	Має у собі змогу вкладати данні та зображення, у форми і пов’язувати їх одне з одним

У Access можна легко створити розділену форму, яка відображає синхронізовану таблицю та подання форми, щоб отримати все необхідне. Вивчаючи цю програму, не можна не згадати про форми, які є зручним

способом збору, сортування та фільтрування інформації у випадку масового анкетування. Порівнюючи із табличним Excel, форми є автоматичними сортувальними компонентами програми, для яких не потрібно кожного разу записувати формули та вводити данні. З'ясовано, що за допомогою зв'язаних форм можна легко керувати доступом до даних, а саме, які поля або рядки даних відображати: декому знадобляться лише кілька полів у таблиці з багатьма полями. Тобто, якщо надати їм форму, що містить лише потрібні для них поля, то, як наслідок, буде простіше використовувати базу даних. Програма дає змогу додати до форми кнопки та інші функції, щоб автоматизувати дії, які виконуються часто. Судячи з практики використання програми важливим пунктом є подання «Backstage» – це відправний пункт для створення нових і відкриття наявних баз даних, тобто для виконання будь-яких завдань в Access із файлом бази даних або за її межами, однак не в ній самій. Перш за все з'являється вкладка «Створити», далі обирається, що саме, у нас – «пуста база даних», але можливі варіанти стандартних шаблонів, які інсталюються з Access або офіційного сайту Office.com.

Таблиця – Складові створення бази даних Access

Об'єкти	Таблиці, запити, форми, звіти, макроси і модулі
Суб'єкти	Данні (статистичні, теоретичні, експериментальні, практичні) та записи

У нашій роботі використовується шаблон, який запропонований програмою Access: 1. Відкривши базу даних натискаємо кнопку «Microsoft Office» та обираємо пункт «Закрити базу даних», щоб відобразити сторінку «Початок роботи» з Microsoft Office Access. 2. Обираємо потрібний шаблон. 3. Застосунок Access пропонує ім'я файлу бази даних у полі «Ім'я файлу». 4. Натискаємо кнопку «Створити» (або «Завантажити» для шаблону Office Online). 5. Застосунок Access створює або завантажує базу даних, а потім відкриває її. 6. На вкладці «Основне» в групі «Записи» натискаємо кнопку «Видалити» (за потреби, якщо база даних вже містить якусь інформацію). 7. Натискаємо першу пусту клітинку у формі та починаємо введення. За допомогою області переходів здійснюємо пошук інших форм або звітів, які слід використати. 8. Зберігаємо файл. Під час роботи, проаналізовано поняття «база даних», розписані їх об'єкти та поетапно відображено алгоритм складання бази даних при використанні Microsoft access.

Література:

1. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань, системи управління базами даних та знань. «Магнолія-2006», 2013. 680 с.

2. Бухкало С.І. Кравченко В.О., Комірний Р.Ю. Інформаційні технології та математичне моделювання у навчанні студентів НТУ «ХПІ» у надзвичайних умовах та ситуаціях виживання. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. № 23(1363). С. 79–89.

ЗАСТОСУВАННЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛАНІВ ДВОФАКТОРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Кураксін Д.В., Кошовий М.Д
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 61070, м. Харків, вул. Чкалова,17. *Kuraksin23@gmail.com, m.koshovyi@khai.edu*

При проведенні досліджень, спрямованих на вивчення складних технологічних процесів, все більшого значення набувають методи проектування, оптимізації та прогнозування експериментів. При цьому точність експерименту зростає зі збільшенням числа факторів. Розроблено низку методів[1], пов'язаних із плануванням експериментів, які допомагають приймати оптимальні рішення на різних етапах дослідницької роботи. Проведення дослідів вимагає певних фінансових і часових витрат. Тому одним із завдань оптимізації плану експерименту є отримання максимальної інформації про вплив обраних факторів на технологію при мінімізації витрат на реалізацію плану експерименту.

Формування проблеми. При дослідженні різних процесів виникає проблема оптимізації експерименту, щоб він був, як можна дешевше і при цьому було витрачено, як можна менше часу. Порядок проведення експерименту має великий вплив на вартість його реалізації. Таким чином, отримання оптимального плану черговості проведення дослідів, прискорює та значно здешевшує їх реалізацію. Отже існує проблема отримання методу, який буде знаходити оптимальний план черговості проведення дослідів.

Для вирішення цієї проблеми необхідне опрацювання мурашиного алгоритму для оптимізації двофакторних планів експериментів, доведення ефективності його застосування, проведення порівняльного аналізу цього методу з початковими планами експериментів та іншими методами.

Основні результати досліджень.

Для оптимізації проведення багатофакторних експериментів розроблено алгоритм, який реалізує мурашиний метод. Програмне забезпечення для його реалізації розроблено на мові програмування C#. На рисунку 1 наведено скріншот інтерфейсу розробленого програмного продукту для оптимізації двофакторного експерименту.

Працездатність розробленого мурашиного алгоритму та програмного забезпечення, що його реалізує, перевірено при оптимізації двофакторної схеми експерименту для системи визначення витрати палива двигуном внутрішнього згорання.

Початкові дані для оптимізації плану експерименту взяті з роботи [2], в якій проводилося дослідження системи для визначення витрати палива в двигунах внутрішнього згоряння. Витрати палива q в мілілітрах

розглядалися, як критерій оптимізації. Були обрані фактори, що впливають на цей показник:

X1 - кількість обертів n двигуна за хвилину, об/хв;

X2- температура двигуна T, °C.

Вартості змін значень рівнів факторів наведено в таблиці 1.

В таблиці 2 представлено початковий план проведення експерименту. Оптимальний план експерименту для дослідження системи визначення витрати палива в двигунах внутрішнього згоряння знайдений методом мурашиного алгоритму наведено в таблиці 3.

Таблиця 1 – Вартість змін значень рівнів факторів, в ум.од.

Фактор	Вартість змін значень рівнів факторів ум.од	
	з «-1» в «+1»	з «+1» в «-1»
X1	0,32	0,16
X2	0,22	0,48

Таблиця 2 – Початковий план проведення експерименту

Номер експерименту	Позначення факторів	
	X1	X2
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1

Таблиця 3 – Оптимальний план, знайдений мурашиним методом

Номер експерименту	Позначення факторів	
	X1	X2
2	+1	-1
1	-1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1

Оптимальний план експерименту для дослідження системи визначення витрати палива двигуном внутрішнього згорання знайдено за 0,00041с. після застосування програмної реалізації мурашиного методу.

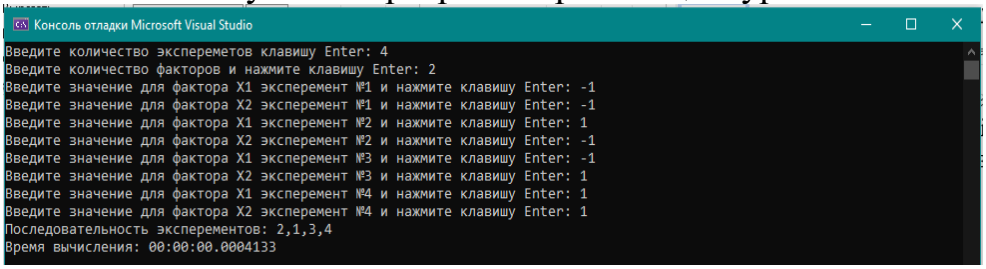


Рисунок 1 – Інтерфейс програмного продукту

В результаті порівняльного аналізу отриманих планів експериментів можна зробити наступні висновки.

Вартість реалізації експерименту за початковим планом становить 1,02 ум.од. Вартість проведення експерименту за оптимальним планом, отриманим з використання мурашиного методу, становить 0,7 ум.од. При вирішенні задачі повним перебором [2] вартість реалізації оптимального плану експерименту також становить 0,7 ум.од. У порівнянні з початковим планом експерименту, отриманий оптимальний план дає виграш у вартості реалізації в 1,46 разів.

Варто зауважити, що рішення знайдене за методом повного перебору також краще в 1,46 разів за початковий план експериментів, а це є підтвердженням працездатності розроблених мурашиного алгоритму та реалізації його програмного забезпечення. Однак при застосування мурашиного алгоритму рішення було знайдено набагато швидше, ніж за методом повного перебору. Також варто зазначити, що при кількості факторів більше трьох мурашиний алгоритм вимагає на знаходження рішення набагато менше часу та обчислювальної потужності. А тому застосування цього алгоритму можливо на більш старішому обладнанні, ніж обладнання для реалізації методу повного перебору.

Висновок

Опрацьовано мурашиний алгоритм, доведені його працездатність та ефективність. Розроблено програмний продукт, який реалізує мурашиний алгоритм оптимізації двофакторних планів експерементів. Знайдене оптимальне рішення, яке на 46% краще за початковий план проведення експериментів.

Література:

1. Кошовий М.Д., Бурлєєв О.Л., Пампуха А.І. Аналіз методів оптимізації планування багатофакторного експерименту за вартісними та часовими показниками. Зб.наук. пр. військ. ін-ту Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. К.:ВІКНУ,2022.№75. С.94-107.

2. Кошевой Н.Д., Костенко Е.М. Оптимальное по стоимостным и временным затратам планирование эксперимента: монография. Полтава: вид. Шевченко Р.В., 2013. 316с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ СУЧАСНИИХ ПРИСАДОК ДЛЯ БЕНЗИНІВ

Лаврова І.О., Копилов С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, віл. Кирпичова, 2,
e-mail: Inna.Lavrova@khpi.edu.ua , Serhiy.Kopylov.khpi@edy.ua

На сьогоднішній день присадки до палив набули надширокого розповсюдження. Раніше їх використовували виключно на нафтопереробних заводах для забезпечення потрібних показників якості палива. Тепер до присадок мають інтерес й власники транспортних засобів, і мініпідприємства. Багатьох приваблює можливість використання більш дешевого низько октанового бензину, покращивши його антидетонаційні властивості спеціальними присадками, інших – можливість поліпшення споживних якостей стандартних палив, наприклад пониження температури застигання літнього дизельного пального шляхом додавання депресорів.

Багатофункційні присадки покращують мийні, захисні та інші властивості палив. Витрати на присадки окупаються збільшенням комфортності обслуговування автомобіля, підтримані оптимальних характеристик робочих режимів та зростанням ресурсу двигуна. Нарешті, можуть використовавутися й присадки, що покращують екологічні властивості палив. До них відносяться багатофункційні присадки і , крім цього, різноманітні модифікатори горіння, наприклад антидимові присадки.

Метою даної роботи є дослідженя дії антидетонаційних присадок на якісні показники моторних палив.

Експериментальну частину роботи виконано на базі кафедри технології палива та вуглецевих матеріалів НТУ «ХПІ». Об’єктами дослідження були обрані такі розповсюджені присадки: N – метиланілін, МТБЕ, фероцен, КМТА та keropur (всі вони є ПАР з сильно вираженими мийними та емульгируючими властивостями). Основою для суміші було пальне (бензини марок А – 76, А – 92).

Суміші присадок та палива досліджували такими методами [1]:

– Метод визначення фактичних смол по Бударову;
– Метод визначення температури спалаху в закритому тиглі;
– Газорідинна хроматографія (ГРХ).

Моделюючі суміші створювалися додаванням певної кількості присадок в палива і ретельним перемішуванням.

При вмісті ферроцену в прямогонному бензині у кількості 15мг/л, середнє значення фактичних смол складає ω=4,5мг/100мл, що з урахуванням статистичної обробки знаходиться у межах похибки виміру вихідного зразку бензину, що свідчить про те, що застосування ферроцену у якості антидетонаційної присадки не збільшує вміст фактичних смол.

Застосування МТБЕ в прямогонному бензині показало зменшення вмісту фактичних смол до значення ω=3,6мг/100мл (зменшення на 18%), що порівняно з концентрацією вихідного бензину в отриманій бензино - ефірній суміші (85%об), можна зробити висновок, що введення МТБЕ в якості антидетонаційної присадки бензина зменшує вміст фактичних смол за рахунок розбавлення вихідного бензину.

Дослідивши зразки методом ГРХ була показана можливість встановлення наявності фероцену, МТБЄ та N-метиланіліну. Визначення наявності присадки КМТА в складі бензину показує можливість її ідентифікації тільки в тому випадку, коли вміст бензолу завищений (до складу КМТА входять бензол (основний компонент), толуол, ксилоли, більш тяжка ароматика та аліфатичні вуглеводні). Keropur є мийною присадкою. Показано можливість її ідентифікації в чистому вигляді шляхом дослідження методом ІК-спектроскопії.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що на їх підставі можна обирати оптимальний склад компаундованих бензинів. Проведені техніко-економічні розрахунки дозволяють зупинитися на МТБЕ (метилтретбутиловому етері) як на такому, що має оптимальне співвідношення ціни і якості, та використати його для компаундування бензинів. Подальші дослідження планується присвятити вибору високооктанових компонентів моторних палив, що мають високі експлуатаційні властивості при незначній вартості і відповідають вимогам [2].

Література:

1 Григоров А.Б., Сінкевич І.В.,. Лаврова І.О, Богоявленська О.В. Методи визначення якості нафти та нафтопродуктів : навчальний посібник / – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. 146 с.

2. ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Евро. Технічні умови». ДЦ «УкрНДНЦ», Київ, 2015. 15 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ МОДИФІКУЮЧИХ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

Мардупенко О.О., Сінкевич І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Сучасне виробництво нафтових бітумів, передбачає їхнє одержання по засобах концентрування, окиснення та компаундування нафтових залишків, що утворюються на установках первинної переробки нафти, термокаталітичних процесів і залишків селективного очищення дистилятних і залишкових фракцій. Одержувані за такими технологіями товарні бітуми, часто мають не високі значення показників якості, особливо вузький температурний діапазон їх застосування, не розрахований на значні середньорічні коливання температури. У зв'язку із чим, з метою підвищення якості бітуму, і як наслідку експлуатаційних властивостей дорожніх покриттів на їхній основі, в них додають речовини, здатні змінити їхню структуру й властивості – модифікатори, якими виступають поверхово активні речовини, полімерні добавки та різні промислові відходи.

Слід урахувати, що при збільшенні концентрації полімеру в бітумі більш 12%(мас.), спостерігається явище інверсії, тобто полімер з наповнювача стає наповнюваним матеріалом (матрицею), а бітум – наповнювачем, а система бітум-полімер здобуває властивості полімеру. Немаловажним питанням, є межа сумісності бітумів з полімерами різної будови. Для практичного застосування модифікованого бітуму необхідно контролювати зміну їх властивостей залежно від концентрації та виду полімерного матеріалу, що вводиться в бітум. Полімери мають значно більшу молекулярну масу, що бітуми, а виходить, можуть виступати для них, у якості ефективних загусників. При введенні в бітум навіть невеликих їхніх кількостей полімери впливають на параметри, що характеризують якість бітуму - підвищують температуру розм'якшення й знижують пенетрацію.

У даний момент найбільш ефективними модифікаторами властивостей бітумів, прийнято вважати, термоеластопласти (блоксополімери типу СБС), які поєднують у собі одночасно високу міцність, властиву пластмасам, і еластичність, властиву еластомерам.

Особливий інтерес представляє модифікування бітумів нафтополімерними смолами (НПС), які являють собою особливий клас синтетичних смол і мають найбільше застосування при виробництві шин і гумовотехнічних виробів, у якості пом'якшувача та підвищення клейкості. Додавання НПС у бітум приводить до утворення структури бітуму, що складається із просторової сітки смолисто-асфальтенових речовин бітуму та високомолекулярних сполук смоли, так само спостерігається пластифікація надмолекулярних структур смоли масляно-смолистим середовищем бітуму. Були проведені дослідження, по вивченню властивостей бітумів

марок БНД 130/200 і Б-5, при додаванні в них НПС (піропласт), отриману з важкої смоли піролизу. При додаванні 1-3% (мас.) НПС, спостерігалося поліпшення розтяжності, пластичності, еластичності, адгезійної та когезійної міцності бітумної композиції.

Узагальнюючи наведені вище дані, зазначимо, що з отримання більшості модифікаторів, необхідно здійснювати енергоємні технологічні процеси, інші або знаходять своє широке застосування інших галузях промисловості, або мають значну вартість. У зв'язку з чим пошук доступного, порівняно дешевого полімеру, що відповідає всім вимогам до модифікаторів, необхідно проводити серед багатотонних твердих побутових відходів, представлених головним чином поліетиленом високого і низького тиску (ПВД і ПНД), поліпропіленом (ПП), пінополістиролом (ППС)).

Усі технології одержання бітумів модифікованих полімерами передбачають додавання полімерів уже в товарний бітум, отриманий однієї з технологій, описаних вище, або при безпосередньому готуванні асфальтобетонної суміші, що приводить до додаткових енергетичних витрат. Тоді, запропонуємо, знизити ці витрати, шляхом реалізації технології компаундування розігрітого нафтового залишку, зокрема нафтового шламу, з полімерами, що значно прискорить процес одержання модифікованого бітуму, скоротить кількість технологічного встаткування й матеріальні витрати для його реалізації.

Пропонована технологія одержання модифікованого бітуму, має ряд істотних переваг перед класичною технологією, застосовуваної на нафтопереробних заводах уже не один десяток років. Так, наприклад, технологія окиснення нафтових залишків для одержання бітуму передбачає нагрівання сировини до температури 250-280°С, і продування значної кількості повітря, через розігріту сировину.

За запропонованою технологією, нагрівання базової нафтової фракції ведуть до температури, набагато вище температури плавлення полімеру, тобто. в середньому, залежно від виду полімеру, в межах 150-200°С. Так само, немає необхідності використовувати дороге технологічне обладнання у вигляді окислювальної колони, компресора і т.д.

Так само, позитивним моментом у такій технології є і те, що при її здійсненні не відбуваються реакції термічної деструкції компонентів, що характеризується відсутністю шкідливих викидів газоподібних з установки і необхідністю розробки системи очищення. А структура бітумів, модифікованих полімерами при температурі 150-200°С, як правило, зберігається і після охолодження, що пов'язано з різким збільшенням в'язкості нафтового залишку, який додається полімер, при охолодженні, що, у свою чергу, перешкоджає розшарування дисперсної системи при її зберігання та транспортування.

Отримані результати показують, що при додаванні 5% (мас.) у висококиплячу фракцію, виділену з нафтового шламу, можна отримати матеріал, за своїми властивостями, що зумовлює температурний інтервал його застосування, що перевершує товарний бітум, що випускається на нафтопереробних підприємствах України.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ У ПЗ UNISIM DESIGN ЯК ЗАСІБ УТОЧНЕННЯ ДАНИХ

Миронов А.М., Ільченко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Робота з великими обсягами технологічних даних часто пов'язана із пошуком достовірних відомостей про властивості речовин або параметри конкретних типів апаратів із визначеним конструктивом. Технологічні регламенти промислових підприємств зазвичай не вирізняються високим ступенем деталізації теплофізичних даних матеріальних та енергетичних потоків. Значна частина інформації, яка наведена там, є загальноописовою – такою, що дає уявлення про технологію в цілому та структурну будову конкретного виробництва або процесу, та не надає можливості працювати з опорними відомостями, необхідними для проведення енергозберігаючих заходів або впровадження інтеграції процесів.

Причиною вказаної ситуації є не брак даних як такий, а комерційна, технологічна або навіть військова таємниця – особливо, коли це стосується підприємств нафтогазового сектору (стратегічних та небезпечних). У свою чергу, різні харчові виробництва конкурують за унікальну рецептуру, режими обробки та інші параметри продуктового циклу, що часто унеможливлює хоча б приблизну уніфікацію даних для різних компаній. Вихід з означеного вище становища нерідко зводиться до використання довідникових та достатньо усереднених даних, адекватність яких стосовно до особливостей конкретного виробництва є доволі сумнівною.

Найбільш перспективним вирішенням питання щодо браку даних про технологічний процес є використання відомої інформації для побудови імітаційних моделей. Вони дозволяють не тільки уточнити, але й віднайти відсутні відомості з надзвичайно високою адекватністю до умов саме того виробництва, яке досліджується. Це можливо тому, що частка достовірної інформації для моделювання, узята з того ж підприємства, є домінуючою у загальному масиві даних. Взаємна кореляція емпіричних та розрахунково-модельних значень є запорукою їх відповідності реальному виробництву.
Програмне забезпечення UniSim Design, доступне для навчальних та дослідницьких цілей, є цільовим комерційним продуктом, призначеним для створення імітаційних моделей технологічних процесів. Завдяки тому, що у його основу покладені широковживані алгоритми розрахунку матеріальних та теплових балансів, результати отримані таким шляхом є у повній мірі співставними зі звичайними проектувальницькими обчисленнями, але при цьому виконуються значно швидше та забезпечують наочність процесу отримання шуканих величин. Найважливішим у даному контексті є те, що ПЗ UniSim Design має значну кількість «ступенів свободи» – зокрема, у тій

частині, яка стосується принципів введення інформації. Перевірка даних у цьому випадку здійснюється шляхом моделювання апарату, матеріального чи теплового потоку за певним набором початкових характеристик. Задля збільшення збіжності результатів доволі часто існує можливість завдання іншого набору параметрів, за якими будуть обчислюватися ті самі відсутні величини.

Зазвичай найбільша точність розрахунку досягається математичним шляхом – через усереднення отриманих різними шляхами значень. Такий спосіб добре підходить для визначення відсутніх параметрів матеріальних потоків та невідомих характеристик речовин. Тим не менш, використання «перехресного» розрахунку параметрів обладнання є хибним шляхом. Для того, щоб імітаційна модель мала змогу здійснити вірні обчислення, їй завжди необхідно спиратися на один набір значень, які добре корелюють між собою та не мають суто технологічних протиріч. Таким чином, можна казати, що дані для потоків краще визначати у декілька етапів, а відомості про характеристики обладнання – у один, на основі добре збіжних значень.
На практиці найбільш розповсюдженою є розрахунково-прикладна задача пошуку відсутніх теплофізичних і критичних характеристик речовин на виробництві. Зазвичай у таких випадках матеріальні потоки являють собою суміші кількох речовин зі змінними пропорціями (у конкретній точці технологічного процесу), що унеможливлює достовірне визначення їхніх параметрів звичайним шляхом. Імітаційне моделювання у ПЗ UniSim Design легко дозволяє перевірити взаємну збіжність великої кількості відомостей, отриманих на реальному виробництві, визначити протиріччя та нев’язку балансів, встановити відсутні значення теплоємностей, температур, витрат та концентрацій, а також з’ясувати теплоту фазового переходу, що у низці прикладних випадків є надзвичайно важливим.

Слід зазначити, що робота у стаціонарному та динамічному режимах імітаційного моделювання у UniSim Design – це дві доволі різні інженерні задачі, кожна з яких здатна підвищити точність визначення лише окремих параметрів. Водночас, інші параметри будуть змінюватися таким чином, що здатні вийти за рамки даних практичного дослідження. У цьому розрізі є сенс встановити пріоритетність величин та способів їх уточнення, щоб дані пізніше не виявилися хибними, оскільки це може призвести до некоректних технічних розрахунків та впровадження заходів реконструкції виробництв, які можуть загрожувати їхній безпеці. У цілому ж, детальне планування хронології імітаційного експерименту здатне не тільки звести до мінімуму, але й виключити вірогідність настання небезпечних ситуацій.
Цінність ПЗ UniSim Design як інструмента перевірки, уточнення та пошуку відсутніх даних є безумовною. Інженери різних підрозділів, служб та адміністративних рівнів можуть отримати відомості, наближені до їхніх реальних відповідників, оперативно, безпечно та досить наочно.

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДУ СПЕЦІАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Петік І. П. [1)], **Лазоренко В. В.** [2)], **Гербич К. С.** [2)], **Манжелій А. В.** [2)]
[1)] *Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, пр. Дзюби, 2 А, м. Харків, Україна, igor171984@gmail.com*
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна

На сьогоднішній день вітчизняний ринок харчових продуктів для веганів динамічно розвивається. Але якщо веганські батончики з високим вмістом білка ще можна знайти на українському ринку веганської їжі, то продукти зі збалансованим макроелементним складом, зі вмістом вітамінів, необхідних при відмові від їжі тваринного походження, знайти значно складніше [1 – 4].

Досліджено склад макронутрієнтів, вітамінів, показники якості ліпідної фракції, а також фізико-хімічні показники сировини для білково-жирових батончиків спеціального призначення – лляного, конопляного насіння, рисового борошна, вівсяних пластівців та фініків.

Обґрунтовано співвідношення сировинних інгредієнтів для батончиків спеціального призначення. Експериментально досліджено залежність органолептичних показників (смак, аромат, колір, гіркота, борошнистість) модельних сумішей сировини – основи для батончиків спеціального призначення, проаналізованих за допомогою дегустаторів-добровольців, від співвідношення його складових, а саме лляного насіння, конопляного насіння, рисової муки, вівсяних пластівців та фініків. Склад модельних зразків, які було досліджено, наведено на рисунку 1.

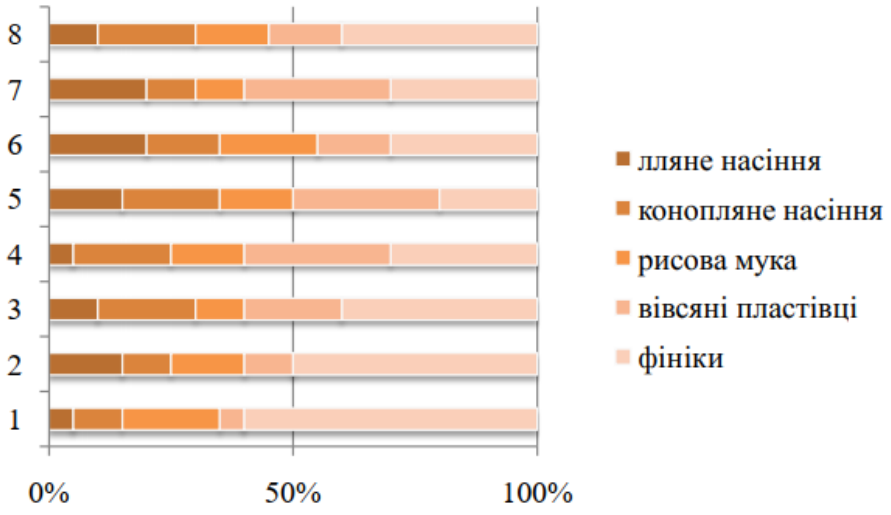


Рисунок 1 – Склад зразків сумішей сировинних інгредієнтів, що було проаналізовано за органолептичними показниками

Результати органолептичної оцінки отриманих зразків відображено в профілограмі, яка представлена на рис. 2. З профілограми зразків сумішей сировинних інгредієнтів з різним співвідношенням видно, що насіння льону в складі суміші впливає на такий органолептичний показник як гіркий присмак, насіння коноплі – на аромат і гіркий присмак, рисова мука та подрібнені вівсяні пластівці – впливають на смак, колір і борошнистість, а фініки – на аромат, смак і колір.

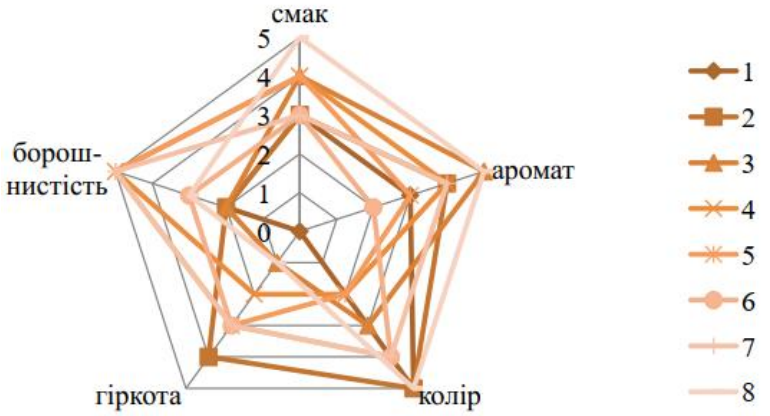


Рисунок 2 – Профілограма органолептичних показників зразків сумішей сировинних інгредієнтів для батончиків спеціального призначення

Таким чином, виходячи з результатів комплексної органолептичної оцінки, обрано ефективне співвідношення сировинних інгредієнтів на рівні: лляне насіння – 10 %; конопляне насіння – 20 %; рисова мука – 20 %; вівсяні пластівці – 10 %; фініки – 40 %. Це дозволило створити основу батончиків спеціального призначення для харчування веганів, яку в подальших дослідженнях буде збагачено цільовими біологічно активними добавками.

Література:

1. Escobar-Sáeza D., Montero-Jiménez L. Plant-based drinks for vegetarian or vegan toddlers: Nutritional evaluation of commercial products, and review of health benefits and potential concerns. *Food Research International*. 2022. Vol. 160, 111646.

2. Tkaczewska J., Jamróz E. Antioxidant edible double-layered film based on waste from soybean production as a vegan active packaging for perishable food products. Food Chemistry. 2022. Vol. 400, 134009.

3. Williamsa E., Vardavoulia A.Experiences of initiating and maintaining a vegan diet among young adults: A qualitative study. Appetite. 2022. Vol. 180, 106357.

4. Смоляр В. І. Основні тенденції в харчуванні населення України. *Проблеми харчування.* 2007. № *4*, С. 5–10.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БЛОКУ АБСОРБЦІЇ У ПРОЦЕСІ УЛОВЛЮВАННЯ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ПІСЛЯ СПАЛЮВАННЯ ВУГІЛЛЯ

Перевертайленко О.Ю., Товажнянський Л.Л., Капустенко П.О., Миронов А.М., Клочок Є.А., Єрмолаєва І.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Існує зростаючий інтерес до уловлювання діоксиду вуглецю після спалювання вугілля, пов'язаний зі зміною клімату та подальшим використанням уловленого діоксиду вуглецю для покращеного видобутку нафти та газу, а також як джерело для виробництва таких продуктів, як метанолу або диметилового ефіру тощо. Використовуваний в даний час метод уловлювання після спалювання, заснований на абсорбції МЕА (моноетаноламіну) без розділення потоку. Він потребує значні витрати пари на регенерацію розчину аміну.

У нашому дослідженні за допомогою методології інтеграції процесу аналізується теплообмінна мережа абсорбційно-десорбційної установки (ТОМ АДУ). Доповнюється пошуком економічно вигідних варіантів параметрів десорбційної колони шляхом комп'ютерного моделювання та використанням компактних ПТО (пластинчастих теплообмінників) з інтенсифікованою теплопередачею. Виходячи з представленого прикладу розглянута зміна температурного підходу всередині установки та його вплив на теплоспоживання, енергоефективність.

Обговорюються інвестиційні витрати на установку ТОМ АДУ. Використання пластинчастих теплообмінників в теплообмінній мережі абсорбційно-десорбційної установки дозволяє з однаковою або навіть нижчою придбаною вартістю теплообмінників заощадити до 13% більше енергії в порівнянні з теплообмінної мережі зі звичайними кожухотрубними теплообмінниками.

Процеси уловлювання діоксиду вуглецю після згоряння можна класифікувати на чотири основні групи:

– поглинання розчинниками;

– адсорбція сорбентами;

– захоплення з використанням мембран;

– кріогенне розділення.

Технологія поглинання двоокису вуглецю з димових газів не нова і відома вже близько сімдесяти років. Його використовували для потреби в основному для харчової промисловості в малих абсорбційних установках. Вимоги до потужностей уловлювання діоксиду вуглецю після спалювання нині надзвичайно зросли, і це вимагає використання ефективних і економічно доцільних технологій.

Більшість промислових абсорбційних технологій уловлювання діоксиду вуглецю після згоряння засновані на процесах розчинення амінів. Моноетаноламін використовувався для видалення діоксиду вуглецю з газових потоків з 1950-х років через його високу реакційну здатність до двоокису вуглецю. На даний момент це так все ще є найпоширенішим методом уловлювання вуглекислого газу після спалювання. Ці процеси успішно використовуються для уловлювання діоксиду вуглецю після згоряння з димових газів, що походять з вугілля, мазуту, а також вихлопів газових турбін.

Основні недоліки процесів на основі MEA відносно високі витрати тепла на регенерацію розчинника, деградація MEA і корозійна активність продуктів розпаду. Щоб підвищити економічну ефективність уловлювання діоксиду вуглецю після спалювання необхідно визначити шляхи вдосконалення.

Дотримуючись методології інтеграції процесів, такий підхід вимагає спочатку визначення енергетичних цілей, які можна досягти за допомогою визначеного технологічного обладнання, тобто абсорбера і десорбера з необхідними параметрами їх роботи. Після цього необхідно визначити можливі варіанти топології для теплообмінної мережі абсорбції-десорбції амінів (ТОМ АДУ), а потім виконати його оптимізацію, увімкнувши найближчий підхід до енергетичних цілей економічно ефективним способом.

Методологія інтеграції процесів є корисним інструментом для визначення енергетичних цілей і структури теплообмінної мережі в процесі уловлювання діоксиду вуглецю після спалювання вугілля. Доповнюється комп'ютерним моделюванням технологічного обладнання, яке дозволяє знаходити економічно ефективні рішення.

Розглянутий приклад для основної технологічної схеми АДУ показав перевагу застосування в якості теплообмінного обладнання для ТОМ сучасних компактних пластинчастих теплообмінників з інтенсифікованим теплообміном. Економічно ефективне використання пластинчастих теплообмінників дозволяє зменшити енергію споживання уловлювання вуглекислого газу після згоряння до 24%, у порівнянні з 11% у традиційному кожухотрубному теплообміннику. Це можливо навіть з меншими інвестиційними витратами до 15%.

Можливе подальше підвищення енергоефективності АДУ із застосуванням додаткового обладнання для низькопотенційного використання тепла, наприклад, теплових насосів і компресійної пари, які можуть бути використані за допомогою методології інтеграції процесів.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Снурніков Д.В.[1)], Красніков І.Л.[2)]
[1)]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 61002, вул. Кирпичова,2***
dmytro.snurnikov@cit.khpi.edu.ua
[2)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 61002, вул. Кирпичова,2***
ihor.krasnikov@khpi.edu.ua

Системи централізованого теплопостачання (ЦТ) є дуже поширеними енергетичними системами у всьому світі. Це ефективний і перспективний спосіб забезпечення тепловою енергією населення та інших споживачів теплової енергії в країнах із перехідною економікою та європейських країнах. Сьогодні системи ЦТ набули широкого поширення та забезпечують значну частку потреби в тепловій енергії в таких країнах, як Латвія (65%), Данія (63%), Польща (53%), Україна (52%), Білорусь (50%), Фінляндія (50%), Словаччина (40%) та низці інших країн.

В цілому по Європейському Союзу частка систем ЦТ становить 13%, а в 2050 році планується збільшити її до 50% за рахунок широкого використання когенерації та відновлюваних джерел енергії. Україна належить до країн з високим рівнем централізованого теплопостачання, але наразі спостерігаються негативні тенденції до зменшення їх внеску в загальний обсяг відпуску тепла на опалення та гаряче водопостачання – з 65,2% у 2014 році до 52% у 2020 році [1].

З одного боку системи ЦТ є найбільш перспективним видом теплопостачання, а з іншого боку – існуючі на сьогоднішній день в Україні та інших країнах з перехідною економікою системи ЦТ значною мірою вичерпали свій ресурс роботи та не відповідають сучасним вимогам та тенденціям. Також для систем теплопостачання України характерною є наявність центральних теплових пунктів для потреб гарячого водопостачання. Останні обслуговують зазвичай великі групи будівель, а часом і цілі мікрорайони. Системи такого типу спричиняють значні втрати тепла при подачі опалення та гарячої води споживачеві.

Тому проблема ефективного керування системами ЦТ є на сьогоднішній день надзвичайно актуальною проблемою як з практичної, так і з наукової точок зору.

Кінцева мета сучасних стратегій управління – гарантувати підвищення загальної енергоефективності систем ЦТ та справедливий розподіл енергії залежно від потреби кожної будівлі.

Системи ЦТ працюють в умовах стохастичних невизначеностей, що пов'язано як зі зміною потреб в теплі у споживачів, цінами на

енергію/паливо так і коливанням зовнішніх факторів системи (температури та параметрів навколишнього середовища) [2].

Сучасна система управління повинна здійснювати короткострокове прогнозування попиту на енергію в режимі, близькому до реального часу. Це можна досягти за допомогою розробки передових інструментів прогнозування, які забезпечують короткострокові прогнози потреб в опаленні для різних типів будівель [3].

Для оцінки майбутнього попиту на енергію в системах ЦТ вирішальним фактором є короткострокове прогнозування погоди. В даний час широко доступні такі параметри як температура, атмосферний тиск, вологість, сонячна радіація та опади. Наявність такої інформаційної бази надає можливість широкого використання комп'ютерних моделей, побудованих з урахуванням метеорологічних даних.

Проте прогнозування погоди з урахуванням даних ускладнюється проблемою невизначеності існуючих методологій прогнозування погоди.

Перспективним шляхом підвищення ефективності прогнозування погоди на основі великих даних є впровадження інтелектуальних систем збору та обробки даних з алгоритмами інтелектуального аналізу, що включають інтелектуальні засоби вимірювання.

Об’єктом дослідження є система ЦТ Роганського житлового масиву м. Харкова, що здійснюється двома котельними агрегатами. загальною потужністю 111 Гкал/рік. Загальна протяжність теплових мереж дорівнює 36269,5 м.

Метою досліджень є розробка комп’ютерно-інтегрованої технології з інтелектуальною підсистемою прийняття рішень для таких систем ЦТ.

Література:

1. Derii V.O. Trends in the development of the district heating systems of Ukraine *The Problems of General Energy*, 2021, 1(64):52-59 https://doi.org/10.15407/pge2021.01.052.

2. Choudhury A.R. Demand Forecasting in DHC network using machine learning models. In Proceedings of the 8th International Conference on Future Energy Systems, Hong Kong, China, 16–17 May 2017; pp. 367–372.

3. Moustakidis S, Meintanis I, Halikias G, Karcanias N. An Innovative Control Framework for District Heating Systems: Conceptualisation and Preliminary Results. *Resources*. 2019; 8(1): 27. https://doi.org/10.3390/resources8010027.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ РЕЧОВИН НА ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Фандеєва А.А., Авіна С.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, e-mail: svitlana.avina@khpi.edu.ua

При виробництві продукції на хімічних підприємствах під час хіміко-технологічного процесу змінюється склад та властивості речовин. Це зумовлено підготовкою та перетворенням вхідної сировини під впливом різноманітних технологічних рішень у готову продукцію.

Для виготовлення якісної продукції потрібно контролювати усі технологічні параметри та корегувати їх у разі потреби. Для цього на всіх сучасних хімічних підприємствах наявні автоматизовані датчики контролю і фіксації перебігу процесу, а також обладнані спеціальні лабораторії для проведення аналізу на всіх етапах виробництва.

Найбільшу увагу приділяють лабораторним методам аналізу через їх точність і можливість відслідковувати велику кількість параметрів. Лабораторні методи аналізу складаються з періодичного відбору проби на усіх етапах виробництва продукції і самого хіміко-аналітичного аналізу відібраних проб. Такі аналізи проводяться періодично, в залежності від типу та кількості виробництва продукції.

Відбори проб речовин на усіх підприємствах регулюються відповідними стандартами ISO, ДСТУ або ін., для кожної окремої галузі виробництва. У даних стандартах викладені норми та умови проведення відбору проби для подальшого проведення аналізу.

В залежності від типу виробництва застосовують різноманітні методи аналізу відібраного зразка. Найбільш поширеними методами аналізу на хімічних виробництвах є: титриметричний, гравіметричний, потенціометричний та спектральний [1].

Титриметричний аналіз або титрування – це метод, який базується на поступовому додаванні певної речовини з титром відповідної концентрації до розчину досліджуваної речовини, кількість якої треба встановити. Титрування проводять за допомогою бюреток, заповнених титрантом до нульової відмітки. Кінцеву точку титрування зазвичай знаходять за допомогою відповідного хімічного індикатора або інструментально, наприклад, за допомогою pH-метру або кондуктометра [2].

Гравіметричний аналіз або гравіметрія – це група методів кількісного визначення складу речовин, що засновані на вимірюванні їхньої маси або маси їхніх складових. Методи гравіметрії поділяються 3 групи: методі осаджування, методі виділення та методі відгонки [1].

Метод осаджування має найбільше практичне значення. В ході цього методу знаходять різницю між масами відібраного зразка та одержаного сухого осаду речовини, що аналізується. Похибка такого гравіметричного аналізу є досить низькою — 0,1 - 0,02 % [2].

Метод виділення полягає у зважуванні компонентів, виділених після обробки досліджуваної речовини. До такого методу належить, зокрема, визначення зольності палива [1, 3].

Потенціометричний метод аналізу або потенціометрія – фізико-хімічний метод кількісного аналізу, що ґрунтується на вимірюванні електрохімічного потенціалу електрода в розчині досліджуваної речовини. Застосовують для визначення концентрації електролітів. Потенціометрія використовується також в автоматизованих системах аналітичного контролю технологічних потоків на збагачувальних і гідрометалургійних заводах [1, 2].

Спектральний аналіз – це сукупність методів визначення хімічного складу об'єкта, заснований на вивченні спектрів взаємодії речовини з випромінюванням: спектри електромагнітного випромінювання, радіації, акустичних хвиль, розподілу за масою та енергією елементарних частинок та інше [4]. Спектральний аналіз оснований на використанні спектрів електромагнітного випромінювання, поглинання, відбиття або люменісценції. Залежно від визначення складу речовини розрізняють атомний і молекулярний спектральний аналіз, які в свою чергу підрозділяються на якісний і кількісний. Спектральний аналіз застосовується для визначення великої кількості елементів при їх вмісті від 10^{-6} % до 10 % у зразку з можливістю одночасного визначення до 40 елементів у кожній пробі [4].

Отже, існує велика кількість методів аналізу для підприємств виробництва різного напрямку, які дозволяють проводити дослідження та моніторинг зразків, що аналізуються. Отримані результати з проведення аналізу активно використовується у процесі корегування та оптимізації на усіх етапах виробництва.

Література:

1. Й. Опейда, О. Швайка. Глосарій термінів з хімії уклад.; Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет. - Дон. Вебер, 2008. - 738 - 756 с.

2. Аналитическая химия. Химические методы анализа / Под ред. О. М. Петрухина. - М. Химия, 1993. С. 139-140.

3. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. - Д. Донбас, 2007. Т. 2 . 670 с.

4. О.В. Макаренко. Прикладна оптика. Спектральні прилади та методи спектральних вимірювань : навч. посіб.; за заг. ред. проф. Л. В. Поперенка. - К. : Пульсари, 2013. 254 с.

ОТРИМАННЯ МОРСЬКИХ ПАЛИВ КАТАЛІТИЧНИМ ПІРОЛІЗОМ ВТОРИННОЇ ПОЛІМЕРНОЇ СИРОВИНИ

Чернявський А.В.[1)], Григоров А.Б.[2)]
1) Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова,2, andrey.chernyavsky@gmail.com
2) Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова,2, grigorovandrey@ukr.net

Термо-каталітичні процеси переробки (крекінг, піроліз) відносяться до числа основних вторинних процесів, які досить широко використовуються у світовій нафтопереробній промисловості для отримання паливних дистилятних фракцій з важкої вуглеводневої сировини. Незважаючи на те, що вони мають свою історію тривалістю понад 80 років, в сьогоднішніх умовах вони переживають свій бурний розвиток. Цей розвиток, насамперед, пов'язаний з використанням нових каталізаторів, спрямованих як на підвищення виходу дистилятних паливних фракцій (межі википання п.к.-360 °С), так і на зниження негативного впливу на навколишнє середовище (наприклад, зниження кількості шкідливих газоподібних викидів з установки та отримання «екологічного» моторного палива).

Також, суттєвий вплив на розвиток термо-каталітичних процесів переробки чинить розширення сировинної бази процесу за рахунок вторинної сировини – відходів виробництва та споживання.

На сьогоднішній день, в технічній літературі з'являються роботи, присвячені отриманню дистилятних фракцій моторних палив шляхом низькотемпературного каталітичного піролізу вторинної полімерної сировини – відпрацьованих виробів з поліолефінів (поліетиленів та поліпропілену).

Полімерна сировина, у порівнянні з класичною нафтовою, має суттєву перевагу – низький вміст або відсутність сірки, що робить її повністю придатною для отримання моторних палив, які відповідають сучасним стандартам екологічної безпеки (наприклад, Євро-4, Євро-5).

Слід відмітити, що раніше основним цільовим продуктом каталітичного піролізу вважався компонент автомобільного бензину (межі википання п.к.-160(180) °С). Однак, в останні роки світовий ринок нафтопродуктів характеризується своїм поступовим перетренуванням в напрямку збільшення обсягів виробництва компонентів дизельних та морських палив (MGO), які мають межі википання 180-360 °С. Отже, технологічні процеси спрямовані на підвищений вихід середніх дистилятних фракцій каталітичного піролізу вторинної поліолефінової

сировини, характеризуються певною актуальністю у довгостроковій перспективі.

Значне розповсюдження в якості основного промислового каталізатора каталітичного крекінгу і піролізу вуглеводневої сировини отримав цеоліт ZSM-5, який не містить великих порожнин (діаметр пор становить 5,1 - 5,6 Å). Каталізатори ZSM-5 застосовуються в установках каталітичного крекінгу важкої сировини для отримання бензинових фракцій з високою стійкістю до детонації та легких олефінів [1]. До переваг означеного каталізатору відноситься його помірна вартість та здатність до модифікування, яке є необхідним, якщо використовувати його в процесах каталітичного піролізу, спрямованих на отримання «екологічних» дизельних або морських палив. При цьому, необхідно підібрати метали або їх композиції, які будуть наноситися на каталізатор ZSM-5, та відповідати вимогам, представленим на рис. 1.

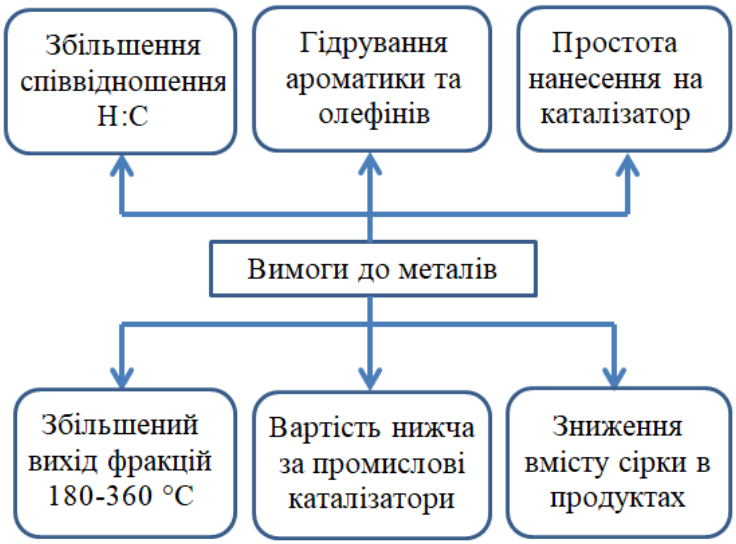


Рисунок 1 – Вимоги до металів в складі каталізатору

Таким чином, підібравши метали, які відповідають вимогам, представленим на рис. 1, можна отримати новий каталізатор типу Me-H-ZSM-5, який дозволить отримувати «екологічне» дизельне і морське паливо з вторинної поліолефінової сировини.

Література:

1. Rahimi N., Karimzadeh R. Catalytic cracking of hydrocarbons over modified ZSM-5 zeolites to produce light olefins: A review. Applied Catalysis A: General. 2011. V. 398. № 1–2, P. 1-17.

MATERIALS AND CHECKING THEIR PROPERTIES

Gutnyk M.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Kurpuchova 2; e-mail: maryna.gutnyk@khpi.edu.ua

The first information about materials testing is known to the mankind from the period of the Neolithic revolution. Some people began to improve their skills in finding the optimal properties of certain materials. As it known, the first material with which mankind became acquainted was copper. Metal tools became especially important in agriculture, where they significantly accelerated the land cultivation, and harvesting. It should be noted that it was in the manufacture of weapons that the properties of metals were used in the best way. Constant wars, the subjugation of tribes and peoples, the formation of a hierarchy of power, took place to a large extent thanks to the use of weapons made of copper-based alloys.

From the Ancient time became famous an experiment by Archimedes, who tried to find out the composition of the crown. At the end of the Renaissance, the knowledge of materials science developed quite actively. The most fundamental work on metallurgy can be considered "De Re Metallica" by Georg Bauer (1494–1555). The scientist developed the basics of chemical analysis, i.e., thanks to his refinement, the foundations of the first studies of various chemical compounds were laid. He described the technology of smelting and extraction of metals, considered the deposits of precious metals, the extraction of salt (real wars were fought over the control of salt deposits), sulfur, bitumen and glass.

In the 17th century, Galileo's Two New Sciences (strength of materials and kinematics) includes the first quantitative statements in the science of materials. According to manuscripts in 1595 was invented the first light microscope. Zacharias Jansen (1580–1638) of Holland invented a compound light microscope, one that used two lenses, with the second lens further magnifying the image produced by the first. It had a magnification that could be adjusted between 3 and 9x. Next step was the detection of *X*-rays. *X*-rays were discovered in 1895 by Wilhelm Conrad Roentgen (1845–1923) who was a Professor at Wuerzburg University in Germany. There is also another version – Ukrainian electrical engineer Ivan Puliui (1845–1918) in 1881 invented a special lamp, that was used *X*-rays for medical purposes. In 1913 the English physicist Henry Moseley (1887–1915) discovered a simple relationship between the wavelengths of the *X*-ray emission lines from a target and the atomic number of the target element – the wavelengths are inversely proportional to the square of the atomic number. Known as Moseley's law, this relationship proved to be a definitive tool in the determination of atomic numbers in the early days of atomic physics.

The earliest prototype of electron microscope, capable of four-hundred-power magnification, was developed in 1931 by the physicist Ernst Ruska (1906–1988) and the electrical engineer Max Knoll (1897–1969) at the Berlin Technische Hochschule or Berlin Technical University. At the same time new methods of materials testing began to used. Eddy-current testing (ECT). This type of testing has deep-time roots. They began largely instigated after Michal Faraday's (1791–1867) discovery of electromagnetic induction in 1831. In 1879 David Edward Hughes (1830–1900), demonstrated how the properties of a coil change when placed in contact with metals of different conductivity and permeability, which was applied to metallurgical sorting tests. Much of the development of ECT as a nondestructive testing technique for industrial applications was carried out during World War II in Germany. Professor Friedrich Förster (1908–1999) while working for the Kaiser-Wilhelm Institute adapted ECT to industrial use, developing instruments measuring conductivity and sorting mixed ferrous components.

The first infrared camera was built in 1929. It was a motion camera used by the British army for anti-aircraft operations following WWI. The military adopted the cameras quickly, and soon the technology was a vital part of defense strategy on both sides of the Atlantic. By the end of the 20th century, thermal imaging devices were much less expensive and became more accessible to consumers. They had applications in industries that include: building inspections, it is used to detect termites, check for roof leaks, and locate damaged pipes; medical diagnostics, it can detect the presence of inflammation, irregular blood flow, and some cancers; security, thermal imaging is used to confirm and validate the presence of people at a location, such as tracking illegal border crossings or securing rural or remote areas. In metal testing the infrared technology (as a non-destructive testing) used for inspecting of structural components, detecting weakened rivets, examining radar absorption structures and detecting cracks, breaks, etc. Its main disadvantage is that it is only effective in the detection of shallow defects. It is also difficult to produce a uniform heating to apply active techniques and there may be variations of emissivity in different parts of the studied body. Today there are different types of materials testing: abrasion and wear testing, aerospace fasteners, aircraft interiors flammability testing, chemical analysis, chemical processing, composite testing, computed tomography, contamination testing, corrosion testing, cyclic corrosion testing, die steel qualification, failure analysis, fatigue testing, foam testing, fractography services, fracture toughness, fuels and lubricants testing, hardness testing, liquid penetrant inspection, magnetic particle inspection, material properties, mechanical testing, metallurgical testing, nondestructive testing and inspection, nonmetals failure analysis polymer matrix composite testing, residual stress measurement, stress rupture and creep testing, etc. All of them are related to determining the properties of various materials, and information about their first application requires special historical research.

IMPLEMENTATION OF THE MOODLE EDUCATIONAL PLATFORM IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE IVANO-FRANKIVSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF OIL AND GAS

Pindus N. M., Dzividzinska I. S.
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
15 Karpatska St., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine

In recent years, the world experienced the third pandemic of the 21st century, COVID-19, since February 24, 2022 we have been fighting for our right to be Ukrainians in russia's war of aggression. Trials force significant changes in all social processes and worldview trends, particularly in science and education.

Higher educational institutions of Ukraine are forced to implement distance education. Under these conditions, the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG) is implementing the Moodle educational platform, which fully complies with the recommendations of the Ministry of Education and Culture in accordince with "Recommendations of the Ministry of Education and Culture on the Mixed Education Implementation" No. 1_9-344 dated June 24, 2020.

The Learning Management System (LMS) meets the necessity in choosing one IFNTUOG educational platform. Functionality of the educational platform means working with educational content (creation, storage and improvement of electronic educational courses); management of the educational process; formation of electronic gradebook; ensuring the individual educational trajectory of the student; support for various forms of data import and export; application of the educational platform as one of the additional means of training and control[1].

By the beginning of 2022 1096 electronic methodological assignments had been created and used in the educational process by the Distance Learning Center (CED) of the IFNTUOG. Since 2015, more than 3,000 students and trainees of the Post Graduate Institute (PGI) have been trained on the Moodle educational platform.

To improve professional qualification of the staff the design of electronic courses is conducted in the IFNTUOG on a regular basis. According to the results of advanced training courses, more than 140 e-courses have been certified and 63 e-courses are at the final stage of development / testing. 153 teachers received a certificate of the established standard for completing professional development courses[2].

The DLC cooperate with the teachers of the departments conducting seminars and trainings with the aim of creating quality educational products in the form of electronic training courses (ETC), which represent a single pedagogical scenario of the discipline, structuring and creating navigation on the ETC, forming evaluation criteria and work programs of the disciplines, organizing technical support for distance learning classes.

Consultations are carried out during the technical implementation of multimedia materials, virtual laboratory works and simulators and ensuring the protection of intellectual property rights of the designed e-courses[3].

For the development of virtual laboratory works and simulators, the approach of creating intellectual communities through cross-departmental diploma design is gaining wider application. The implementation of one of these projects (shown in Figure 1) is dedicated to the topical issue of detecting natural gas losses in gas distribution networks.

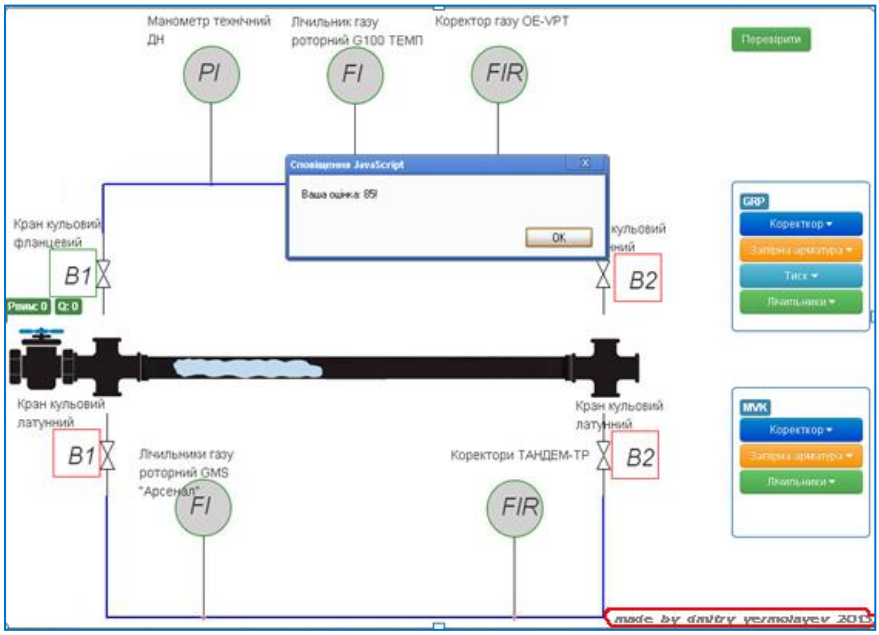


Figure 1 – An example of a software product developed within the framework of crossdepartmental diploma design

References:

1. Romanovska O. O., Romanovska Yu. Yu., Romanovski O. O. Book 4. Peculiarities of academic (university) entrepreneurship in the USA in the second half of the 20th - beginning of the 21st century: education. Manual. – K.: Publication of the NPU named after M.P. Drahomanova, 2020. 240 p.

2. How to create a mass open online course. URL: https://edx.prometheus.org.ua/courses/Prometheus/MOOC101/2016_T1/course/ European Frameworkfor the Digital Competence of Educators (DigCompEdu). URL: https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_leaflet_en-2017-10-09.pdf

CONTRIBUTION OF SCIENTISTS OF PIVDENNE SDO TO THE ESTABLISHMENT OF THE PROFESSIONAL EDUCATION SYSTEM IN THE ROCKET AND SPACE INDUSTRY OF UKRAINE

Voitiuk O.S.
Zhytomyr Institute of Interregional Academy of Personnel Management, 26, Peremogy str., Zhytomyr, 10003, Ukraine, e-mail: helen_zt24@ukr.net

Scientists and specialists of Pivdenne SDO have a significant contribution in the creation, formation and development of some specialized educational institutions in the rocket and space industry of Ukraine. In particular, these are - Physical and Technical Institute (later it is the Physical and Technical Departments of Dnipropetrovsk State University (DSU), College of Rocket and Space Engineering of Dnipropetrovsk National University (DNU), O.M. Makarov National Center for Aerospace Education of Youth of Ukraine and Rocket and Space Training and Research Center. This contributed to the formation of the Ukrainian system of secondary and higher professional education in the field of rocket engineering and its integration into the world educational space.

In 1988, a number of branches of the Physical and Technical Departments departments of DSU were organized in the Pivdenne DO. To study at these branches, which were created at the Southern Machine-Building Plant (later - Pivdenmash Production Association), students from the last years of DSU were chosen. After graduating from the university, they went to work at the Pivdenne DO. This significantly contributed to the improvement of the quality of training of Ukrainian specialists in the field of rocket engineering, as well as their adaptation to the conditions of the enterprise.

At different times, the heads of the Physical and Technical Institute Departments of DSU were outstanding scientists of the Pivdenne SDO. In particular, N.F. Gerasiuta, V.M. Kovtunenko, F.F. Falun. Active educational activities were carried out by: A.A. Krasovsky, M.A. Akhmetyshyn, E.M. Kashanov and others. The heads of the Physical and Technical Departments of DNU were - Y.A. Smetanin, V.I. Perlyk, V.S. Khoroshilov, Yu.K. Privarnikov and others. S.N. Konyukhov, L.D. Kuchma, M.I. Galas, A.V. Klymov, A.V. Novikov made a significant contribution to the organization of branches of the Physical and Technical Departments of DNU in production.

The joint research of the Pivdenne SDO, Pivdenmash Production Association and DNU in the field of developing the theoretical foundations of rocket and space technology became the basis of the Dnipropetrovsk Scientific School of Rocket Engineering.

On the initiative of the scientists of the Pivdenne SDO, cooperation between Ukrainian educational institutions and scientific research institutes with industry enterprises of Ukraine was established. First of all, these are Pivdenmash

Production Association, State Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute» (later National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»), O.M. Makarov National Center for Aerospace Education of Youth of Ukraine, DNU and College of Rocket and Space Engineering of DNU. In 1995, the department of «New Technology» of National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute» was created in the Pivdenne SDO. Students from more than fifteen institutions of higher education in Ukraine underwent production, design and pre-diploma internships at Pivdenne SDO. This significantly increased the quality of education and training of specialists in the field of rocket design and production of special and conversion equipment.

In 1998, Rocket and Space Training and Research Center was established in the Pivdenne SDO. It included branches of Physical and Technical Departments of DNU, the Faculty of Engineering of National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», the Department of Specialist Training, the research sector, and graduate school. The main tasks of the center were: educational, methodical and scientific work on the development of space technology, as well as training and advanced training of specialists for the enterprises of the rocket and space industry of Ukraine.

It should be noted that in 2019, a center for the collective use of scientific equipment «Creation and research of aerospace objects and systems» was created. Its founder is National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute» with the participation of: Pivdenne SDO, V.N. Karazin Kharkiv National University and Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University. It was created in accordance with the Laws of Ukraine «On Scientific and Scientific-Technical Activity» and «On Higher Education», the Concept of Implementation of State Policy in the Field of Space Activities for the Period Until 2032, the Concept of Development of the Security and Defense Sector of Ukraine and other documents. The centers have the best modern scientific equipment on which students, scientists from various universities and scientific institutions can work.

So, the scientific and educational activity of the scientists of Pivdenne SDO was aimed at ensuring the modern level of training of Ukrainian specialists in the field of rocket engineering. Their educational process was carried out taking into account the development of competitive innovative technologies against the background of political, social and economic changes in Ukraine.

ІНСТИТУЦІОНАЛІЗАЦІЯ АСТРОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ХАРКОВІ НАПРИКІНЦІ XIX СТ. – ПЕРШІЙ ПОЛОВИНІ XX СТ.

Балишев М. А.
Центральний державний науково-технічний архів України,
м. Харків, вул. Москалівська, 139, m.a.balyshev@gmail.com

За період понад двох століть Харківська астрономічна наука витримала різні періоди свого існування: відкриття астрономічного кабінету в класичному Харківському університеті у 1808 р. та створення астрономічної обсерваторії на території Університетського саду (1883–1888); початок вивчення фізичних умов на Місяці та планетах і зародження планетної школи у 1930-х рр.; тяжкі втрати під час німецько-радянської війни 1941–1945 рр. і відновлення з руїн власної матеріально-технічної бази наприкінці 1940-х рр.; від піднесення як центру досліджень планет у СРСР 1950-х років та міжнародного визнання з початком ери космічних досліджень, – до створення сучасного Науково-дослідного інституту астрономії ХНУ імені В. Н. Каразіна, який вирішує складні практичні завдання в сфері своїх наукових інтересів.

Одним з найважливіших у літопису астрономічної науки в Харкові є період від створення стаціонарної астрономічної обсерваторії Харківського університету до завершення її післявоєнного відновлення (матеріальної частини та наукового колективу закладу), – тобто майже до відкриття космічної ери. Проведений історіографічний аналіз свідчить, що цей період залишався недослідженим, а оприлюдненні відомості мали фактологічні невідповідності з поміркованими об’єктивними припущеннями, що не відповідає масштабності діяльності Харківської астрономічної обсерваторії та її ролі в розвитку вітчизняної та міжнародної астрономічної науки.

Важливість вивчення розвитку астрономії в Харкові наприкінці XIX ст. – першій половині XX ст., з одного боку, обумовлена фундаментальними перетвореннями, які відбулися у методах астрономічних досліджень у цей час. Створення постійної дослідницької бази та модернізація арсеналу інструментів дозволили розширити тематику наукових розвідок, приєднатися до виконання міжнародних астрономічних програм, залучити харківських астрономів до важливих проєктів щодо виконання точних геометричних нівелювань та організації спостережень повного сонячного затемнення 1914 р.

З іншого боку, – впливом соціально-політичних перетворень на тлі розвитку астрономії, спричинених подіями Першої світової війни та Української революції, у т. ч. участю у військових діях представників харківської астрономії; постреволюційною реорганізацією університетської системи освіти в Україні, зокрема, Харківського університету; структурними змінами в організації наукових установ, пов’язаними зі

створенням окремої науково-дослідної кафедри астрономії з наступним її об’єднанням з астрономічною обсерваторією. В результаті зазначеної реорганізації відбулося інституціональне перетворення, у ході якого статус Харківської астрономічної обсерваторії було змінено з навчально-допоміжного закладу на науково-дослідну установу.

Розвиток астрономії в Харкові у 1920-ті та 1930-ті роки характеризується суттєвої модернізацією інструментальної бази університетської обсерваторії, піднесенням системи наукових комунікацій та поглибленням міжнародних зв’язків; створенням нових форм соціальної організації астрономічних досліджень, зокрема кооперації фахових учених з представниками астрономічного аматорського руху та залученням аматорів-астрономів до астрономічних спостережень в університетській обсерваторії.

Важливим етапом розвитку астрономії є спроба інституціоналізації астрономічних досліджень в новому астрономічному центрі республіканського значення – Центральній Українській обсерваторії, створення якого передбачалося в Харкові, але так і не було реалізовано. Безуспішними також виявилися зусилля харківських астрономів щодо інституціоналізаційних перетворень у спостережній роботі, втілені у задумі винесення обсерваторської інструментальної бази за межі міста.

Основною ідеєю дослідження розвитку астрономії у Харкові наприкінці XIX ст. – першій половині XX ст. є необхідність вписати історію університетської обсерваторії у європейський та світовий контекст. Зважаючи на це, особливої актуальності набуває реконструкція процесу інституціоналізації астрономічних досліджень через аналіз тематики та змісту наукових публікацій харківських астрономів, зважаючи на те, що у досліджуваному періоді науково-дослідна робота Харківської астрономічної обсерваторії мала надзвичайну залежність від індивідуальних дослідницьких інтересів окремих наукових співробітників.

Таким чином, у процесі інституціоналізації астрономічних досліджень в Харкові можна виокремити дві складові: організаційну (від створення постійної дослідницької бази, перетворення університетської обсерваторії на науково-дослідну установу та просування проєкту створення у Харкові Центральної Української обсерваторії) та функціональну – пов'язану із поступовою деіндивідуалізацію дослідницької роботи університетських астрономів, що сприяло виникненню наукової школи планетознавства наприкінці 1930-х років.

Література:

1. Балишев М.А. Астрономічні дослідження у Харкові наприкінці XIX ст. – першій половині XX ст. Київ: Наукова думка, 2022. 560 с.

КІБЕРНЕТИКА ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Геза А.В.
ДУ Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім.Г.М.Доброва НАН України*, бульвар Тараса Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна, *alena_geza@ukr.net

Україна та український народ живе в епоху інформаційного суспільства, коли інформаційні технології охоплюють всі сфери життєдіяльності людини, суспільства, держави. Збройні Сили не є виключенням. Багато важливої державної інформації зберігається не лише на папері, тому слід знати й розуміти, які можливості для зловживання створюють технології. Жертвами хакерів можуть стати не лише люди, а й цілі держави. Кібербезпека – одна з основних проблем, що викликає занепокоєння. Цей термін є загальновживаним у всьому світі. Слід зазначити, що за ефективністю та наслідками, кібербезпеку можна прирівняти до зброї масового ураження. Чим швидше розвивається інформаційне суспільство у будь-якій державі, тим більшого захисту потребує інформаційно-комунікаційна система.

8 липня 2016 році у м. Варшава проходила зустріч глав держав та голів урядів країн-учасниць Північноатлантичного альянсу, було підписано перший в історії договір між Євросоюзом (ЄС) та North Atlantic Treaty Organization (НАТО) про співпрацю у сфері безпеки, зокрема у питаннях кібератак та гібридних війн. Слід зазначити, що найбільшу увагу операціям у кіберпросторі приділяють такі країни, як Сполучені Штати Америки, Великобританія, Китай, Японія, Франція, Німеччина та ін. Значний відсоток державного бюджету країни виділяють саме на захист та розвиток кібернетичної системи збройних сил. Оскільки ніхто не може бути впевненим, що його мережі повністю захищені та можуть протистояти надмірним кібератакам, кібернетична безпека стала пріоритетом розвитку сучасної армії.

В Україні стрімко почав розвиватися підрозділ кібернетичної безпеки через гібридну війну, яку розв’язала та продовжує вести країна-агресор російська федерація з нашою країною. Слід зауважити, що агресор активно використовує кіберпростір у війні не лише по відношенню до нашої країни, але і до інших країн світу. Все більше і більше російська федерація намагається кібершпигувати та прививати свої погляди і думки до нашого народу – веде активну пропаганду.

Гібридна війна – це не лише ведення воєнних дій під прикриттям незаконних (неформальних) збройних формувань, але і одночасне використання широкого спектра політичних, економічних (енергетичних і торговельно-економічних)та інформаційно-пропагандистських заходів,

з яких, як правило, і починається гібридна війна та які її супроводжують упродовж усього періоду воєнних дій. Відмітимо, що росією постійно проводяться кібернетичні операції проти об'єктів критичної інфраструктури, приватного сектору, а також інформаційно-телекомунікаційних систем Збройних Сил України.

Однак, проти таких кібернетичних атак, наша країна та Європа зокрема активно протистоять. У 2018 році у Європі було видано закон про захист даних. За якого вони передбачають різкого підвищення штрафів за розголошень або втрату персональних даних. Важливим фактором посилення заходів кібернетичної безпеки є збереження балансу між комфортом, свободою доступу до інформації та забезпеченням надійного захисту інформації, від яких багато в чому залежить благополуччя громадян і мир в Україні.

Щодо України, то агресія росії у кіберпросторі розпочалася задовго до 2014 року. На жаль, вона триває й досі. Перед активними діями російська федерація, спочатку почалося надмірне кібершпигунство. Правління країни агресора отримало цими діями значну перевагу та можливість передбачати кроки українського керівництва як у цивільній, так і у військовій сферах.

Слід зазначити, що перші атаки на інформаційні системи приватних підприємств та державних установ України було зафіксовано ще під час масових протестів наприкінці 2013 року. Уже тоді більше 22 підприємств та державних установ України були заражені комп'ютерним хробаком (вірус, який має здатність самостійно розповсюджуватися через локальні і глобальні комп'ютерні мережі), який потім отримав назву «Uroboros». Відмітимо, що у активну фазу війни російська федерація перейшла лише у травні 2014 року, під час президентських виборів, коли російські хакери вивели з ладу на довгих 20 годин інформаційну систему Центральної виборчої комісії України (ЦВК «Вибори»). Саме тоді хакери країни агресора хотіли сфабрикувати вибори у своїх пропагандистських цілях, вирішивши вивести на перше місце Дмитра Яроша (лідера партії «правий сектор»). Відмітимо, що у липні 2014 року офіційний веб-портал Президента України зазнав потужної DDoS-атаки, протягом якої він декілька годин був недоступним, і прес-служба глави держави була змушена розповсюджувати інформацію через інформагентства.

Література:

1. Офіційний веб-сайт Міністерства ОБОРОНИ України. URL: https://www.mil.gov.ua/ukbs.

2. Сайт BBC NEWS України. URL: https://www.bbc.com/ukrainian/politics/2016/07/160708_warsaw_nato_summit_ozh.

ДО ПИТАННЯ ПРО ФУНКЦІОНАЛЬНУ СТРУКТУРУ ТЕХНІКИ

Гріффен Л.О.
Національній історико-архітектурний музей «Київська фортеця»
01133 Київ, вул. Госпітальна, 24а, Україна, lagrsf35@gmail.com

Кожна жива істота існує в певному середовищі що її оточує. І сама жива істота, і вказане середовище, неухильно підлягають, згідно другому началу термодинаміки, *зростанню ентропії*, тобто спонтанній дезорганізації їх структури та деградації енергії. Однак характерною ознакою біологічних організмів є саме їх еволюційний розвиток, тобто, навпаки, *зниження* ентропії. Вони досягають цього завдяки *матеріальному обміну* з оточуючим середовищем через винесення власної підвищеної ентропії у це середовище і внесення з нього ентропії зниженої. Для забезпечення вказаного обміну у процесі еволюції біологічні системи формують у себе відповідні пристрої, спрямовані на підвищення ефективності даного процесу. Такі пристрої виникають як *органи* того чи іншого біологічного організму. Однак з тією ж метою деякі біологічні організми формують певні *зовнішні* структури, що підвищують їх ефективність у взаємодії з оточуючим середовищем. Діапазон їх сягає від павутиння бо бобрової греблі. Аналогічну функцію в людському суспільстві виконує *техніка*. Однак на одміну от суто *індивідуального* призначення, що мають вказані прототехнічні пристрої в тваринному світі, функція яких поширюється, як правило, на конкретного індивіда (включаючи потомство), техніка виконує *суспільні* функції, тобто такі, що поширюються на інших індивідів, які входять в суспільство, а зрештою і на *весь суспільний організм*.

Завдяки техніці, суспільство формую процес *обміну* з середовищем у вигляді *виробничого процесу*. Через своїх членів воно організує *взаємодію* між ними і природними предметами з метою перетворення останніх на *предмети вжитку*, необхідні для існування суспільства. Для цього суспільство й розміщує відповідні *технічні пристрої* (а згодом технічні системи) між *індивідами*, що здійснюють вказаний *трудовий процес*, та взятими з природи *предметами труда*. Щоб ефективно сприяти досягненню вказаних цілей, технічні пристрої (*знаряддя праці*) повинні виконувати ряд функцій, відповідних їх призначенню через певну структурну реалізацію. Зважаючи на різноманіття предметів вжитку як для суспільству в цілому, так і для його членів, виникає й потреба в формуванні різноманітних структур технічних об’єктів.

При цьому слід зазначити, що технічні об’єкти, будучи призначеними для виробництва предметів споживання, самі є результатом використання для їх створення також відповідних технічних об’єктів. Тому перш за все прийнято відділяти від технічних об’єктів-предметів *індивідуального споживання* ті технічні об’єкти, котрі використовуються суспільством у їх

виробництві (*засоби виробництва*). Однак таке відділення, маючи суттєве соціальне значення, не відіграє принципової ролі щодо аспектів технічних. Тому перше розділення усіх технічних об'єктів ми проведемо щодо їх *ролі відносно взаємодії суспільства з середовищем*. Тварина у відношеннях з середовищем існування представляє, так би мовити, саму себе. А у виробничому процесі, що відбувається між суспільством і середовищем, суспільство представлене окремими індивідами, тому важливим є не лише сам технологічний процес, але й *спосіб організації суспільства* як певної *цілісності*, що також вимагає використання відповідних технічних об'єктів. Тому до складу техніки входять технічні об'єкти як *екстравертні* (що «повернені» до середовища), так і *інтравертні*, спрямовані на відповідну організацію суспільства. Цей поділ складає основу *структури техніки* як цілого.

Подальше структурування техніки уже залежить від функцій, котрі виконують окремі її підрозділи. Щодо екстравертної техніки, то для перетворення предмета труда в предмет споживання потрібно: а) *впливати* певним чином на предмет труда, викликаючи в ньому необхідні для цього зміни; б) *підводити* та відповідно *перетворювати енергію*, що забезпечує вказані перетворення; б) забезпечити *управління* та *контроль* процесу перетворень. Початково фактично усі три функції виконував *сам індивід* за допомогою своїх органів. Але поступово вони передавались відповідним групам *технічних засобів*: спочатку штучним знаряддям праці, потім почали залучатись «зовнішні» джерела енергії (сили природи), а сьогодні усе більше контроль за виробництвом передається відповідним технічним системам. Тому сучасна екстравертна техніка відповідно включає *три групи* технічних об'єктів, котрі забезпечують дані процеси. Щодо техніки інтравертної, то її системи повинні забезпечити матеріальну й інформаційну *єдність суспільства*, та *організувати* відповідним (до ступеню його розвитку) чином саме суспільство. Інформаційна єдність суспільства забезпечується властивими йому *засобами зв'язку*. Перш за все, це матеріальні об'єкти, що утворюють різноманітні знакові системи (починаючи з мови). А далі розвивається ціла галузь технічних засобів зв'язку – від пристосувань до передачі елементарних сигналів до Інтернету. Потреби індивідів як складових суспільства значною мірою задовольняються розвитком *медичної* та *рекреаційної* техніки. Єдність же суспільства матеріально забезпечується розвитком його різноманітних *транспортних засобів*, а цілісність – значною мірою дією *мистецтва*, що за допомогою відповідних *матеріальних утворень* формує необхідні *соціальні зв'язки*. Що ж до структурування суспільства, то тут з'являється цілий ряд технічних пристроїв, котрі використовуються у встановлені (відповідно до ступеню розвитку суспільства) найрізноманітніших *внутрішніх зв'язків* – від *зброї* до *предметів розкоші*.

ОРГАНІЗАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПРОФЕСОРА П. М. МУХАЧОВА (1861–1935 рр.)

Заверющенко М. П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Астрономічна, буд. 39, кв. 80, e-mail: Mykola.Zaveriushchenko@khpi.edu.ua

Петро Матвійович Мухачов (1861–1935 рр.) – професор, один з перших директорів Харківського технологічного інституту (ХТІ), відомий учений кінця XIX – початку XX ст., автор понад 40 наукових праць, з яких 16 монографій. Його справедливо вважають патріархом вітчизняного паровозобудування.

У кінці XIX ст. в Російській імперії відбувається промислове зростання. Зокрема, відкриваються й нові паровозобудівні заводи, що викликало гостру потребу в кваліфікованих кадрах – інженерах з конструювання та експлуатації парових машин. З метою розвитку технічної освіти 1885 р. було відкрито Харківський практичний технологічний інститут (з 1898 р. – Харківський технологічний інститут), де, починаючи з 1892 р., готували інженерів-механіків залізничного транспорту. Засновником напрямку такої підготовки був саме професор П. М. Мухачов, котрий мав необхідний досвід, якого набув під час численних відряджень до провідних паровозобудівних вітчизняних та європейських підприємств.

Окрім освітньої, наукової та дослідницької роботи, учений виявив неабиякий хист і до організаційної діяльності. Так, у 1896 р. професором В. Л. Кирпичовим П. М. Мухачова було призначено виконувачем обов'язків директора інституту. Також Петро Матвійович упродовж 1899–1902 рр. був секретарем Навчального комітету інституту. Набутий досвід посприяв тому, що 1905 р. науковець стає директором ХТІ. Слушно зауважити, що П. М. Мухачова вперше було обрано на цю посаду Навчальним комітетом інституту, а не призначено Міністерством освіти. Таким чином, він став першим обраним керівником ХТІ.

1904 р. У ХТІ виникли серйозні проблеми: студенти та викладачі виступили проти тогочасного директора інституту, що призвело до звільнення викладачів і, навіть, спричинило закриття навчального закладу. 1905 – 1906 рр., зважаючи на революційні події в країні, теж були дуже непростими як для інституту, так і для його керівника. П. М. Мухачову довелося докласти великих зусиль і виявити неабиякі організаторські здібності, щоб нормалізувати ситуацію, яка склалася, і поновити роботу закладу. Доречно зауважити, що серед досягнень цього часу – збільшення прийому студентів на перший курс до 300 осіб. На посаду директора ХТІ ученого переобирали ще двічі – у 1908 та 1913 рр. Проте П. М. Мухачов

очолював навчальний заклад до 1915 р., коли померла його дружина і йому довелося опікуватися за чотирма дітьми. Петро Матвійович змушений був відмовитися від займаної посади, залишившись працювати професором.

У 1912 р. науковець став членом 5-го галузевого з'їзду діячів з холодильної справи, адже він досліджував особливості транспортування та збереження сільськогосподарської продукції, зокрема займався будівництвом вагонів, які забезпечували належне зберігання та перевезення продуктів харчування. Потім працював у Харківському інституті народного господарства.

1922 р. у складі двох секцій – паровозобудування та сільськогосподарського машинобудування, було створено науково-дослідну кафедру при ХТІ, дійсним членом якої було обрано професора П. М. Мухачова. З 1928 р. вчений став завідувачем науково-дослідної кафедри механічної технології металів при ХТІ й очолював секцію гарячого оброблення металів, а з 1929 р. і до самої смерті здійснював керівництво кафедрою паровозобудування.

Отже, адміністративна діяльність професора П. М. Мухачова сприяла становленню ХТІ як провідного вищого закладу на теренах України, а також розвитку галузі вітчизняного паровозобудування.

Література:

1. Гутник М. В. Започаткування наукових студій у галузі технічних наук у Харківському практичному технологічному інституті (на прикладі наукового доробку П. М. Мухачова. Історія науки і біографістика. 2017. Вип. 1. Режим доступу: http://inb.dnsgb.com.ua/2017-1/06.pdf
doi: 10.31073/istnauka201701-06.

2. Заверющенко М. П. Внесок професора П.М. Мухачова в розвиток теорії паровозобудування». Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків, НТУ «ХПІ», 2022. С. 704.

З ІСТОРІЇ ЛЮТЕРАНСТВА В ХАРКОВІ В XIX СТ.

Іванов В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харківський міський центр захисту історико-культурної спадщини (ГО «УТОПІК»), 61009, м. Харків, вул. Валдайська, 26, кв.3, e-mail: vasyl.ivanov@sqt.khpi.edu.ua

В 1768 році виникла лютеранська парафія у Харкові. Харківці довго не мали пастора, їм служив дивізійний проповідник для України Кр. Вебер. 1773 р. бачимо в Харкові сто іноземців [1, с. 71], а 1785 р. серед 10 885 харківців першими за православними згадують лютеран.

Серед відомих лютеран другої половини XVIII ст. бачимо педагогів, лікарів, аптекарів. Відомі завідуючий лікарнями Харкова (1786–1809) І. Кеппен, батько академіка П. Кеппена (1793–1864), перший лікарський інспектор Міндерер [1, с. 193]. На кінець XVIII ст. бачимо в Харкові типову ситуацію в імперії: німці-лютерани, хоч і нечисленні, працюють на адміністративних посадах. Іноді це члени імператорської фамілії, часто вищі офіцери. У 1725–1799 рр. із 111 академіків більше п'ятдесяти протестантів. Лютерани були педагогами, медиками, аптекарями, інженерами, кваліфікованими ремісниками.

Директором народного училища в Харкові на зламі століть став Ф. Рікман [1, с. 430]. Він подає губернатору 19.09.1804 р. список лютеран з проханням побудувати кірху. Згідно з документом [3, с. 6, 6 зв.], у Харкові проживало 95 лютеран, серед них дружина губернатора Бахтіна з сестрою, генерал барон Гастфер, фон Мінстер. У зв'язку з відкриттям університету прибули сім'ї професорів Шада, Шнайдерта, викладачів, кваліфікованих ремісників. Разом 206 лютеран.

Загалом до Харкова прибуло 29 професорів-іноземців, серед них 18 німців [2, с. 579]. Професори формують цілі наукові школи: філософські (І. Шад), філологічні (І. Кронеберг), східних мов (І. Барендт та Б. Дорн), економічну (Л. Якоб), астрономічну (І. Гут), згодом розвинена Л. Струве, різні медичні. Так, В. Грубе створює харківську хірургічну школу, ініціює відкриття медичного товариства, його учень Л. Гіршман – офтальмологічну. Професори та працівники університету доклалися до народження харківської та української журналістики, заснування університетської бібліотеки (І. Корнеберг), першого опису Харкова з позицій санітарно-гігієнічних (Альб. Пітра), запровадження метеорологічних спостережень (І. Гут), створення фахових лабораторій, заснування університетського саду, відкриття зоопарку. Університетський учитель танців І. Штейн створив харківську театральну трупу, яка 1819 р. уперше поставила «Наталку-Полтавку» [6, с. 306], що й поклало початок професійного українського театру. Університетський учитель музики, композитор, музикант Ф. Шульц

(1817–1878) підготував ґрунт для організації музичного товариства, його твори мали й християнську тематику [5, с. 378-379]. Лютерани були й ректорами університету, філолог і голова Церковної Ради І. Кронеберг у 1826–29, 1833–1836 рр. [5, с. 167].

З відкриттям університету пов'язана поява першого місцевого пастора Барендта, професора східних мов, перекладача псалми з івриту на російську [5, с. 218]. Пізніше в Харкові служило ще два пастори, які зробили внесок у літературу. К. Зедергольм (служив 1816–1820 рр.). Пастор Й. Розенштраух служив 1822–1835, залишив унікальну літературну спадщину: «Записки біля ложа помираючих», спогади про перебування наполеонівської армії в Москві 1812 р., пастирські листи, фрагменти проповідей. Професор медицини та поет А.Блюменталь переклав німецькою «Євгена Онєгіна».

За ініціативи Й. Розенштрауха побудовано першу кірху в Харкові Св. Вознесіння (1830 р.), пасторат, комітет допомоги бідним німцям, виділено землю під кладовище. За часів наступних пасторів була відкрита школа, що трансформувалась у жіночу гімназію. Кілька лютеран були губернаторами та займали вищі посади в керівництві губернії: В. фон Валь у 1979–1780 рр., Г. Тобізен у 1892–1902 рр., О. Ікскуль фон Гільденбандт у 1884–86 рр., який 1891–96 рр. був президентом Євангелічно-Лютеранської консисторії всієї імперії. Лютерани залишили слід в архітектурі міста. Фон Буксгевден був ініціатором відкриття архітектурних класів при колегіумі, став власником першого в місті приватного кам'яного будинку.

Архітекторами стали члени будівельного комітету нової кірхи [4, с. 57–58 зв.]. Ю. Цауне та Л. Тервен, залишили по собі десятки будинків. Обидві кірхи, перша, в стилі класицизму, (1830 р., арх. Окінчиць) і друга в неороманському мюнхенському (1913, арх. Гергардт), були видатними спорудами. Немало лютеран були господарями власних будинків чи промислових комплексів.

Література:

1. Багалей Д.И., Миллер Д.П. История города Харькова за 250 лет его существования. Т. 1. Харьков, 1993. 568 с.

2. Багалей Д.И., Миллер Д.П. История города Харькова за 250 лет его существования. Т. 2. Харьков: 1993. 982 с.

3. Державний архів Харківської області. Ф. 3; оп. 10; спр. 240.

4. Державний архів Харківської області. Ф. 4; оп. 168; спр. 73.

5. Историко-филологический факультет Харьковского университета (1805–1905). Ч. II. Биогр. словарь профессоров и преподавателей / Под ред. М.Г.Халанского и Д.И. Багалея. Харьков, 2007 (репр. изд.). 390 с.

6. Котляревський І. Поетичні твори. Драматичні твори. Листи. Київ, 1982. 320 с.

ПРОФЕСОР ТОМАШ РИЛЬСЬКИЙ – ОСНОВОПОЛОЖНИК МЕХАНІКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ У ВИЩІЙ РІЛЬНИЧІЙ ШКОЛІ ДУБЛЯН

Клименко М.Б.
аспірант ННСГБ НААН України, 03680, м. Київ, вул. Героїв оборони, буд. 10, klymenko_mike@ukr.net

Професора Т. Рильського по праву можна вважати основоположником механіки сільськогосподарських робіт у Дублянах, оскільки саме з нього почалося зародження цього наукового напряму у даному науковому осередку.

Томаш Рильський починає працювати у Вищій рільничій школі Дублян у 1867 році, зайнявши посаду ад'юнкта, а у 1871 – професора сільської інженерії. Педагогічна діяльність вченого характеризується безперервним удосконаленням підходів, методів та засобів навчання. У Вищій рільничій школі Рильський організував кафедру сільської інженерії, читає лекції з багатьох предметів: математика, фізика, метеорологія , механізація сільського господарства, сільське будівництво та інші. У 1878-1897 рр. професор зібрав численну колекцію сільськогосподарських машин і знарядь, моделей та будівельних креслень, котра використовувалася при проведенні занять [1].

У 1878 році разом з передачею Вищої рільничої школи Національному відділу Т. Рильський, наряду з іншими професорами, став «новою учительською силою», з приходом якої ознаменувався абсолютно новий виток освіти і науки у Дублянах. У сімдесятих роках XIX століття в Дублянській академії почалися серйозні практичні випробування машин з адаптацією теоретичного матеріалу до практичних вимог, багато в чому завдяки професору Рильському [2].

Початком наукового підходу до розвитку механіки сільськогосподарських робіт у Дублянській школі можна вважати 1877 рік, коли вийшла друком масштабна праця Т. Рильського – «Podręcznik mechaniki rolniczej dla gospodarzy praktycznych: wybór i użycie narzędzi i machin rolniczych». Автор висвітлив особливості будови більшості наявних на той час моделей різноманітних сільськогосподарських машин, вимоги до їх експлуатації та основні помилки при їх використанні [3].

В історію Т. Рильський увійшов головним чином як ініціатор наукового підходу до сільськогосподарських машин, працюючи над їх ефективним використанням. Тоді ж він організував тут першу в країні дослідну машинну станцію сільськогосподарської техніки для оцінки якості машин і знарядь, прогнозування їх кількості та аналізу вартості виконуваних завдяки ним робіт. Однак діяльність цієї станції була припинена внаслідок низьких субвенцій [4].

У 1894 р. професор Рильський зібрав колекцію вживаних частин сільськогосподарських машин і читав лекції про помилки в їх експлуатації, починає працювати над покращенням характеристик цих машин, опублікувавши свій досвід у «Rocznikach Nauk Rolniczyh WSR w Dublanah». У 1903 році створив кафедру сільської інженерії та дослідну станцію механізації сільського господарства, котрі поклали початок механізації сільськогосподарських робіт, особливо теоретичним роботам щодо орних знарядь, збирання зернових, коренеплодів та обмолоту [5].

Велика частина наукового доробку вченого присвячена використанню плугів, у багатьох працях він ґрунтовно опрацьовує різноманітні їх види, проблеми та переваги використання. У липні 1880 року Т. Рильський піднімає питання щодо випробування жниварки «Triumf» та деяких англійських моделей жниварок. Згодом ці випробування були проведені у Вищій рільничій школі Дублян і студенти під керівництвом професора могли здобувати практику використання жниварки «Triumf» [6].

З огляду на вищевикладене можемо зробити висновок, що професор Томаш Рильський був тим науковцем, котрий поклав початок науковому розвитку механіки сільськогосподарських робіт у Дублянах. Вчений зробив своїми працями неоціненний особистий внесок у розвиток потужного освітнього та наукового осередку, що дало можливість значно покращити якість отримуваних знань не лише студентами, але й практичними фермерами тієї епохи.

Література:

1. Markiewicz H. Polski słownik biograficzny: Rudowski Jan-Rzasnicki Adolf, Том 33. Vratislavia: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1992. 226 с.
2. Surzycki S. Rozwój wiedzy rolniczej w Polsce. Krakow: Ksiegarnia Gebethnera i Wolffa, 1928. 329 с.
3. Tomasz R. Podręcznik mechaniki rolniczej dla gospodarzy praktycznych : wybór i użycie narzędzi i machin rolniczych. Lwow: Gubrynowicz i Schmidt, 1877. 232 с.
4. Rolnik: czasopismo dla gospodarzy wiejskich: organ urzędowy c. k. Towarzystwa gospodarskiego galicyjskiego i Towarzystwa ku podniesieniu chowu koni. T.15, [Zeszyt 2] ([sierpień] 1874) Markiewicz H. Polski słownik biograficzny: Rudowski Jan-Rzasnicki Adolf, Том 33 / Henryk Markiewicz. Vratislavia: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1992. 226 с.
5. Woskowski T. Dzieje studiów rolniczo-lasowych w ośrodku Iwowsko-dublańskim. Warszawa: Centralna Biblioteka Rolnicza im. Michała Oczapowskiego, 2011. 25 с.
6. Tomasz R. Pogadanki rolniczo-mechaniczne. Gazeta Rolnisza. 1880. №27; №28.

ОГЛЯД ФОНДУ АКАДЕМІКА М. П. БАРАБАШОВА В НАЦІОНАЛЬНІЙ БІБЛІОТЕЦІ УКРАЇНИ ІМ. В. І. ВЕРНАДСЬКОГО

Коваль Ю. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

Формування репрезентативної Дджерельної бази є одним з основних завдань дослідника, який опирається у своїй роботі на широкий спектр ретроінформаційних ресурсів. Документи особового походження відомого астронома, планетолога, академіка АН УРСР М. П. Барабашова (1894–1971) відклалися у фондах багатьох архівних та бібліотечних установ. Однією з них є архівний фонд Інституту архівознавства Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського (НБУВ), який зосередив інформацію з усіх аспектів діяльності Національної академії наук України.

Фонд академіка М. П. Барабашова в НБУВ (Ф. 226) [4], сформований за період 1948–1971 рр., є невеликим за обсягом і переважно представлений офіційною документацією кадрового діловодства. Проаналізувавши зміст його матеріалів, фонд можна розділити на декілька умовних блоків.

До блоку офіційних документів необхідно віднести: копії атестату про затвердження М. П. Барабашова у званні професора по кафедрі астрономії та диплому про присудження ступеня доктора фізико-математичних наук; низку примірників особових листків з обліку керівних кадрів за період 1948–1965 рр., у яких зазначена детальна хронологія трудового шляху М. П. Барабашова, починаючи з 1919 р. Зауважимо, що жоден з них не містить інформації щодо діяльності Барабашова на посаді завгоспа Харківської астрономічної обсерваторії упродовж 1920–1921 рр., яка тиражується у більшості наявних публікацій про астронома. До речі, не міститься такої інформації і в особистій справі М. П. Барабашова, яка зберігається у фондах Державного архіву Харківської області (ДАХО) [2].

До складу блоку входить низка автобіографій ученого (рукопис та машинопис) за період 1948–1958 рр. Їхні примірники, створені у різні роки, несуттєво відрізняються у деталях, маючи певні хронологічні відмінності. Але цікавим документом є рукописна автобіографія М. П. Барабашова (1954), у якій наведено факти щодо початкового періоду наукової діяльності астронома. Зокрема, він вказує, що облаштував відому у Харкові аматорську «обсерваторію» з куполом на горищі флігеля родинного будинку у 1915 р., хоча у переважній більшості публікацій, присвячених Барабашову, зазначається інша дата – кінець 1916 р. На зазначеній «світознавчій обсерваторії» учений проводив спостереження та екскурсії, які користувалися значним попитом серед харківських прихильників руху аматорів астрономії [1, с.97–98].

Блок матеріалів про обрання М. П. Барабашова дійсним членом АН УРСР по астрономії та геодезії формують: виписки з протоколів Вченої ради ХДУ імені О. М. Горького (1948) та об'єднаної Вченої ради Полтавської гравіметричної та Головної астрономічної обсерваторій (ГАО) щодо висування Барабашова як кандидата в дійсні члени АН УРСР (1948); характеристику на М. П. Барабашова від ХДУ імені О. М. Горького (1948); витяг з протоколу про обрання М. П. Барабашова дійсним членом АН УРСР [4].

Блок матеріалів про наукову діяльність ученого складається з машинописного переліку наукових праць за період 1915–1957 рр. та друкованого примірника бібліографії праць М. П. Барабашова за 1912–1964 рр.; витягів з протоколів ГАО (1949) та Президії АН УРСР (1949) про затвердження М. П. Барабашова у персональному складі Вченої ради ГАО; переліка наукових співробітників, які підготували кандидатські дисертації під керівництвом М. П. Барабашова (1956). Необхідно зауважити, що інший машинописний примірник останнього документу зберігається також в особовому фонді М. П. Барабашова в ДАХО [3]. Але разом з ним зберігається рукописний варіант, який ще містить прізвища астрофізика Г. Л. Страшного (трагічно загинув у 1942 р. у Дробицькому яру під Харковом) та астрофізикині П. Г. Пархоменко, які були змушені наприкінці 1930-х років залишити Харківську астрономічну обсерваторію через посилення внутрішньої конкуренції в установі [1, с. 226, 236].

Окремий блок, присвячений питанням присвоєння М. П. Барабашову почесного звання «Герой соціалістичної праці», складають: клопотання ректорату ХДУ імені О. М. Горького до Президента АН УРСР Б. Є. Патона (1964); довідка про діяльність академіка Барабашова за підписом Головного Вченого секретаря Президії АН УРСР (1965); копія Указу Президії ВР СРСР про присвоєння ученому почесного звання (1969) [4].

Останнім документом інформаційного масиву фонду академіка М. П. Барабашова є розпорядження АН УРСР про його виключення зі складу академіків у зв'язку із смертю (1971) [4].

Таким чином, фонд академіка М. П. Барабашова в Інституті архівознавства НБУВ має певний інформаційний потенціал та може слугувати додатковою джерельною базою для історико-наукових та історико-біографічних досліджень.

Література:

1. Балишев М.А. Астрономічні дослідження у Харкові наприкінці XIX ст. – першій половині XX ст. Київ: Наукова думка, 2022. 560 с.

2. Державний архів Харківської області. Ф.Р-2792. Оп.20. Спр. 4237. 76 арк. (Далі – ДАХО).

3. ДАХО. Ф.Р-5875. Оп.1. Спр.15. 3 арк.

4. Національна бібліотека імені В. І. Вернадського. Ф.226. Оп.1. 18 од.зб. 106 арк.

ТОВАРИСТВА В РОЗВИТОК ГІГІЄНИ, ЕПІДЕМІОЛОГІЇ ТА БАКТЕРІОЛОГІЇ В УКРАЇНІ (КІНЕЦЬ XIX –- ДРУГА ПОЛ. XX ст.)

Коцур Н.І.
Університет Григорія Сковороди в Переяславі
n.kozur@ukr.net

Упродовж останніх років спостерігається несприятлива епідеміологічна ситуація в Україні, пов'язана з поширенням епідемій та пандемій, серед яких наймасштабнішою в усьому світі стала пандемія Covid-19. У зв'язку з цим слід звернутися до досвіду вчених у профілактиці інфекційних захворювань наприкінці XIX – початку XX ст., коли епідемії і війни забирали життя багатьох людей. І саме завдяки розробкам учених-бактеріологів та епідеміологів імунологічних засобів та протиепідемічних заходів вдалося ліквідувати такі небезпечні інфекційні хвороби, як натуральна віспа, холера, чума, дифтерія, тифи. В цьому аспекті вагому роль відіграло Харківське медичне товариство (ХМТ), засноване в 1861 році.

За своєю масштабністю, громадською діяльністю, мережею лікувальних, профілактичних та навчальних закладів воно було найпотужнішим не лише на терені України, але й у всій Російській імперії.

Метою наукової статті є відтворення діяльності Харківського медичного товариства в профілактиці інфекційних захворювань.

Джерельною базою дослідження слугували протоколи засідань ХМО.

На порядку денному засідань ХМО розглядалися питання санітарії, гігієни та епідеміології. Члени товариства постійно звітувалися про проведену санітарно-гігієнічну та протиепідемічну роботу. Про це свідчить аналіз протоколів засідань ХМО. Зокрема, в 1906 р. професор В. В. Фавр доповів на засіданні Товариства про заходи в боротьбі з холерою в Харкові та вказав міській управі на ефективність протиепідемічних заходів лише при проведенні планових та систематичних заходів. Науковці в галузі гігієни і мікробіології С. М. Ігумнов, В. І. Недригайлов та І. І. Файншмідт доповідали на засіданні ХМО про участь у роботі Самарського протихолерного з'їзду.

У зв'язку з поширенням епідемій холери, дифтерії, тифів ХМО винесло клопотання перед органами міської управи щодо створення в Харкові міської бактеріологічної лабораторії, інституту санітарних попечителів, будівництва дезінфекційних камер, холерних бараків, проведення санітарно-освітньої роботи.

Науковці ХМО постійно стежили за інноваційними закордонними технологіями в галузі епідеміології і бактеріології. У зв'язку з цим товариство відряджало своїх членів за кордон для запозичення практичного досвіду в профілактиці інфекційних захворювань. Так, в 1902 р. професор Бактеріологічного інституту С. В. Коршун ознайомився із методиками

отримання сироватки проти скарлатини в Швейцарії (м. Берн), Австрії (м. Відень) та Франції (м. Париж). [3, с.1-29]. Професор В. І. Недригайлов підвищував свій рівень кваліфікації в Пастерівському інституті (м. Париж). Про результати підвищення кваліфікації в галузі бактеріології звітувався на засіданні ХМО. У доповіді «Курс бактериологии в Парижском Пастеровском институте (1902 – 1903 гг.)» вчений підкреслив, що удосконалив рівень своєї кваліфікації з бактеріології як через теоретичний курс, прослухавши 81 лекцію, так і практичний, працюючи в лабораторії Інституту імені Л. Пастера. Ознайомившись з методиками проведення щеплення в Пастерівському інституті, В. І. Недригайлов застосовував їх в м. Харкові. Практичне втілення методів специфічної профілактики інфекційних захворювань було викладено ним у доповіді «О пастеровских прививках в Парижском институте в 1903 году» [4, с. 27-57].

Вчені-бактеріологи ХМО неодноразово виступали з доповідями на міжнародних конгресах, з'їздах та звітувалися про свою участь на його засіданнях. Так, Г. Острянін доповів на засіданні товариства про успіхи в галузі бактеріології і паразитології, які прозвучали на XIII Міжнародному конгресі, що проходив у Парижі 2-9 серпня 1900 року [5, с. 501–516]. Професор В. І. Недригайлов брав активну участь в роботі Зоологічного конгресу, що проходив у 1907 році в Америці (Бостон). Під час свого відрядження ознайомився з бактеріологічними лабораторіями та Пастерівськими інститутами в Вашингтоні, Нью-Йорку, Торонто [2, с. 69].

Отже, харківські вчені вдосконалювали свої теоретичні знання в галузі епідеміології і бактеріології, ознайомлювалися з методиками виготовлення сироваток за кордоном та впроваджували їх на батьківщині у своїй практичній діяльності.

Література:

1. Коршунь С. В. Отчет о командировке на V съезд в память Н. И. Пирогова в Казани / С. В. Коршунь. *Труды Харьковского мед. о-ва.* Х., 1899 [1900]. С. 92–105.

2. Отчет о деятельности Бактериологического иститута Харьковского медицинского общества за 1907 г. Харьков, 1908. С. 69.

3. Труды Харьковского медицинского общества. 1902. Харьков, 1903. Вып 1. С. 141–146.

4. Труды Харьковского медицинского общества. 1903. Харьков, 1904. Вып. 2. С. 27–57.

5. Труды Харьковского медицинского общества. 1901. Вып. 3. Харьков, 1902. С. 501–516.

НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ Ф.А. СТУПЕЛЯ

Кравченко Д.Д.
аспірант кафедри УКІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
madam.dashenka@gmail.com

Файвель Аронович Ступель – перший завідувач кафедри **«Автоматика та управління в технічних системах»** (перша назва кафедри – «Автоматика та телемеханіка») «НТУ «ХПІ». Вчений – автор понад 40 наукових праць, які стосуються проблем засобів автоматики. Йому належать цікаві роботи з кібернетики. Особистість Ф.А. Ступеля окремо не досліджувалась, є деякі фрагментарні відомості у загальних працях історії електротехніки та ювілейних монографіях історії НТУ «ХПІ». Мета – аналіз наукової та педагогічної діяльності Ф.А. Ступеля та оцінка його внеску у розвиток напряму автоматизації і телемеханізації в НТУ «ХПІ».

Наприкінці 40-х рр. XX ст. розвиток приладобудівного комплексу в Україні потребував інженерів, здатних працювати у цій галузі. Створена у Київському політехнічному інституті кафедра «Автоматики та управління в технічних системах» у 1945 р. не задовольняла потреб електротехнічної галузі у фахівцях з автоматизації і телемеханізації. І у 1948 році відомими вченими в галузі електромагнітної техніки, приладів та пристроїв автоматики професором Харківського політехнічного інститут Б.Ф. Вашурою та доцентом Ступелем Ф.А. було прийнято рішення про необхідність створення окремої спеціальної кафедри в інституті. Згідно наказу від 02.09.1948 р. була створена кафедра «Прилади автоматики та телемеханіки» на базі кафедри «Електричні апарати». Першим завідуючим кафедри був призначений кандидат технічних наук, доцент Ф.А. Ступель. Ф.А. Ступель народився у 1894 р. у м. Нікополь. У 1918 р. розпочав навчання у Харківському технологічному інституті (ХТІ) на електротехнічному відділенні. 1921 р., під час навчання, він був членом факультетської комісії електротехнічного факультету ХТІ від ради студентських представників. У 1922 р. закінчив навчання з відзнакою.

Після завершення навчання у ХТІ Ф.А. Ступель був розподілений на роботу до Харківського електромеханічного заводу (ХЕМЗ) на посаду інженера. У той же час працював заступником редактору у журналі «Генератор». На ХЕМЗі він займається проблемами розроблення елетромагнітних вимикачів і увійшов до складу науково дослідної групи, яка займалася створенням перших у СРСР автоматів для систем розподілу електроенергії.

За запрошенням професора ХТІ, декана електротехнічного факультету П.П. Копняєва Ф.А. Ступель розпочав працювати вирлачем в інституті. Досвідчений інженер в галузі автоматики і телемеханіки передавав практичний досвід студентам, що було важливим компонентом у

системі навчання. На той час в нього вже були наукові праці. Вчений активно займався науковою роботою. За його авторством до друку виходить низька статей присвяченим проблемам автоматичних вимикачей. Крім того за авторством Ф.А. Ступеля й навчально-методична література для студентів електричних факультетів. Його підручники були настільними книгами для студентів та використовувалися при підготовці курсових та дипломних проектів та стали фундаментальними. Це підтверджується тим, що підручники Ф.А. Ступеля, написані ним ще до Другої світової війни використовуються у навчальному процесі і досі.

Коло наукових інтересів Ф.А. Ступеля поширювалося на опанування нових наукових напрямів. Науковець вивчав основи алгебри, логіки та релейно контактної логіки. У ті роки кібернетику вважали за лженауку, а Файвель Аронович удома, вечорами розробляв методи побудови логічних схем. Коли СРСР кинувся наздоганяти поїзд кібернетичного прогресу, Ф.А. Ступель був краще за інших готовий до цього. Навчально-методичні напрацювання Ф.А. Ступеляу цій галузі, зокрема конспекти лекцій, навчальні посібники, сприяли становленню авторитета науковця [1].

На кафедрі автоматичних і вимірювальних пристроїв Харківського політехнічного інститутту під керівництвом Ф. А. Ступеля досліджувалися проблеми проектування, розроблення й впровадження в промисловість різних типів реле [2]. Перші посібники з цих питань (за авторством Ступеля) в Україні стали базовими під час підготовки фахівців автоматики та вимірювальної техніки. У 60-ті рр ХХ ст. Ступеля приваблюють інноваційні тенденції розвитку напрямів автоматики та телемеханіки. Зокрема, розвиток обчислювальної техніки. У 1970-х роках у лабораторіях кафедр ХПІ було встановлено 23 машини типу «Контроль» (згодом їх кількість збільшилася до 29). Машини було розроблено кафедрою «Прилади автоматики та телемеханіки» під керівництвом доцента Ф.А. Ступеля та виготовлені у студентському проектно-конструкторському бюро, яке було створено у 1964 р. Отже, завдяки науко-організаційним зусиллям Ф.А. Ступеля в НТУ «ХПІ» була створена кафедра автоматики і телемеханіки та розпочато підготовку фахівців в цієї галузі. Його інноваційні дослідження кібернетики сприяли становленню в інституті напряму обчислювальної техніки.

Література:

1. Ступель Ф.А. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Проектирование устройств автоматики». Раздел : «Синтез логических устройств автоматики» : для студ. веч. и заоч. отд-ний. Харьков: ХПИ, 1974. 68 с.

2. Тверитникова О.Є. Електротехнічна галузь України: напрями розвитку і здобутки : монографія. Харків: ТОВ «Тім Пабліш Груп», 2017. 500 с.

ДО БІОГРАФІЇ ХУДОЖНИКА ТА ПЕДАГОГА ХТІ М.М.УВАРОВА

Красиков М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (Харків, вул. Кирпичова, 2), mmkrasikov@gmail.com

Постать неординарного художника та педагога Миколи Митрофановича Уварова (1861–1942) не часто привертала увагу дослідників. Мистецтвознавці та краєзнавці згадують його побіжно, художні твори майстра репродукуються зрідка, альбоми та монографії, присвячені спадщині нашого талановитого земляка, відсутні, навіть спеціальні статті про М.М. Уварова можна перерахувати на пальцях. Ювілеї його не відзначаються і виставки живопису не влаштовуються, хоча і монументальні розписи Уварова у бекетівських будинках, і портрети українських культурних діячів (зокрема блискучий портрет Сергія Васильківського) його пензля нікого не залишають байдужими. Про деякі помилки і неточності у публікаціях про художника йшлося у нашій розвідці 2021 р. Однак вважаємо за потрібне ввести у науковий обіг матеріали з архіву ХТІ. У ДАХО знаходиться «Дело канцелярии Харьковского технологического Института Императора Александра III о предоставлении места преподавателя по рисованию художнику Николаю Митрофановичу Уварову» 1915 р. (Ф. № Р 1682, оп. 2., од. зб. 333). Серед паперів найцікавішим з біографічної точки зору є рекомендаційний атестат, виданий 3 квітня 1913 р. педагогу з попереднього місця роботи – харківської жіночої гімназії К.М. Драшковської. Починається цей документ, підписаний головою Педагогічної ради гімназії Я. Назаровським, так: «*Аттестат. Дан сей от Председателя Попечительского Совета состоящей под Августейшим покровительством Ее Императорского Величества Великой Княгини Елисаветы Маврикиевны Харьковской женской гимназии Е.Н. Драшковской бывшему учителю рисования этой гимназии, Статскому Советнику Николаю Митрофановичу Уварову в том, что он, как видно из формулярного о его службе списка, родился 21 ноября 1861 года, православного исповедания, из потомственных дворян Харьковской губернии; знаков отличия не имеет; жалования получал 600 рублей в год. Окончил курс наук в Императорской С.-Петербургской Академии Художеств, с серебряною второго достоинства медалью, и удостоен звания Неклассного Художника 19 марта 1890 года. Предложением г. Попечителя Харьковского учебного Округа от 15 ноября 1897 года, за № 8769, определен исправляющим должность учителя рисования Харьковской женской гимназии Е.Н. Драшковской. Предложением Попечителя того же округа от двадцать пятого февраля тысяча восемьсот девяносто восьмого года, за № 1553, утвержден в этой должности»*. Далі дізнаємося про підвищення по «Табели о рангах» звичайного вчителя «за выслугу лет»: колезький асесор, надвірний радник і нарешті *«Высочайшим*

приказом по гражданскому ведомству от 29 ноября 1910 г.» Уваров стає статським радником. Йдеться тут і про родину Уварова: «*Женат на дочери артиста Императорских Театров Александре Александровне Лидиной; имеет двух дочерей: Лидию и Евгению, родившихся 10 марта 1891 г. и 25 сентября 1892 г. и сына Владимира, родившегося 5 июня 1902 г. Жена и дети вероисповедания православного, находятся при нем».* У заяві художника на ім'я ректора від 22 лютого 1915 р. є інформація про роки його роботи в гімназії: *«Состоял преподавателем Рисования в Харьковской Женской Гимназии имени Драшковской с 1897 г. по 1912 год».*

Серед документів важливою є довідка 1915 р., звідки дізнаємося про точну дату початку роботи митця в ХТІ: *«Преподаватель Харьковского технологического института, из платы по найму, художник Николай Митрофанович Уваров приступил к порученным ему занятиям по рисованию с 10-го октября сего 1915 года».* Навантаження його було невелике і залишало багато часу для мистецької праці, для участі у громадських справах та для родинного життя: він проводив заняття *«в количестве двух годовых часов в неделю, с платой по 120 рублей за час, а всего 240 р. в год»*. Місце, яке зайняв Уваров, звільнилося в зв'язку зі смертю попередника – художника А.І. Данилевського.

З 1915 по 1919 р. М.М. Уваров мешкав на вул. Конторській, 33, про що свідчать його «прошения». Останні за часом документи датуються 1919 роком: Уваров на початку лютого 1919 р. просить і отримує дозвіл на місячну відпустку до 7 березня, щоб забрати з Петрограду хвору дружину і дитину. Жовтнем 1917 р. датовані листи щодо виконання М.М. Уваровим та його колегою Миколаєм Івановичем Будаковим громадських обов'язків «присяжных заседателей» у суді. Збереглася чернетка листа ректора:

«*В Харьковский Окружной Суд по 1-му уголовному отделению Преподаватель нашего института, статский советник Николай Митрофанович Уваров и ассистент, титулярный советник Николай Иванович Будаков предъявили мне повестки Харьковского окружного суда, по 1-му уголовному отделению, о явке их в суд, на время с 17 по 31 сего октября, в качестве очередных присяжных заседателей. Принимая во внимание, что, в виду недостатка топлива, возможно прекращение учебных занятий в институте на время с 1 ноября по 1 марта 1918 г. и вследствие этого решено в течение октября занятия в институте вести с особою интенсивностью, назначив даже вечерние часы, — я прошу Окружной Суд освободить г.г. Уварова и Будакова от исполнения обязанностей присяжных заседателей в течение октября, перенеся их очередь на одну из имеющих быть до 1918 года».* Як бачимо, ці документи не тільки значно збагачують наші знання щодо біографії відомого художника М.М. Уварова, але й занурюють нас у атмосферу нелегкого періоду Першої світової війни та обставин, в яких опинився ХТІ.

МЕХАНІЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ: ДО ІСТОРІЇ СТВОРЕННЯ НІВЕЛІР-АВТОМАТУ

Кушлакова Н. М.
Західнодонбаський інститут ПрАТ ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», м. Павлоград, kushlakova@ukr.net

Під час будівництва, при землевпорядкуванні та розробці корисних копалин, прокладанні автомобільних та залізничних шляхів й т. ін. в першу чергу виникає потреба побудувати профіль – графічний розріз місцевості з детальним рельєфом поверхні. Інженерна діяльність щодо означених робіт супроводжується визначенням висот різних точок земної поверхні.

Особливий вид геодезичних робіт, при якому вимірюються та обчислюються висоти точок на місцевості, для подальшого внесення цих даних на плани та карти називається нівелюванням [3]. Механічне нівелювання зазвичай виконується нівелірами-автоматами, облаштування яких базується на дії виска. Рельєф поверхні викреслюється автоматично під час руху на місцевості. Сучасний нівелір – це «геодезичний прилад для визначення перепадів висот між точками на земній поверхні та у відкритих і підземних гірничих виробках. Складається з штатива, зорової труби, пов'язаного з нею горизонтального рівня. Додаються також нівелірні рейки» [3]. Історія створення цього приладу на сьогодні мало відома й містить ще низку недосліджених лакун.

Виходячи із праць сучасної історіографії можна вибудувати історію створення нівелір-автомату: П. М. Леонтовський – М. П. Леонтовський – П. К. Нечипоренко – М. А. Артанов [2; 6-8]. Професор Катеринославського гірничого інституту Петро Михайлович Леонтовський став одним із фундаторів нової науки – гірничої геометрії, досліджуючи проблеми механізації різних видів маркшейдерських робіт. За період 1913-1915 рр. ним були створені і апробовані прилади для автоматичного запису пройденого цими апаратами шляху: нівелір-автомат і автомат-планіграф [4, с. 5-6]. Патент («Охранительное свидетельство №64843») на свій нівелір-автомат П. М. Леонтовський отримав 10.02.1915 р., продемонстрував діяльність приладу 18.04.1915 р. на спільному засіданні Товариства маркшейдерів Півдня Росії (ТМПР, головою якого був П. М. Леонтовський) і Товариського гуртка інженерів Катеринославського району, і вперше оприлюднив у часописі ТМПР «Маркшейдерские известия» [2]. Але у виробництво прилад не пішов, на заваді стали Перша світова та громадянська війни, розруха, а в 1921 р. професор П. М. Леонтовський пішов із життя. Факти щодо його діяльності не викликають сумнівів і суперечок, чого не можна сказати щодо наступних винахідників.

Продовжив справу батька Михайло Петрович Леонтовський – студент гірничого інституту (м. Катеринослав). Він працював над удосконаленням нівелір-автомату під керівництвом проф. П. К. Нечипоренка. У 1926 р.

молодий винахідник, спростивши прилад батька, сконструював принципово новий нівелір-автомат. 7 вересня 1928 р. на шпальтах газети «Звезда» було вміщено повідомлення про удосконалення М. П. Леонтовським нівелір автомата свого батька проф. П. М. Леонтовського з світлиною самого приладу, випробування якого пройшли успішно [7, с. 55-57]. Проте у 1931 р. молодий Леонтовський був репресований, а його ім'я у будь-якій публічній інформації пішло в забуття. Авторство удосконаленого приладу стали приписувати винятково проф. П. К. Нечипоренко, а в сучасних інтернет-ресурсах взагалі помилково вказують, що він є винахідником першого нівелір-автомату. Заради історичної справедливості на ці факти вказувала проф. Г. К. Швидько [6].

На завершення наших пошуків в часописі «Техника-молодежи» було віднайдено статтю «Автоматы инженера Артанова», в якій автор детально описує процес створення, конструкцію і дію нівелір-автомату інженера Матвія Антоновича Артанова, який у 1927 р. отримав авторський патент на свій винахід. Його прилад пішов у серійне виробництво у 1936 р.. Зауважимо заради справедливості, що в цій публікації автор лише згадує про П. М. Леонтовського, який в 1915 р. «предложил первый в мире нивелировочный автомат» [8, с. 33].

Як бачимо, доля винаходу, як і доля винахідників, залежала від складних соціально-політичних процесів і тоталітарної влади в державі.

Література:

1. Гаврюк Г. Ф. Маркшейдерська школа Національного гірничого університету. Надбання наукових шкіл: науково-технічний збірник. Дніпропетровськ, 2009. URL: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/153865

2. Кушлакова Н. М. Товариство маркшейдерів Півдня Росії: створення, відкриття та значення в процесі становлення маркшейдерської справи в Російській імперії на початку XX ст. Чорноморський літопис. Наук. жур. Випуск 6. 2012. С. 132–142.

3. Нівелір. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%B2%%B

4. Леонтовський П.М. Біобібліографічний покажчик. Дніпропетровськ: РВК НГА України, 2001. 13 с.

5. Ченцов В. В., Єлінов І. М. Інтелігенція і влада. З історії політичних репресій 1920 – 1950-х рр. на Дніпропетровщині. // Грані, 2000. 2(10). С. 44-57.

6. Швидько Г. К. Згублене життя геодезиста, гравіметриста і астронома професора П.К. Нечипоренка. URL: https://www.dnipro.libr.dp.ua/index.php?route=information/news/info&news_id=9

7. Реабілітовані історією. За відсутністю складу злочину… До історії політичних репресій 20-х – початку 50-х років у Дніпропетровському гірничому інституті. Дніпропетровськ: НГАУ, 2000. 193 с.

8. Карамышев И. Автоматы инженера Артанова. Техника – молодежи, 1951. № 5. С. 33–34.

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ – 90 РОКІВ У ХПІ

Лавріненко О.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, вул. Кирпичова 2, 61002, lavr.ol.va@gmail.com

У 2021 р. виповнилося 90 років з моменту створення кафедри теоретичні основи електротехніки (ТОЕ), осередку викладання найважливішої технічної дисципліни для студентів електротехнічного спрямування в НТУ «ХПІ». З нагоди ювілею слід приділити значну увагу науковому, навчально-методичному і організаційному доробку вчених і викладачів однієї з найстаріших кафедр в університеті.

Започаткуванню у 1931 р. окремої кафедри ТОЕ у новоствореному Харківському електротехнічному інституті (ХЕТІ) сприяла діяльність видатного українського електротехніка П.П. Копняєва та його прагнення в удосконаленні поглибленої теоретичної підготовки майбутніх інженерів-електриків [1]. Загальний курс ТОЕ складався з базових теоретичних розділів, що дозволяли повною мірою підготувати студента до розуміння основних електричних явищ, законів їх протікання, методів їх дослідження та розрахунку.

У 1932 р., після смерті П.П. Копняєва, кафедру ТОЕ ХЕТІ очолив його учень – О.П. Сукачов. Значну увагу він приділив оснащенню лабораторним устаткуванням кафедри, стояв біля витоків створення в інституті лабораторії теоретичної електротехніки та лабораторії електричних вимірювань, а накопичений методичний матеріал опубліковував у вигляді спеціалізованого курсу «Теорія змінних струмів» у 1935 р.

Окреме місце у розвитку наукового доробку кафедри належить талановитим харківським ученим О.М. Ефросу та О.М. Данилевському, які впродовж 1930-х рр. плідно працювали на кафедрі ТОЕ. Наукові праці вчених були присвячені теоретичній електротехніці та математичній фізиці, питанням нестаціонарних режимів роботи електричних машин та перехідних процесів в електромеханічних системах, а фундаментальні результати спільної роботи над пошуком універсального методу розв’язання задач розрахунку перехідних процесів в колах енергосистем різного класу викладені у спільній монографії «Операційні обчислення і контурні інтеграли» у 1937 р. Важкі випробування під час Другої світової війни завдали значного удару кожному науковому колективу та кафедрі країни. О.М. Ефрос та О.М. Данилевський трагічно загинули взимку 1941 р.

Після повернення з евакуації восени 1943 р. О.П. Сукачов виконував обов’язків директора ХЕТІ, сприяв відродженню навчальної, наукової й методичної діяльність кафедр та лабораторій у майже повністю зруйнованому інституті. Саме відновлення наукової еліти було однією з його першочергових задач у післявоєнні роки.

На початку 1950-х рр. О.П. Сукачов став ініціатором роботи зі створення електротехнічної термінології. Проект ученого охоплював усю систему термінів теоретичної електротехніки, складався з 233 визначень та значною мірою став основою для збірника рекомендованих термінів «Термінологія теоретичної електротехніки», який вийшов у кінцевій редакції у 1958 р. [2].

У 1960-х рр. наукова робота кафедри ТОЕ була скоординована технічними завданнями проблемної науково-дослідної лабораторії техніки високих напруг і перетворювачів струму ХПІ, а саме перспективними дослідженнями із розроблення теоретичних основ процесу магнітно-імпульсного оброблення металів. Цей науковий напрям кафедри розвивали доценти П.М. Єгоров та Г.В. Остроумов.

У період з 1974 по 1983 рр. під керівництвом професора В.Л. Беніна відбулася модернізація лабораторних стендів кафедри, вони були укомплектовані новими приладами та обладнанням, розроблені нові лабораторні роботи, перероблено п’ять розрахунково-графічних робіт з усіх частин базового курсу кафедри, видані нові методичні матеріали з проведення практичних занять по курсам «ТОЕ» та «Теорія поля» [3].

У 1990-х рр. важливим методичним доробком науковців кафедри стала модернізація існуючих та створення нових лекційних курсів, виходячи з вимог підготовки інженерів за різним фахом. Цю плідну роботу на кафедрі під керівництвом В.П. Самсонова проводили О.Г. Глєбова, В.О. Ващенко, Л.В. Казаковцева, Л.А. Калашнікова, Г.М. Кисельова, Д.С. Колобков, Б.І. Кубрик, І.Г. Мякшина, Є.С. Трофименко, П.М. Чернишов.

На сучасному історичному етапі науковці і викладачі кафедри ТОЕ займаються моделювання електрофізичних процесів в нелінійних середовищах під впливом електромагнітних полів різної природи, удосконалюють лекційні курси кафедри на базі новітніх освітніх програм, проводять плідну навчальну роботою зі студентами та аспірантами, зберігаючи досвід та наукові напрацювання минулого та створюючи умови для розвитку кафедри у майбутньому.

Література:

1. Тверитникова О. Є. Науково-педагогічна діяльність П. П. Копняєва. (Історичний екскурс.). *Вісник НТУ «ХПІ»*. Харків: НТУ «ХПІ», 2005. № 7. С.159–162.

2. Лавріненко О. В. Внесок О.П. Сукачова у формування термінологічного апарату теоретичної електротехніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції,* 6–7 грудня 2018 р., Харків, 2018. С. 234–235.

3. Лавріненко О. В. Вчений у галузі електротехніки – професор В.Л. Бенін (до 100-річчя зі дня народження) Історія науки і техніки: *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій*. 2018. Том 8. Вип. 2 (13). С. 328–339.

НАУКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ АКАДЕМІКА АН УРСР Й.З. ШТОКАЛА В ГАЛУЗІ РОЗБУДОВИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ІСТОРІЇ ПРИРОДОЗНАВСТВА І ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ (ДО 125-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Литвинко А.С. [1)], Виврот Т.М.[2)]
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України», 01032 Київ, бульв. Т.Шевченка, 60; https://www.www.stepcenter.org.ua
[1)]д.і.н., пров.н.с., litvinko@ukr.net; [2)]канд. фіз.-мат. наук



16 листопада 2022 р. виповнилося 125 років від дня народження відомого математика та фундатора досліджень з історії науки і техніки в Україні, академіка АН УРСР (1951, чл.-кор. 1948), професора (1946), члена-кореспондента (1965) та почесного члена Міжнародної академії історії наук (1978), заслуженого діяча науки УРСР (1968) Йосипа Захаровича Штокала.

Й. З. Штокало народився 16 листопада 1897 р. в с. Скоморохи Сокальського району Львівської області. Закінчив фізико-математичний факультет Дніпропетровського хіміко-фізико-математичного інституту (1931) та аспірантуру Харківського науково-дослідного інституту математики і механіки. 1934 р. захистив кандидатську дисертацію, очолив кафедру в Харківському текстильному інституті, 1938 р. став доцентом і викладав у Харківському університеті. 1941 р. Й. З. Штокало був призначений відповідальним за евакуацію академічних інститутів Харкова та евакуйованих до міста. З 1941 по 1944 рр. працював старшим науковим співробітником Об'єднаного інституту математики і фізики АН УРСР,1943 р. захистив докторську дисертацію. З 1946 року він – професор, у 1944-1951 і 1956-1972 - завідувач кафедри диференціальних рівнянь Київського університету. Водночас керував кафедрою вищої математики в Київському технологічному інституті харчової промисловості. З 1944 до 1946 р. працював на посаді вченого секретаря, у 1944-1949 – старшого наукового співробітника, в 1946-1949 — заступника директора з наукової роботи Інституту математики АН УРСР. У 1949-1956 роках Й.З. Штокало - член Президії АН УРСР, уповноважений, а з 1951 р. - голова Президії Львівської філії АН УРСР.

Головні наукові праці Й.З. Штокала стосуються теорії диференціальних рівнянь, операційного числення та історії математики.

Вчений досліджував питання стійкості та нестійкості розв'язків лінійних диференціальних рівнянь зі змінними та квазіперіодичними коефіцієнтами. У 1957-1967 очолював створену Президією Академії наук УРСР Термінологічну комісію, був редактором серії термінологічних словників. З 1947 р. розпочав працювати в галузі історії математики в Україні, ставши відповідальним редактором тритомних зібрань праць видатних математиків-вихідців з України - Г.Ф. Вороного та М.В. Остроградського.

У 1956 р. в Інституті математики АН УРСР під керівництвом Й.З. Штокала був створений відділ історії математики, який 1958 р. розпочав роботу над укладанням української математичної бібліографії (1963). Став науковим керівником семінару з історії математики. 26 вересня 1958 р. був обраний заступником голови комітету Українського відділення Радянського національного об'єднання істориків природознавства і техніки.

8 березня 1963 р. на базі відділу історії математики та відділу історії техніки в Інституті історії АН УРСР було створено Сектор історії природознавства та техніки під керівництвом Й. 3. Штокала, який він очолював до 1986 р. Основним завданням Сектора було визначено підготовку узагальнювальних праць з історії природознавства і техніки із залученням широкого кола кваліфікованих спеціалістів. Серед видань Сектора - «Історія вітчизняної математики» (1966-1970), відзначена медаллю А. Койре; «Історія математичної освіти в СРСР» (1975); «Нариси розвитку математики в СРСР» (1983); «Технічний прогрес у машинобудуванні УРСР» (1967); «Історія технічного розвитку вугільної промисловості Донбасу» (1970), «Електроенергетика Української РСР» (1971) тощо.

22 липня 1986 р. Сектор історії природознавства і техніки Інституту історії АН УРСР та Центр досліджень науково-технічного потенціалу Ради з вивчення виробничих сил Української РСР АН УРСР було об'єднано та створено Центр досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки АН УРСР (з 2015 - Інститут). Нині напрями досліджень інституту охоплюють формування фундаментальних ідей і теорій сучасного природознавства в історико-культурному контексті; історико-наукознавчий аналіз розвитку, досвіду, стану та дослідження перспектив розвитку НАН України та підвищення її ролі в суспільстві на етапі трансформації як вищої державної наукової організації України; дослідження історії ракетно-космічної науки і техніки в Україні, історичну біографістику; історію наукових шкіл; періодизацію, хронологію, філософію, методологію та соціологію науки; соціокультурні наслідки та ризики впровадження нових технологій.

ІСТОРИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В УКРАЇНІ

Ляшуга І.Ю.
НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова 2, ira.lyashuga@gmail.com

Фізичне виховання є загальною культурою людства, яке має на меті зміцнення здоров'я, розвиток фізичних, моральних та інтелектуальних цінностей людини, що спрямовано на гармонійне формування її особистості. Фізичне виховання залишається основним напрямом вдосконалення фізичної культури та частини всебічного виховання. Фізична культура, до складу якої входить фізичне виховання та спорт є важливим засобом підвищення соціальної та трудової активності людей. Розвиток фізичного виховання в Україні обумовлений потребами суспільства, рівнем соціально-економічного розвитку, станом освіти та науки, культури, традицій.

Виникнення фізичних вправ треба віднести ще до того часу, коли основна ціль людини була в забезпеченні умов існування, життєдіяльності, безпеки. У процесі розвитку утворювалися нові методи та засоби фізичного виховання, накопичувався досвід використання фізичних вправ в життєвих умовах. Всі передумови виникнення фізичного виховання треба віднести до палеоліту – давній кам'яний вік (80–11 тис. років тому). У ті часи палеоліт був епохою співіснування людей, формування перших релігійних вірувань, первинного мистецтва тощо. Для забезпечення життєдіяльності та захисту в складних умовах потрібно було вміти користуватися зброєю, що потребувало прикладних фізичних умінь [1, с. 8].

Наступна епоха еволюції людства – мезеоліт. Характеризувався як середній кам'яний вік (10–8 тис. років тому). Цей час обумовлений виникненням нової галузі соціальної практики як фізичне виховання. Цей час обумовлений розвитком і прогресом еволюції людства. Зокрема, в цей час удосконалювався побут людства, з'являлися нові знаряддя праці, змінювався спосіб життя і духовні цінності людства. Визначався як перехідним етапом від палеоліту та неоліту [2, с. 6–7].

Ера нового етапу розвитку людства та життєдіяльності стає неоліт – новий кам'яний вік (5–4 тис. років тому). Відбувається зміна набутих часом звичних видів діяльності натепер на більш прогресивні. Зокрема, у фізичному вихованні відбувається зміна індивідуальних фізичних вправ на колективні ігри та вправи з абстрагуючими рухами. Впроваджують[2, с. 9].

Фізична культура українського людства мала свою специфічну особливість, представляла собою військово-прикладний характер. Це було зумовлено геополітичним розташування України. Україна знаходилася в центрі Європи, х помірними кліматичними умовами, родючим ґрунтом та наявністю великих торгівельних шляхів, що з'єднували країни сходу та заходу, півночі і півдня. З давніх часів український народ відстоював свою свободу та території,

тому потрібно було захисникам бути у чудовій фізичній формі, вміти вправно користуватися первинною зброєю [3, с. 5].

Особливо помітний прогрес фізичного виховання відбувся за часів Київської Русі. Була організована спеціальна практика з фізичного виховання. Проходили заняття для дітей та молоді з оволодіння спеціальними знаннями, вміннями та навичками з фізичного виховання. Зокрема, в основі народної фізичної культури України було покладено систему вікової диференціації. З дитинства привчали до культури спорту, в 3 роки дитину саджали на коня, обряд називався «постриги». Пізніше хлопця передавали від материнського виховання під нагляд чоловіків (батька чи старшини роду), навчали стрільбі з луку, володіння списом, арканом та іншим первинним засобам оборони. В юнацтві парубка залучали до військових заходів, військових походів. Фізичне виховання Київської Русі мала народно-побутові форми. Були створені військово-фізичні та військово-прикладні підготовки, що представляли собою полювання, військові походи, лицарські турніри тощо. Були освітні програми, які включали за основу фізичне виховання. Створювалися княжі школи, товариства стрільців, школи верхової їзди, школи фехтування, які загартовували молодь до фізичної активності. Проводилися змагання як спосіб виявити кращих та сильніших. Такі як « народні змагання», полювання на хижаків тощо [4, с. 24].

Таким чином, фізичне виховання в Україні має величезну історію становлення та розвитку. Вдосконалення проходило поступово і залежало від різних чинників існування. Зокрема, економічних, політичних та географічних умов. Значення фізичної культури започаткувало освітнє, виховне, оздоровче значення для України.

Література:

1. Цьось А.В. Розвиток фізичного виховання на території України з найдавніших часів до початку XIX ст. : автореф. дис. доктора наук з фізичного виховання і спорту : 24.00.02 « Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення. Харків, 2005. 19 с.

2. Алєксєєв О.О. Вплив оздоровчих традицій українського козацтва на формування здорового способу життя школярів. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. 2012. Вип. 5. С. 3–9.

3. Тимчак Я.В. Військово-фізична підготовка в Україні (IX – XVIII ст.) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фізичного виховання і спорту: спец. 24.00.02 «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення». Луцьк, 1998. 16 с.

4. Дутчак М.В. Теоретико-методологічні засад формування системи спорту для всіх в Україні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фізичного виховання і спорту: спец. 24.00.02 «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення». Київ, 2009. 41 с.

АРХІТЕКТУРНА СПАДЩИНА КОНСТРУКТИВІЗМУ: НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ БУДІВЛІ ХАРКОВА 20-30-х РОКІВ ХХ ст.

Новгородов Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», e-mail: Dmytro.Novhorodov@sgt.khpi.edu.ua

Початок ХХ ст. – це час стрімкого наукового та технологічного розвитку. Науковці та інженери робили нові відкриття та винаходи, а митці шукали нові стилі та форми. Архітектори намагалися привнести в архітектуру риси бурхливого та швидкого технологічного розвитку. Так з'явилась модерна архітектура. Її виникненню сприяв розвиток використання в будівництві бетону, металу та їх поєднанню – залізобетону. Початковий модернізм базувався на принципі «форма прямує за функцією», тобто результат дизайну повинен служити меті споруди. До речі терміну «дизайн» в сучасному розумінні тоді ще не існувало, він виник лише на початку 1960-х.

Тим не менш сучасний дизайн вийшов саме з 1920-х років, коли виникли нові модернові течії (авангардизм, функціоналізм, конструктивізм), які вплинули на розвиток світової архітектури та дизайну всього ХХ ст. У 1919 році у Веймарі (Німеччина) з'являється школа Баухаус (функціоналізм). а трохи згодом в СРСР та зокрема на території України відбувається не менш значуща подія – виникає конструктивізм. У той же час, Харків стає столицею радянської України, що обумовлює пов'язані з цим процеси у подальшому розвитку міста. Харків не було пристосовано до несення столичних функцій, Тому місто потребувало швидкого зведення нових будівель з різними функціями – адміністративних, освітніх, медичних, науково-технічних, промислових, житлових, тощо. У середині 1920-х років в Харкові розпочалось масштабне будівництво різноманітних будівель. В першу чергу адміністративних та суспільних, а вслід за ними зростали промислові, житлові, медичні, освітні, науково-технічні будівлі. Переважна більшість із них була побудована в стилі конструктивізм. Велике будівництво тривало переважно до 1934 року, коли столичні функції повернулись до Києва. За цей період Харків отримав десятки величних конструктивістських будівель різноманітного призначення. Найвідоміша з них широкому загалу – це Будинок Державної Промисловості, або Держпром, побудований у період з 1925 по 1928 рік за проектом архітекторів Сергія Серафімова, Самуїла Кравця та Марка Фельгера. Керівником будівництва був харківський інженер Павло Роттерт. В монолітному залізобетонному хмарочосі складної форми розмістилися 22 державних трести, Держплан, Промисловий банк УРСР, Зовнішторг УРСР, Держторг УРСР та інші установи. Сьогодні Держпром є однією з архітектурних візитівок Харкова та України. Необхідно зауважити, що

окрім будівлі Держпрому протягом 1920–1930-х років в Харкові були зведені десятки будівель в стилі конструктивізму. Це Головний поштамт (А.Г. Мордінов, Привокзальний майдан, 2); Палац робітника або БК Залізничників, (Дмітрієв, вул. Велика Панасівська, 83-А); комплекс студентських гуртожитків «Гігант» (О.Г. Молокін, Іконніков Р.Д., вул. Пушкінська, 79); автоматична телефонна станція (П.І. Фролов, вул. Свободи 7/9).

Але окрім цих споруд в Харкові існує великий перелік малознаних, а іноді й недосліджених будівель 1920–1930-х років побудови в стилі конструктивізм. Треба зазначити, що саме велика кількість об'єктів конструктивізму вплинула на зовнішній вигляд Харкова, багато в чому сформувавши історичне та архітектурне обличчя міста. Значну частку цих об'єктів складають будівлі освітнього, наукового, та науково-технічного призначення. Найбільш активне формування наукового потенціалу Харкова припадає на другу чверть XX ст. Статус міста та високі темпи розвитку промисловості сприяли появі в Харкові багаточисельних науково-дослідних інститутів (НДІ). На початку 1940 року в місті вже працювало 46 НДІ. Наприклад, на вул. Вєсніна, 7 знаходиться **Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (1930 рік, вул. Пушкінська, 83; Український науково-дослідний інститут експеримент-тальної ветеринарії (1934 рік, проект О.Г. Молокіна); в будівлі на вул. Гуданова, 13 розташувався Український фізико-технічний інститут (1930 рік, проект В.І. Богомолова та П.І.** Сидорова).

У Харкові також існують відомі й достатньо вивчені житлові райони (Держпром та ХТЗ) з кварталами будинків 1920–1930-х років в стилі конструктивізм, але окрім цього в місті є великий прошарок маловідомих та недостатньо досліджених будівель освітнього, науково-технічного, промислового призначення, побудованих в тому ж стилі. Наприклад: корпус Вищого Професійного Училища № 6 на вул. Мухачова, 1; пожежне депо на вул. Морозова, 7, будівля Червоних старшин (далі корпус Вищого Авіаційно-Інженерного Училища) на вул. Семінарській, 46 та багато інших. Деякі з цих будівель зазнали значних руйнувань, та можуть невдовзі зникнути назавжди. До проектування та будівництва багатьох з них мають відношення архітектори та інженери, які навчалися або викладали в Харківському технологічному інституті, надалі Харківському політехнічному інституті. Це такі постаті, як О.Г. Молокін, М.А. Зеленін, І.Г. Таранов-Бєлозеров, В.І. Богомолов. Вони залишили нам у спадок велику кількість цікавих та неповторних будівель у стилі конструктивізм, які безумовно вплинули на формування архітектурного обличчя Харкова.

Задача сучасних науковців – ці об'єкти вивчати, досліджувати, систематизувати, каталогізувати, вносити до пам'яток історії та архітектури, щоб зберегти цю історичну спадщину для наступних поколінь.

ДО ІСТОРІЇ ЗАМИКАННЯ «ТРИКУТНИКА КВАНТОВОЇ МЕТРОЛОГІЇ»

Павленко Ю.Ф.[1)], Дроздова Т.В.[2)]
[1)]***ННЦ «Інститут метрології», вул. Мироносицька, 42, м. Харків,***
[2)]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків***

З 2019 р. в дію вступила Нова СІ, яка вводить принципово нові формулювання основних одиниць – через сім визначальних сталих [1]. Відзначимо, що рішення Міжнародної комісії мір та ваг про введення нової – «квантової СІ» – було прийнято ще на початку XX століття, а реалізовано лише у 2019 р. Однією з причин, яка затримувала офіційне введення визначень одиниць СІ через фізичні сталі (що вело до використання квантових методів для їх відтворення), було недостатнє обґрунтування «безсумнівності» квантових методів відтворення базових електричних одиниць – вольта і ома. Сформувалось переконання, що об'єктивним доказом достовірності квантових методів є замикання так званого «квантового трикутника», що полягає в узгодженні розмірів вольта, ампера і ома, реалізованих через квантові ефекти, за законом Ома (рис. 1). Дійсно, узгодження є переконливим підтвердженням надійності та достовірності формул для визначення електричних напруги (ефект Джозефсона), опору (квантовий ефект Холла) і струму (ефект одноелектронного SET-тунелювання) через фізичні сталі і частоту.

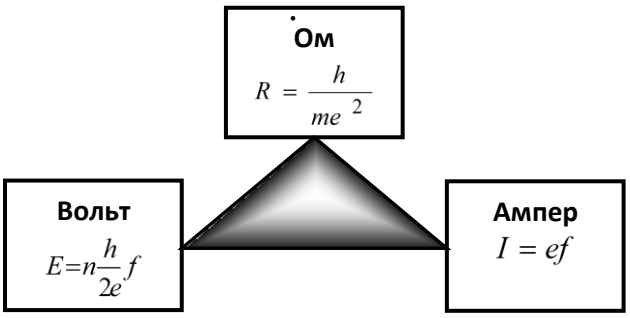


Рисунок 1 – «Трикутник» квантових еталонів

Це завдання викликало активну діяльність фахівців, але вирішити його виявилось непросто. Якщо квантові ефекти Джозефсона і Холла вже були добре досліджені і надійно відтворювались, то ефект SET-тунелювання був ще далекий від надійної реалізації. Головною причиною було дуже низьке значення струму, яке може бути одержано при цьому ефекті. Тому було використано кілька шляхів, «прямий» та «обхідний», які привели в сукупності до рішення цієї проблеми, дуже важливої для подальшого розвитку і впровадження квантових методів в метрології.

Прямим шляхом замикання трикутника є незалежна реалізація «квантового» ампера на основі SET-тунелювання. Роботи зі створення джерела струму на цьому ефекті ведуться вже понад двадцять років у багатьох країнах,

але просуваються дуже повільно. Були розроблені так звані SET-транзистори, SET-насоси, квантові електрометри, але вони неповністю задовольняли необхідним вимогам. Основна причина полягала в малому значенні струму, який можна було одержати методом SET-тунелювання. Ціною використання найвищих досягнень в цій галузі, а також розробки ряду нових пристроїв була розроблена схема, що дозволила підійти до рішення питання [2]. У схемі (рис. 2) використані, крім квантових стандартів Джозефсона (JVS – матриця джозефсонівських контактів; f – частота; U – напруга Джозефсона) і Холла (QHR – холлівська міра опору; R – електричний опір, простежений до сталої Клітцинга), також кріогенний струмовий міст-компаратор (CCC) з коефіцієнтом підсилення G=20000, паралельне включення десяти гілок SET-джерел струму (I – струм, виміряний за допомогою SET-ефекта), жорсткий кріогенний режим, тобто весь арсенал можливостей. Відносна невизначеність (δ) вимірювань «квантового трикутника» була оцінена числом 10^{-7}, що вважалось недостатнім.

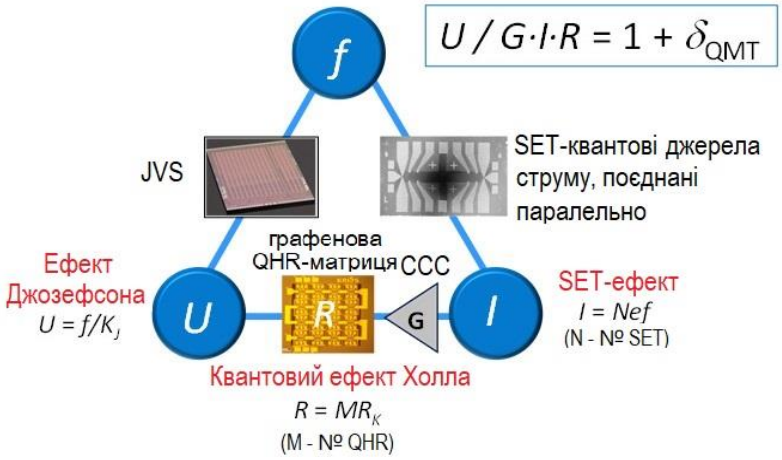


Рисунок 2 – Схема реалізації квантового трикутника (SET-версія)

У зв'язку з труднощами реалізації джерела струму, заснованого на SET-пристроях, у NIST (США), а пізніше і в PTB (Німеччина) був запропонований «обхідний» шлях, який одержав назву «зарядового» і полягав у створенні квантового еталона одиниці ємності на кріогенному конденсаторі [2].

Сукупність двох підходів дозволила знизити невизначеність узгодження до задовільного рівня 10^{-8}. Таким чином, можна вважати, що завдання перевірки достовірності квантових методів відтворення ампера, вольта і ома принциповому плані вирішено. Робота над рішенням цієї задачі сприяла подальшому удосконаленню і впровадженню квантових технологій в метрологічну практику.

Література:

1. BIPM. The International System of Units (SI). 9-th edition. 2019. 98 p.

2. Ernst O. Goebel, Uwe Siegner. Quantum Metrology. Foundation of Units and Measurements : Wiley, 2017. 232 p.

ЕВОЛЮЦІЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Посвятенко Н.І., Посвятенко Е.К.
Національний транспортний університет, м. Київ, 01010, вул. Омеляновича Павленка, 1; e-mail: natali1963@ukr.net

До інструментальних матеріалів висуваються такі основні вимоги: висока стійкість проти зношування, яка визначається твердістю; висока міцність, що гарантує достатній опір механічному руйнуванню; висока теплостійкість – здатність працювати за високих температур у зоні різання; низька інтенсивність адгезії у зоні контакту інструменту з виробом; висока технологічність – властивість, що забезпечує оптимальні умови виготовлення інструментів; оптимальна економічність, тобто мінімальна вартість на одиницю продукції [1, 2].

Починаючи з найдавніших часів, людина використовувала відомі їй на той час або створені штучно найтвердіші матеріали: кремінь (мустьєрська епоха, мезоліт, неоліт), мідь і бронзу, яка є сплавом міді з оловом (енеоліт, трипільська культура), і з початку 1 тис. до н.е. – найпримітивнішу вуглецеву сталь [1]. Деякі віхи розвитку інструментальних матеріалів описані в I тис. до н.е. у стародавньому Єгипті, у Давньому Римі Плінієм Старшим у книзі "Про неорганічну природу, про виникнення у надрах Землі мінералів і металів", у праці Альберта Великого "П'ять книг про метали і мінерали" (в середині XII ст.), у саксонського вченого Агріколи в творі "Дванадцять книг про метали" (в XVI ст.) [3]. У останньому творі наведена систематика металів за зовнішніми ознаками.

У найдавніших технологіях головною вимогою до інструментального матеріалу була саме твердість останнього, а точніше – значне перевищення твердості цього матеріалу над твердістю оброблюваного матеріалу. В теперішні часи було визначено, що обов’язковою умовою ефективності процесу різання є таке співвідношення твердості, що перевищує 2:1 [1].

Народженням сталі вже як високоефективного та якісного інструментального і конструкційного матеріалу слід вважати 1722 р., коли була опублікована стаття відомого французького вченого першої половини XVIII ст. Р. Реомюра "L'art de convtrtir le Forgé en Acier" ("Мистецтво перетворювати коване залізо в сталь"). Вчений зумів розгадати таємницю давніх сталеплавильників Месопотамії, Китаю та Індії, яка полягала в оптимальному вмісті вуглецю у сталі. За даними сучасної науки вміст вуглецю у сталі, як залізовуглецевому сплаві, не повинен перевищувати 2,14%, а в іншому залізовуглецевому сплаві – чавуні – знаходитись в межах 2,14–6,67%. Реомюр показав, що виготовити якісну середньо- та високовуглецеву сталь, що добре термозміцнюється, можна шляхом сумісного плавлення в одній печі низьковуглецевої сталі (криці) та чавуну. Останній у Європі вперше було отримано на території сучасної Німеччини у

XIV столітті, коли при виконанні традиційної технології в печі великого об'єму з дуттям від міхів, залізну руду було розплавлено. Розплав у достатній мірі насичувався вуглецем палива [1].

Раніше інших матеріалів для виготовлення різальних інструментів почали застосовувати вуглецеві інструментальні сталі марок У7, У7А…У13, У13А. Крім заліза і вуглецю, ці сталі містять 0,2 – 0,4% марганцю. Інструменти з вуглецевих сталей мають достатню твердість при кімнатній температурі, але теплостійкість їх невелика, тому що при порівняно не високих температурах (200 – 250 °С) їх твердість різко зменшується.

Леговані інструментальні сталі за своїм хімічним складом відрізняються від вуглецевих підвищеним вмістом кремнію або марганцю, або наявністю одного чи декількох легуючих елементів: хрому нікелю, вольфраму, ванадію, кобальту, молібдену. Для різальних інструментів використовуються низьколеговані сталі марок 9ХФ, 11ХФ, 13Х, В2Ф, ХВ4, ХВСГ, ХВГ, 9ХС та ін. Ці сталі мають більш високі технологічні властивості – кращу загартовуваність та прогартовуваність, меншу схильність до короблення, але їх теплостійкість не перевищує 300 °С. Тому вони, як і вуглецеві інструментальні сталі, використовуються для виготовлення ручних, дереворізальних інструментів (напилків, пилок, ножівок) або машинних інструментів, призначених для оброблення з низькими швидкостями різання (дрібні свердла, мітчики, плашки, протяжки, розвертки).

У 1861р. англійський інженер Роберт Мушет винайшов самогартівну інструментальну сталь, леговану вольфрамом (5%), марганцем (1,5%) і хромом (1,5%), що стала предтечею швидкорізальних сталей. У 1898 – 1900 рр. американський винахідник Фредерік Тейлор запатентував склад та спосіб термічної обробки швидкорізальної сталі з оптимальним вмістом легуючих елементів: вольфрам – 18%; хром – 5,47%; ванадій – 0,29%; марганець – 0,11%; кремній – 0,043% при вмісті вуглецю – 0,67%. Термічна обробка – нагрівання до температури понад 900 °С з наступним охолодженням у воді. Червоностійкість сталі – 600 °С, допустимі швидкості різання – 13…30 м/хв, тобто у 5 разів вищі, ніж ті, що допускає вуглецева інструментальна сталь [4].

Широке використання швидкорізальних сталей для виготовлення складно-профільних інструментів обумовлюється поєднанням високих значень твердості (до 68 HRC) і теплостійкості (550 – 650 °С) при високому рівні крихкої міцності і в'язкості, що значно перевищують відповідні значення для твердих сплавів. Ці сталі одержали найбільш широке поширення при виготовленні складно-профільних різальних інструментів і у тих випадках, де застосування твердосплавного інструмента обмежується його малою міцністю. Крім того, швидкорізальні сталі досить технологічні, тому що добре обробляються тиском і різанням у відпаленому стані.

У позначенні швидкорізальної сталі буква **Р** означає, що сталь швидкорізальна, а наступна за буквою цифра – вміст середньої масової частки вольфраму у процентах. Наступні букви і цифри характеризують процентний вміст інших легуючих елементів. Найбільш поширеними швидкорізальними сталями є вольфрамова Р18 та її замінник з меншим вмістом дефіцитного вольфраму сталь Р6М5 [2].

У 1927 р. фірма "Krupp" (Німеччина) уперше застосувала новий інструментальний матеріал торгової марки "Widia". Цей матеріал принципово відрізняється від сталі тим, що, по-перше, зовсім не містить у собі заліза і вуглецю, а, по-друге, не є литим, а спеченим. Тверді сплави (так їх називають у процесах обробки і у матеріалознавстві) є композиційними матеріалами, де наповнювачем слугують тверді карбіди (WC, TiC, TaC), а зв'язуючою речовиною – м'який кобальт (Co). Матеріал має надзвичайно високі твердість (87 – 91 HRA) і у залежності від марки теплостійкість (700 – 1100 °С). Тверді сплави є незамінними при високих швидкостях різання (500 м/хв) і високій твердості оброблюваного матеріалу. Тобто, цей матеріал є основним у високошвидкісних процесах.

Інструментальна промисловість випускає також синтетичні надтверді матеріали (НТМ) на основі алмазу (АС) і кубічного нітриду бору (КНБ). Перший має найвищу твердість серед відомих матеріалів (до 100 ГПа за Кнуппом), допускає температури до 900 °С. Проте цей інструментальний матеріал має відносно малі розміри і досить низьку міцність на згинання ($\sigma_{зг} \leq 0{,}9$ ГПа). Другий також має приблизно таку ж міцність на згинання, проте допускає температури різання до 1200 °С. Твердість матеріалів на основі КНБ сягає 30 – 40 одиниць за Кнуппом. Таке поєднання характеристик НТМ створило нішу для їх використання при чистовій лезовій обробці [1, 2].

У світовій практиці металообробки все більше застосування знаходять різальні інструменти з покриттями різальної частини. Тонкі "плівочні" покриття товщиною 2 – 10 мкм наносять на поверхню готового інструменту із сталей, твердих сплавів і кераміки з метою поліпшення експлуатаційних характеристик інструментів.

Традиційні зносостійкі покриття із нітридів та карбідів титану наносять на інструмент методами фізичного (PVD), хімічного (CVD) та термодифузійного (ТДН) насичення. У промислово розвинених країнах випуск твердосплавних різальних частин з покриттями становить 60 – 90% від їх загального випуску, а виробництво інструментів із швидкорізальної сталі з покриттями складає близько 70% усіх типів інструментів.

Твердість і міцність інструментального матеріалу – це властивості антагоністи, тобто чим вище твердість матеріалу, тим нижче його міцність. Тому набір цих властивостей і визначає область та умови раціонального використання інструментальних матеріалів для інструментів.

При обробці з малими і середніми швидкостями різання у комбінації із середніми та великими перетинами зрізу переваги мають інструменти із швидкорізальної сталі.

На сьогодні найпоширенішим інструментальним матеріалом є швидкорізальна сталь, з якої виготовляється до 60% інструментів, із твердих сплавів близько 30%, а із інших груп матеріалів – близько 10% лезового інструмента.

Ідея створення ідеального інструментального матеріалу полягає у розробці композиційного матеріалу, у якого високі значення твердості, теплостійкості, фізико-хімічної інертності поверхневих шарів сполучались би з достатнім значенням міцності від згинання, ударної в'язкості, границі витривалості серцевини. Тенденції до цього уже зараз спостерігаються у світовій практиці виробництва інструментальних матеріалів.

Література:

1. Історична спорідненість розвитку прикладних технічних наук: монографія / Е.К. Посвятенко, О.Є. Тверитникова, Н.І. Посвятенко, Т.В. Мельник. Харків: НТУ "ХПІ", 2017. 224 с.

2. Основи теорії різання матеріалів: підручник для вищ. навч. закладів / під ред. М.П. Мазура. Львів: Новий Світ-2000, 2010. 422 с.

3. Методологічні основи наукових досліджень: підручник для студентів техніч. спец. / Н.І. Посвятенко, О.Є. Тверитникова, Е.К. Посвятенко, Ю.Є. Демідова. Харків: "Факт", 2022. 320 с.

4. Посвятенко Н.І., Посвятенко Е.К. Фредерік Тейлор – інженер та теоретик автомобільного конвеєра. Вісник Національного транспортного університету. Серія: Технічні науки.: Науково-техн. зб. Київ: НТУ, 2017. Вип. 1 (37). С. 339–345.

ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМ В.М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ. У ВИТОКІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАКЛАДУ

Ругаленко С.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», e-mail: Stanislav.Ruhalenko@sgt.khpi.edu.ua

Становлення досліджень з вивчення закономірностей процесів керування і зв'язку в організованих системах в Україні прямо пов'язано із заснуванням відповідних науково-дослідних інститутів. Провідним закладом у цьому напрямку став Інститут кібернетики.

На заклад покладались завдання розвитку обчислювальної техніки і кібернетики та їх застосування в усіх галузях господарства, науки та, насамперед, оборони.

Вагомий внесок на початковому етапі становлення Інституту кібернетики внесла Катерина Логвинівна Ющенко, перша докторка фізико-математичних наук у галузі програмування. Саме оцінка її ролі у формуванні наукового напрямку Інституту є метою дослідження.

Становлення досліджень у галузі розробки програмного забезпечення в Україні розпочалося у 1948–1951 рр. в Лабораторії Інституту електротехніки АН УРСР під керівництвом академіка С.О.Лебедєва. Саме тоді була побудована Мала електронна обчислювальна машина «МЕСМ», перша в континентальній Європі ЕОМ з автоматичним виконанням програми, що зберігаються у її пам'яті.

У 1954 р. лабораторія С.О. Лебедєва була переведена з Інституту електротехніки в Інститут математики АН УРСР, де вже з 1949 р. була група математиків, які займалися числовими методами та програмуванням. На базі цієї групи та групи співробітників лабораторії під керівництвом С.О. Лебедєва у Феофанії, під Києвом, була створена «Лабораторія обчислювальної математики й обчислювальної техніки» у складі Інституту математики АН УРСР. З 1957 р. лабораторія стала Обчислювальним центром, з травня 1962 р. – Інститутом кібернетики. Директором інституту до 1982 р. був академік В.М. Глушков, ім'я якого сьогодні носить інститут.

К.Л. Ющенко почала працювати в лабораторії з 1950 р. Вона стала першою з математиків, що опанувала складання програм на «МЕСМ». В 1952 р. К.Л. Ющенко очолила лабораторію «Методів обчислень та програмування», з 1954 р. по 1957 р. була начальником відділу методів обчислень та програмування лабораторії обчислювальної техніки Інституту математики АН УРСР, з 1957 р. очолила відділ автоматизації програмування обчислювального центру при АН УРСР, а з 1962 р. – відділ теорії програмування Інституту кібернетики АН УРСР.

Лабораторія «Методів обчислень та програмування» складалась з програмістів та обчислювачів. Програмісти винаходили алгоритм

розв’язання задачі, обчислювачі на настільних електричних обчислювальних машинах фірми «Reinmetal» підраховували значення запрограмованих математичних формул. Щоб уникнути помилок, усі роботи з обчисленя завжди виконувалися паралельно двома дівчатами-обчислювальницями. Для вирішення більш складних задач з’ясувалося, наскільки важко робити це шляхом написання просто машинних програм. Так виникла проблема створення мови програмування «високого рівня».

Ідея про необхідність і можливість створення такої мови належала К.Л. Ющенко. Разом із нею працювали в цьому напрямі її науковий керівник Б.В. Гнєденко та її друг і соратник В.С. Королюк. Ця проблема теоретичного програмування була вирішена у 1955 р. зі створенням Адресної мови, яка об’єднала два принципи роботи комп'ютера – адресності та програмного керування. На виконання цієї роботи не виділялось окремого фінансування, не була це й програма наукових досліджень, усе робилось з власної ініціативи.

Адресна мова стала першою мовою програмування високого рівня у світі, прототипом інших алгоритмічних мов, що мають особливе значення в розвитку комп'ютерних технологій – Фортран (1958), Кобол (1959) і Алгол (1960). Розробка Адресної мови допомогла у вирішенні задач в галузі термоядерних процесів, водневої бомби, розрахунків траєкторій балістичних ракет та багатьох інших, які постали в той час перед країною.

Підручники з Адресної мови програмування, написані К.Л.Ющенко, видавались російською, німецькою, французькою, словацькою та угорською мовами. Пізніше, Адресна мова була реалізована на всіх вітчизняних комп'ютерах першого покоління «ДНЕПР», «КИЕВ», «УРАЛ», «МИНСК». З 1955 р. Адресну мову почали включати до планів науково-дослідних робіт Інституту математики.

У ці роки кібернетика вже була чітким науковим напрямком. Але для успішного подальшого розвитку не вистачало підготовлених кадрів. Відділ К.Л. Ющенко у складі Інституту кібернетики став першою школою програмування. Наприкінці 1960-х рр. К.Л. Ющенко почала читати лекції в Київському університеті та політехнічному інституті. Спільно з Б.В. Гнєденком та В.С. Королюком К.Л. Ющенко написала перший в СРСР підручник з програмування «Елементи програмування». Книга була видана в 1961 р., в 1964 році вийшли переклади видання в багатьох країнах Європи.

Отже, наукова діяльність К.Л. Ющенко, як начальника відділу теорії програмування, мала великий вплив на розвиток наукових досліджень в галузі теоретичного програмування Інституту кібернетики АН УРСР імені академіка В.М. Глушкова.

За високі досягнення К.Л. Ющенко нагороджена двома Державними преміями України, премією Ради Міністрів СРСР, премією ім. В.М. Глушкова, Орденом княгині Ольги.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У РОЗВИТКУ БІБЛІОТЕЧНОЇ СПРАВИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Салата Г.В.
Київський національний університет культури і мистецтв
01133, м. Київ-133,вул. Євгена Коновальця, 36

В процесі розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, оцифровування більшості літературних та документальних матеріалів, превалювання дистанційної освіти, віртуальний простір поступово опановують і online бібліотеки. Цифровізовані бібліотеки вирішують одну із глобальних проблем сучасного суспільства, що немає кордонів та меж – безперешкодне користування необхідними матеріалами людьми з інвалідністю. Разом з тим, тенденції розвитку бібліотек у цифровому середовищі невпинно змінюються, поступово опановуються і впроваджуються не характерні для бібліотечного формату методи взаємодії. Однією із ключових цілей бібліотечних новацій слід вважати безперервне та повноцінне задоволення культурних, інформаційних, освітніх потреб користувачів та підвищення рівня бібліотечно-бібліографічної діяльності. Питання цифровізації прямо та опосередковано відмічені у Стратегії розвитку бібліотечної справи на період до 2025 року «Якісні зміни бібліотек для забезпечення сталого розвитку України», зокрема в частині формування електронного бібліотечно-інформаційного простору, створення повноцінного електронного каталогу бібліотек тощо.

Характеризуючи сучасний стан бібліотечної справи в Україні, важливо зазначити, що сьогодні вона нараховує близько 37466 бібліотек різних систем і відомств та форм власності. На перший погляд, ці цифри є абсолютно задовільним, проте, якщо вдатися в історичну ретроспективу, то можна зрозуміти, що за останні десятиліття кількість публічних бібліотек скоротилася на 3829 одиниць, у сільській місцевості – на 3352.

Із усієї структури віртуального бібліотечного середовища виділяємо чотири важливі складові, а саме веб-сайт бібліотеки, каталог репрезентований у електронній формі, літературні джерела та канали для ефективності і оперативної комунікації. Додатково відмітимо, що локальні мережі університетських бібліотек надають доступ і до авторитетних й популярних реферативно-бібліографічних баз Scopus, ScienceDirect , Web of Science. В певній мірі, це забезпечує реалізацію наукової діяльності бібліотеки. Безпосередньо самі працівники установи долучаються до он-лайн конференцій, квінтесенцію отриманої інформації з якої – публікують на офіційному сайті.

Культурологічний потенціал сучасних бібліотек виходить за межі традиційного розуміння. Вони стають певним арт-простором, ореолом для

проведення сміливих експериментів у різному просторовому вимірі, але ніяк не витісняють бібліотеки в звичному їх форматі.

Такі заходи доцільно розглядати і з позиції рекламування та популяризації бібліотек. Формувати позитивне емоційне та естетичне задоволення від роботи із літературними джерелами дозволяє іміджмейкінг. Ефективна реклама в змозі підвищити попит на послуги, котрі надає конкретна бібліотека.

Створення та користування електронними бібліотеками реалізується шляхом накопичення, зберігання, обліку та структурування електронної інформації через організацію навігації у всьому інформаційному просторі, що доступний в електронній бібліотеці; забезпечення ефективного доступу до неї будь-якої кількості користувачів через телекомунікаційні мережі, а також навчання користувачів.

Відповідно, перед науковою спільнотою постає важливе питання щодо обґрунтування доцільності існування бібліотек як окремих установ у звичному режимі функціонування. На нашу думку, електронні бібліотеки в жодному разі не варто сприймати за альтернативу ні традиційним бібліотекам, ні технологіям автоматизації бібліотечних процесів. Для бібліотеки розвиток напряму електронного бібліотечного фонду означає, перш за все, сканування та формування частини своєї колекції в електронному вигляді, її організацію та за рахунок цього - обслуговування локальних та віддалених користувачів. Електронні бібліотеки покликані суттєво розширити спектр послуг, які пропонують користувачам бібліотек створити новий якісний сервіс та розробити можливість електронної доставки документів. Електронні бібліотеки, як і традиційні, можуть бути універсальними і спеціалізованими, проте, якщо у традиційній бібліотеці спеціалізація визначається лише підбором літератури, то в електронній – ще й додатковим набором програмних засобів, що дозволяють здійснювати ті чи інші маніпуляції з об'єктами зберігання.

Культурологічний потенціал сучасних бібліотек виходить за межі традиційного розуміння. Вони стають певним арт-простором, ореолом для проведення сміливих експериментів у різному просторовому вимірі, але ніяк не витісняють бібліотеки в звичному їх форматі.

Отже, можна констатувати, що бібліотеки поетапно відходять від ортодоксально-класичного формату позиціонування себе як установи, в якій зберігаються періодичні видання, література, інші інформаційні джерела. Вона стає одним із лідерів інформатизації, а ті результати, яких вдалося досягти вітчизняним та іноземним бібліотекам в останні роки дають змогу робити лише оптимістичні прогнози. Відповідно, перспективи подальших наукових пошуків вбачаємо в деталізації технологічних інновацій, які доцільно спрямувати на створення циклу наукоємних процесів опрацювання документальних масивів.

ЗАПОЧАТКУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЕКЦІЇ ЕТНОЛОГІЇ ТА КРАЄЗНАВСТВА НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ КАФЕДРИ УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ В 1920-ТІ РОКИ

Стаднік Ю.О.
аспірантка НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2,
yuliia.domna@gmail.com

Однією з важливих проблем сучасної історіографії є відновлення в історичній пам'яті імен та здобутків українських вчених 1920-тих років. Однак наукова література не повною мірою висвітлює це питання, тому поглиблення досліджень внеску істориків та етнологів цього періоду в розвиток наукових знань є актуальними. Установою, що змогла консолідувати навколо себе багато талановитих вчених стала науково-дослідна кафедра історії України (пізніше української культури) при Харківському інституті народної освіти. Кафедра була створена в жовтні 1921 року, однак, свою діяльність розпочала тільки у 1922 році й з того часу неодноразово змінювала свою назву та структуру.

У перші роки діяльності кафедри однією з ключових секцій стала літературно-етнографічна, пізніше перейменована на етнолого-краєзнавчу. Цьому сприяло пожвавлення, яке спостерігається у краєзнавстві в той час. Проте, з огляду на назву, питаннями краєзнавства робота секції не обмежувалась. Відповідно до організаційної структури кафедри на базі секції також досліджували історію української літератури та мистецтва, а також здійснювали археологічні розвідки [4, с. 62].

Співробітниками секції були видатні вчені: М. Ф. Сумцов, О. В. Вєтухов, О. С. Федоровський, П. Г. Ковалевський, С. А. Таранушенко та інші [6, с. 108]. Зокрема, на посаді очільника секції, академік М. Ф. Сумцов працював над дослідженнями походження і розвитку українського гумору, вивчав українську поезію до народних пісень [4, с. 62-63].

Праці співробітників секції публікували у «Науковому збірнику Харківської науково-дослідчої катедри історії української культури» (до 1928 р. вийшло 7 томів) [5, с. 251] та в інших фахових виданнях. Окрім індивідуальних наукових досліджень, впроваджували й колективні. Так, за повідомленням Державної планової комісії УРСР, етнографічна секція працювала над темою «Нехліборобські промисли селянської людності на Полтавщині», а також планувала розробити тему «Обслідування кустарно-ремісничої промисловості на Харківщині» [5, с. 251].

Широка тематика супроводжувалась і різноманіттям видів наукової діяльності. Зазначимо, що науково-дослідна кафедра була новою науковою установою, адже, поєднувала дослідну роботу з підготовкою наукової молоді, [1, с. 55] була відокремлена від освітнього процесу в інституті. Такий підхід пояснювався необхідністю сконцентруватися на пошуку та

перевірці нових методів у науці, а також залученням аспірантів до безпосередньої дослідницької роботи [4, с. 13].

Відповідно до вищезазначених завдань вченими секції було створено низку методичних праць. Наприклад, О. С. Федоровський склав докладну програму збирання й реєстрації археологічних знахідок [3, с. 113]. На їх основі співробітники секції виїжджали в етнографічні та археологічні експедиції. Для демонстрації етнографічних здобутків у 1928 році було організовано виставку, що відображувала культурно-побутові особливості деяких регіонів України. [3, с. 110]. Науковці секції проводили екскурсії виставкою для всіх охочих. Тож, попри відірваність від викладацької діяльності, у роботі секції все ж був присутній освітній компонент. Прикладом цього є читання лекцій для відвідувачів музею Слобідської України імені Г. С. Сковороди [3]. Не менш плідною була робота у підготовці нової генерації наукової еліти. На кафедрі працювали досвідчені вчені на чолі з академіком Д. І. Багалієм. Тому під його керівництвом у 1920-ті роки розпочалося формування наступного покоління талановитих дослідників [2, с. 282]. Аспірантами кафедри були А. П. Шамрай, К. Г. Червяк, Р. С. Данківська, Д. Ф. Соловей та інші.

Таким чином, започаткування діяльності секції етнології та краєзнавства науково-дослідної кафедри української культури мало важливе значення для становлення етнологічних та краєзнавчих досліджень у 1920-х роках. Саме тому вивчення наукових результатів учених кафедри повинно зайняти чільне місце у сучасній українській історичній науці.

Література:

1. Водотика С. Г., Савенок Л. А. Дискусійні аспекти науково-організаційної структури ВУАН 1921–1928 рр.: кафедри в структурі історичного знання. Істор. архів. Наукові студії. 2016. № 17. С. 51–57.

2. Водотика С. Формування історичних шкіл в Україні (на прикладі школи Д. І. Багалія). Проблеми історії України: факти, судження пошуки. 1998. №4. С. 279–294.

3. Кабаша О. Ю. Внесок освітян Харківщини в розвиток історичного краєзнавства в 20-х – початку 30-х років ХХ ст.: монографія. Харків: УІПА, 2010. 196 с.

4. Наука на Украине / под ред. С. Ю Семковского и др. Харьков: Типография Народного комиссариата просвещения. 1922. № 3. 291 с.

5. Наукові установи та організації УСРР / за ред. Державної планової комісії УСРР. Харків: Друга друк. ім. В. Блакитного, 1930. 404 с.

6. Наукові школи Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди: колективна монографія / за ред. І. Ф. Прокопенка (заг. ред.) та ін. Харків: ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2014. 324 с.

ПРОФЕСОР ФІЗИКИ М.І. САХАРОВ (ДО 140-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Тверитникова О.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002 Харків, Кирпичова 2; e-mail: tveekhpi@ukr.net

Харківська наукова школа в царині фізики була започаткована ще у XIX ст. Створення університету сприяло пожвавленню наукових досліджень. В університеті була створена кафедра теоретичної та дослідної фізики і фізичного кабінету, яку очолив А.І. Стойкович. На кафедрі працювали В.С. Комлишенський, В.І. Лапшин, Ю.І. Морозов. Тривалий строк (32 роки) кафедру очолював професор А.П. Шимков. Він займався науковими дослідженнями, був автором першого підручника з теоретичної фізики та підготував низку талановитих учнів. Це професора М.Д. Пильчиков, О.К. Погорелко та ін. В університеті працював засновник радіотехнічного напряму в Україні – Д.А. Рожанський.

Системні дослідження з різних напрямів фізики сприяли формуванню у Харкові наукової фізичної школи, серед представників якої безліч науковців, що отримали світове визнання. Серед них учень професора О.П. Грузинцева – талановитий вчений, завідувач кафедри фізики Харківського технологічного інституту Михайло Іванович Сахаров.

М.І. Сахаров народився 22 липня 1882 р. в селі Павловському Воронезького повіту у родині священика. У 1904 р. успішно закінчив Харківський університет та був залишений при кафедрі фізики для підготовки до професорського звання.

Протягом 12 років М.І. Сахаров був лекційним помічником у професорів Харківського університету О.П. Грузінцева та Д.А. Рожанського. У 1907 р. учений брав участь у роботі першого Менделєєвського з'їзду Санкт-Петербурзі, де виступав з доповіддю на фізичній секції. У 1908 р. він перебував у відрядженні у Мюнхенському університеті, де проходив стажування під керівництвом засновника німецької школи фізиків-експериментаторів професора Вильгельма Конрада Рентгена. Після закінчення стажування молодий вчений отримав пропозицію зайняти вакансію наукового співробітника. Однак, у зв'язку з тяжкою хворобою матері М.І. Сахаров змушений був відмовитися від наукової кар'єри за кордоном і продовжив науково-педагогічну діяльність спочатку у Харківському університеті, далі викладачем фізики. Накопичений під час стажування досвід з організації фізичної освіти, лабораторної бази був застосований ученим у подальшій діяльності.

З 1917 р. М.І. Сахаров викладав курс фізики на першому робітфаку, що був створений у складі Харківського технологічного інституту. Крім того займав посаду завідувача фізичного кабінету. Ця лабораторія після

подій першої світової війни мала жахливий стан, практично повністю зруйнована.

З огляду на практично повну відсутність навчальних посібників та підручників з фізики, він провів кропітку роботу з підготовки навчальних матеріалів. Вже у 1920–1921 рр. М.І. Сахаровим підготовлено до друку підручник «Молекулярна фізика. Електрика та магнетизм. Оптика», який став базовим при вивченні фізичних дисциплін для всіх технічних закладів вищої освіти країни. Цей підручник було перевидано ще два рази.

У червні 1928 р. Харківський технологічний інститут відвідав видатний французький фізик Поль Ланжевен. Він у межах проєкту налагодження наукових зв'язків між Францією та СРСР, відвідав фізичну лабораторію інституту і надав високу оцінку її організації та стану.

У 1930 р. унаслідок реорганізації Харківського політехнічного інституту було створено дві нові кафедри фізики. М.І. Сахаров обіймав посаду завідувача кафедри фізики Харківського електротехнічного інституту (ХЕТІ) і багато зробив для створення, обладнання фізичної лабораторії і підготовки фізичного практикуму, підготовки навчально-методичних матеріалів. Викладання фізики було насичене лекційними демонстраціями, найчастіше оригінальними. Професором М.І. Сахаровим було організовано спеціальний семінар для аспірантів та асистентів кафедри, де розглядалися методики викладання окремих розділів фізики, проведення експериментів.

У травні 1934 р. кафедру фізики ХЕТІ відвідав французький фізик, академік (пізніше президент французької Академії наук) Жан Перрен зі своїм сином професором Френсісом Перреном, у майбутньому відомим фізиком-ядерником. Вони докладно оглянули лабораторію і особливо були зацікавлені в тому, що вона обладнана без іноземних капіталовкладень, довго й уважно оглядали деякі прилади.

З травня 1934 р. виконував обов'язки завідувача кафедри фізики Харківського хіміко-технологічного інституту.

Під час Другої світової війни професор М.І. Сахаров залишився у Харкові і потрапив до окупації. Він продовжував відвідувати ХЕТІ і разом із професором С.В. Борисоглебским та бібліотекарем В.Г. Депарма вкрив у підвалах фізичного корпусу безліч фізичного устаткування, у тому числі унікальні прилади створені М.Д. Пильчиковим. А вже у 1943 р., після визволення Харкова, в ХЕТІ розпочався навчальний процес, запрацювали приймальні комісії з нового набору. Велика заслуга у відновленні навчання в ХЕТІ належить професору М.І. Сахарову.

Роки окупації підірвали здоров'я М.І. Сахарова. Помер він 8 вересня 1946 р. Незадовго до цього він виступив по радіо з темою, яка була і залишилася головною в житті професора М.І. Сахарова – «Про роль фізики в житті людини».

ВИТОКИ ЗАРОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНИ (ДРУГА ПОЛОВИНА XIX СТ. – ПОЧАТОК XX СТ.)

Хіхло В. Ю.
НТУ «ХПІ», Vadym.Khikhlo@sgt.khpi.edu.ua

Електровимірювальна техніка виступає найважливішим чинником науково-технічного прогресу. Тобто розвиток електровимірювальної техніки визначає рівень розвитку промислового комплексу. Виключно важливе значення електровимірювальна техніка має при контролі виробничих процесів у різних галузях промисловості, розробленні нового устаткування, підвищення якості продукції та ефективності виробництва, у будівництві та геологорозвідувальних роботах, проведенні наукових дослідженнях тощо. Електровимірювальна техніка та електричні вимірювання зачіпають всі галузі людської діяльності.

У зв'язку з цим важливе значення набувають дослідження процесів започаткування, становлення і розвитку електровимірювальної техніки в Україні та визначення конкретного внеску вітчизняних учених та наукових і освітніх закладів в цей процес. В Україні науковий напрям електровимірювальної техніки сформувався у другій половині XX ст. Між тим цьму передував тривалий етап винахідництва та накопичення знань.

Зародженням електровимірювальної техніки можна віднести у 40-і рр. XVIII ст. Саме тоді М.В. Ломоносов спільно з Г.В. Ріхманом дійшли необхідності кількісної оцінки «електричної сили», якої на той час характеризували електричні явища. У 1754 р. Г.В. Ріхман представив загальним зборам Петербурзької Академії наук сконструйований ним перший у світі електровимірювальний прилад — «покажчик електричної сили». Пізніше М.В. Ломоносов запропонував прилад визначення «максимальної електричної сили», який містив пружину до створення протидіючої сили.

Подальший розвиток електровимірювальної техніки пов'язано з діяльністю Е.Х. Ленца та Б.С. Якобі, які на початку XIX ст. розвинули вчення про електромагнітну індукцію. Низку електровимірювальних приладів для постійного та змінного струму було створено електротехніком М.О. Доливо-Добровольським на початку 90-х рр. XIX ст. Ним запропоновано конструкцію першого фазометру, електромагнітні амперметри і вольтметри з сердечником, що втягується в котушку, а також ферродинамічні прилади.

Визначну роль у розвитку техніки належить фізику П.Н. Лебедєву, який вперше виміряв світловий тиск, а розроблений ним вакуумний термоелемент знайшов широке застосування у вимірювальній техніці.

У 1885 року фізик А.Р. Коллі створив осцилометр – прототип шлейфових осцилографів. У 1897 р. вчений-електротехнік М.А. Шателен розробив конструкцію приладу для демонстрації кривих змінного струму, який теж був своєрідним осцилографом.

Розвиток досліджень у галузі електричних явищ та розширення їх практичного застосування викликали необхідність розробки методів вимірювань основних електричних величин та створення електровимірювальних приладів.

На початку XX ст. в Україні не було заводів по виробництву електровимірювальних приладів, В той час головні позиції в електропромисловості України були зайняті іноземними корпораціями, попит на електровироби задовольнявся за рахунок імпорту. Понад 60% електричних виробів ввозилося з-за кордону. В окремих галузях електропромисловості питома вага імпорту сягала близько 100%. Це торкалося й електровимірювальних приладів, імпорт яких становив 93%. У невеликих кількостях засоби вимірювань виготовлялися у майстернях деяких університетів та наукових установ з імпортних деталей.

На підтвердження цього, можна навести той факт, що навіть, при створенні у 1910 р. першого вимірювального кабінету електротехнічної лабораторії в Харківському технологічному інституті професором П.П. Копняєвим, обладнання кабінету було зроблено новітніми для того часу вимірювальними приладами: амперметрами, вольтметрами, ватметрами, тощо, що були отримані П.П. Копняєвим як подарунок від товариств «Сименс і Гальске», «Вестінгауз», Загальної електричної компанії. П.П. Копняєву належить вагомий внесок у зародження електро-вимірювальної техніки в Україні. Він плідно займався дослідженням у галузі електричних вимірювань і метрології. Науковий доробок вченого – це практично перші в Україні праці з теоретичних та практичних питань електричних вимірювань.

У 1892 р. у Львівській політехнічній школі створена електротехнічна лабораторія. де проводилися наукові дослідження в галузі електричних вимірювань. Була надрукова праця К. Олеарського. У 1919 р. на базі кафедри «Електричні машини» створена нова спеціалізована кафедра електричних вимірювань, яку очолив професор К. Ідашевський.

В той час основні напрями наукової діяльності кафедри були пов’язані з перевіркою лічильників електричної енергії, компенсаторами змінного струму, вимірюванням ізоляції, вимірюванням високих напруг, вдосконаленням лічильників електричної енергії, точними вимірюваннями.

Отже, світовий досвід початкового етапу винахідницької діяльності мав важливе значення для формування наукових досліджень в галузі електровимірювальної техніки в Україні на початку XX ст. Діяльність вчених закладів вищої освіти сприяла розвитку теоретичної бази для зародження та розвитку електроприладобудування.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

1. *Аврунін О.Г., Носова Я.В., Селіванова К.Г., Грохова Г.П., Прісич О.Ю.*
Особливості формування навчального 3d-контенту..... 3
2. *Ліхолєтов Я. В.*
Наукове підґрунтя державного обліку нерухомих пам'яток культурної спадщини (на прикладі Харківської області) 5
3. *Неєжмаков П.І., Павленко Ю.Ф., Васильєва О.М., Дроздова Т.В.*
Квантова метрологія як дзеркало майбутньої електроніки..... 7

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

1. *Krylova V.A., Zuev A.A, Miroshnik A.M., Kotko R.O.*
Signal-code constructions for adaptive coding methods 9
2. *Onufriienko D. M.*
Radial video game menu..... 11
3. *Vasylchenkov O. G., Salnikov D. V., Karaman D. G.*
Hardware computational infrastructure for boolean network attractors search..... 13
4. *Бекіров А.Е., Кобенко Д.С.*
Формування оглядового навігаційного поля для завдань міжлітакової навігації 15
5. *Івашко А.В., Лунін Д.О., Тарасенко М.В.*
Алгоритм мінімізації апаратної складності цифрових фільтрів 17
6. *Кучук Г.А., Матвєєв М.І.*
Розробка двомірного ігрового застосунку..... 19
7. *Федоренко М.О., Дудник О.В.*
Використання рекурентної нейронної мережі для ідентифікації параметрів об'єкту 2-го та 3-го порядку..... 21
8. *Шамардіна В.М., Земцова К.О.*
Перетворювачі фазних напруг в пакеті Simulink Matlab 23
9. *Шамардіна В.М., Цвятко С.О.*
Моделювання руху механізму пересування мостового крану 25

СЕКЦІЯ 2. МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

1. *Jamal Wassim, Kostiantyn Kolisnyk*
Remote monitoring of cardoivascular diseases: development strategy 27
2. *Баталія Б.О., М.Ф. Терещенко*
Автоматизований комплекс лазерної хірургії 30
3. *Бондарев В.Р., Іванько К.О.*
Ідентифікація особи за зображенням обличчя на основі оцінки складності алгоритмів машинного навчання та обробки зображень .. 32
4. *Вознюк Т.Р., Іванько К.О.*
Методи штучного інтелекту для аналізу патогістологічних зображень для визначення раку молочної залози 34
5. *Ісаєва О. А., Аврунін О. Г.*
Система аналізу зображень ультрафіолетової дерматоскопії у ветеринарії 36
6. *Кіпенський А.В., Куліченко В.В.*
Регулювання інтенсивності електромагнітного випромінювання опромінюючих систем світлодіодної терапевтичної апаратури 38
7. *Любивая О.А.*
Порівняльний аналіз методів діагностування хвороби крона (METRIC) 42
8. *Мневець А.В., Іванушкіна Н.Г.*
Виявлення ознак тахіаритмій шляхом вейвлет аналізу електрокардіосигналів 44
9. *Морус О.О.*
Огляд методів дослідження у стоматології для візуалізації патологій зубощелепної системи 46
10. *Мушта С.А., Іванушкіна Н.Г., Іванько К.О.*
Аналіз біомедичних сигналів методами машинного навчання для виявлення хвороби Паркінсона 48
11. *Пащенко Г.А., Терещенко М.Ф.*
Лазеротерапевтична автоматизована система 50
12. *Подсєвак Д.К., Терещенко М.Ф.*
Ультразвуковий автоматизований біомедичний комплекс 52
13. *Рогожніков Р. А., Терещенко М. Ф.*
Система автоматизованого керування магнітотерапевтичним комплексом 54
14. *Семенко Б.В., Порєва Г.С., Семенко Д.В.*
Електронні сенсори в біомедицині. Сенсор діалізного аналізу 56
15. *Семенов О.О., Хандола Ю.М., Лисиченко М.Л.*
Інтелектуальна установка для ультрафіолетового опромінювання свиней 58
16. *Столяров О.В., Лисиченко М.Л.*

Удосконалення установки для лазерної обробки спермодози при штучному осіменінні свиноматок 60
17. *Цибух А.В., Помітун І.А., Лисиченко М.Л.*
Аналіз джерел похибок при фотометричному визначенні кольору шерсті овець 62
18. *Шпотак М. О., Іванушкіна Н. Г., Прокопенко Ю. В.*
Реконструкція потенціалів дії серцевих клітин з позаклітинних потенціалів у системах з мікроелектродними решітками 64
19. *Шушляпіна Н.О., Аврунін О.О., Носова Я.В.*
Методика тестування назальних розширювачів 66
20. *Щапов П.Ф., Бернадська Т.В., Манжелєй О.В.*
Побудова тривимірного зображення еритроцитів з використанням інтерференційного мікроскопа 68

СЕКЦІЯ 3. ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

1. *Григоренко С. М., Григоренко І. В., Жук О. В.*
Побудова моделі факторного впливу на результат теплового контролю методом дисперсійного аналізу 70
2. *Плєснецов С.Ю., Задорожна А.О.*
Симуляція процесу ультразвукового контролю на основі системи часток 72
3. *Плєснецов Ю.О., Горбатенков О.С.*
Методи деформаційного зміцнення металовиробів: огляд 74
4. *Плєснецов Ю.О., Чекін Д.О.*
Методи дослідження надійності обладнання та програмного забезпечення 76
5. *Познякова М.Є., Курасов С.В.*
Сучасні задачі контролю деталей двигунів авіаційної техніки 78
6. *Сіренко М.М.*
Автоматизація магнітного контролю шихтованих магнітопроводів 80
7. *Смолін Ю.О., Кагітін Ю.М., Сілін Д.М*
До сприйняття контрольованих параметрів 82
8. *Сучков Г.М., Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю.*
Збудження та прийом ультразвукових імпульсів ЕМА способом з використанням імпульсного джерела магнітного поля 84

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

1. *Zaitseva L.V., Kuzyakin O.O., Kirichenko M.V., Zaitsev R.V.*
Development of electronic load for solar cell testing based on field-effect transistor **86**
2. *Zakharov Igor, Chunikhina Tetiana*
Measurement uncertainty evaluation at the clinical laboratory testings **88**
3. *Балєв В.М.*
Інформаційно–вимірювальна система моніторингу стану складських, офісних приміщень та житла **90**
4. *Бичков А.В., Кошовий М.Д.*
Застосування зозулиного алгоритму для оптимізації планів двофакторних експериментів **92**
5. *Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А.*
Оптимізація робочої частоти електромагнітного датчика паливоподачі дизеля **95**
6. *Герасимов С.В., Сорока В.В.*
Автоматизована система контролю та діагностування технічного стану радіотехнічних засобів **97**
7. *Горкунов Б.М., Львов С.Г., Борисенко Є.А., Саліба Абдель Нур*
Розширення функціональних можливостей електромагнітних методів і пристроїв контролю механічних напруг у металевих виробах **99**
8. *Григоренко І. В., Андрєєв Д. А.*
Вдосконалення системи контролю виробництва господарського мила **101**
9. *Григоренко І. В., Ольховіков Д. С.*
Удосконалення методів і засобів контролю технічного стану зразків озброєння **103**
10. *Григоренко І. В., Савицький О. Ю.*
Побудова евристичного аналізатора для інформаційно-вимірювальної системи по контролю за переробкою питного молока **105**
11. *Дроздова Т.В., Олійник М.М.*
Особливості екологічних вимірювань в умовах військових дій **107**
12. *Клімушин П.С., Колісник Т.П., Рог В.Є.*
Асиметрична криптографія: апаратна підтримка кодування асиметричної автентифікації вузлів інтернет речей **109**
13. *Ковальов В.М., Ковальова Ю. В.*
Вимірювач реактивної потужності асинхронного двигуна з тиристорним керуванням **113**
14. *Кондрашов С.І., Григоренко І.В., Опришкін О.С.*
Застосування тестових методів контролю для підвищення ефективності систем помелу зерна кави **115**

15. *Лисенко В.В., Фесюков О.В.*
Експериментальна інформаційно-вимірювальна система для температурних досліджень 117
16. *Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю., Шустік Л.С., Баранюк Т.О.*
Дослідження математичної моделі теплового об'єкту в лабораторних умовах 119
17. *Ольховіков С. В., Швидков С. М.*
Пропозиції щодо створення радіотехнічних систем для блокування засобів радіозв'язку 121
18. *Онуфрієнко Д. М.*
Генерація модельних функцій вимірювальних сигналів з додавання шуму 123
19**.** *Тверитникова О.Є.*
Нормативно-правове регулювання медичних виробів In Vitro в умовах військових дій 125
20. *Тополов І. І., Борисенко Є. А., Порхало О.О.*
Використання модулів та платформи Arduino для реалізації проекту автоматичного генератора водневої води (АГВВ) 127

СЕКЦІЯ 5. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЧНИХ, ХАРЧОВИХ, ВИДОБУВНИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

1. *Abdulhadi Saif Ali, A.G. Tulska*
Technology of controlled oxidation of dimethyl sulfoxide 129
2. *Avina S., Vetsner Yu., Kazakov V., Avina V.*
Study of phosphorus-containing raw materials of the kharkiv region 131
3. Matvieiev M., Papchenko V., Matveeva T., Yevtushenko S.
Determination of oleic acid of sunflower oil of high oleic type sunflower seeds 133
4. *Ponomarenko H., Ved V., Gorbunov K.*
Creating strategy of new catalytic converters for process of gas emissions cleaning 135
5. *Cherkashina G.M., Lebedev V.V., Klimchuk S.O., Derius D.V.*
Study of polymer composite materials properties under the influence of thermo-oxidative destruction 137
6. *Бабіченко А.К., Краснікова А.І.*
Розробка підсистеми прийняття рішень щодо підвищення ефективності роботи абсорбційної холодильної установки виробництв аміаку 139
7. *Банніков А.Л., Карножицький П.В.*

Змішування різнорідних кам'яновугільних поглиначів бензолових вуглеводнів 141
8. *Білецький Е.В., Петренко О.В.*
Деякі аспекти моделювання течії неньютонівських матеріалів в каналах хіміко- технологічного обладнання 143
9. *Биканов С.М., Бабак Т.Г., Горбунов К.О.*
Теплова інтеграція випарної установки випарювання хлориду кальцію 145
10. *Владимиренко В.В.*
Дослідження питомого електричного опору експериментального високореакційноздатного коксу 147
11. *Гапонова О.О., Литвиненко Є.І., Соловей Л.В.*
Технологічна схема отримання цукрового сиропу гарячим способом 149
12. *Дідух Д., Хоменко О., Борисенко В., Бухкало С.*
Вивчення складових бази даних Microsoft Access 151
13. *Кураксін Д.В., Кошовий М.Д*
Застосування мурашиного алгоритму для оптимізації планів двофакторних експериментів 153
14. Лаврова І.О., Копилов С.О.
Порівняльний аналіз найбільш поширених сучасних присадок для бензинів 156
15. *Мардупенко О.О., Сінкевич І.В.*
Технологія одержання модифікуючих зв'язуючих для дорожнього будівництва 158
16. *Миронов А.М., Ільченко М.В.*
Імітаційне моделювання хімічних виробництв у ПЗ UniSim Design як засіб уточнення даних 160
17. *Петік І. П., Лазоренко В. В., Гербич К. С., Манжелій А. В.*
Моделювання складу спеціальних продуктів на основі насіння олійних культур 162
18. *Перевертайленко О.Ю., Товажнянський Л.Л., Капустенко П.О., Миронов А.М., Клочок Є.А., Єрмолаєва І.Б.*
Підвищення економічної ефективності блоку абсорбції у процесі уловлювання діоксиду вуглецю після спалювання вугілля 164
19. *Снурніков Д.В., Красніков І.Л.*
Розробка комп'ютерної технології системи централізованого теплопостачання 166
20. *Фандеєва А.А., Авіна С.І.*
Методи контролю та аналізу речовин на хімічних підприємствах 168
21. *Чернявський А.В., Григоров А.Б.*
Отримання морських палив каталітичним піролізом вторинної полімерної сировини 170

СЕКЦІЯ 6. ІСТОРИЧНІ ТА ОСВІТНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ НАУКИ І ТЕХНІКИ

1. *Gutnyk M.V.*
Materials and checking their properties 172
2. *Pindus N. M., Dzividzinska I. S.*
Implementation of the moodle educational platform in the educational process of the Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas 174
3. Voitiuk O.S.
Contribution of scientists of Pivdenne SDO to the establishment of the professional education system in the rocket and space industry of Ukraine 176
4. *Балишев М. А.*
Інституціоналізація астрономічних досліджень в Харкові наприкінці XIX ст. – першій половині XX ст. 178
5. *Геза А.В.*
Кібернетика як важлива складова системи захисту України 180
6. *Гріффен Л.О.*
До питання про функціональну структуру техніки 182
7. *Заверющенко М. П.*
Організаційна діяльність професора П. М. Мухачова (1861–1935 рр.) 184
8. *Іванов В.М.*
З історії лютеранства в Харкові в XIX ст. 186
9. *Клименко М.Б.*
Професор Томаш Рильський – основоположник механіки сільськогосподарських робіт у Вищій рільничій школі Дублян 188
10. *Коваль Ю. Ю.*
Огляд фонду академіка М.П. Барабашова в Національній бібліотеці України ім. В. І. Вернадського 190
11. *Коцур Н.І.*
Товариства в розвиток гігієни, епідеміології та бактеріології в Україні (кінець XIX – друга пол. XX ст.) 192
12. *Кравченко Д.Д.*
Науково-педагогічна діяльність Ф.А. Ступеля 194
13. *Красиков М.М.*
До біографії художника та педагога ХТІ М.М. Уварова 196
14. Кушлакова Н. М.
Механічне нівелювання: до історії створення нівелір-автомату 198
15. *Лавріненко О.В.*
Кафедра теоретичних основ електротехніки – 90 років у ХПІ 200
16. *Литвинко А.С. , Виврот Т.М.*
Науково-організаційна діяльність академіка АН УРСР Й.З. Штокала

в галузі розбудови досліджень з історії природознавства і техніки в Україні (до 125-річчя від дня народження)..... 202
17. *Ляшуга І.Ю.*
Історичні передумови розвитку фізичного виховання в Україні 204
18. *Новгородов Д.В.*
Архітектурна спадщина конструктивізму: науково-технічні будівлі Харкова 20-30-х років XX ст. 206
19. *Павленко Ю.Ф., Дроздова Т.В.*
До історії замикання «трикутника квантової метрології» 208
20. *Посвятенко Н.І., Посвятенко Е.К.*
Еволюція інструментальних матеріалів..... 210
21. *Ругаленко С.І.*
Інститут кібернетики ім В.М. Глушкова НАН України. У витоків організації закладу 214
22. *Салата Г.В.*
Інформаційні технології у розвитку бібліотечної справи закладів вищої освіти..... 216
23. *Стаднік Ю.О.*
Започаткування діяльності секції етнології та краєзнавства науково-дослідної кафедри української культури в 1920-ті роки..... 218
24. *Тверитникова О.Є.*
Професор фізики М.І. Сахаров (до 140-річчя з дня народження) 220
25. *Хіхло В. Ю.*
Витоки зародження електровимірювальної техніки в України (друга половина XIX ст. – початок XX ст.)..... 222

Наукове видання

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА, ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ПРАКТИКА

Матеріали
IV Міжнародної науково-технічної конференції

01-02 грудня 2022

Українською та англійською мовами

Відповідальний за випуск Т.В. *Дроздова*
Художник І.І. *Тополов*

На обкладинці:
Електротехнічний корпус НТУ «ХПІ»

В авторській редакції

232