МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»



МАТЕРІАЛИ
V Міжнародної науково-технічної конференції

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

28-29 листопада 2024 р.

м. Харків, 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Технічний університет-Софія
Магдебурзький університет ім. Отто фон Геріке
Таллінський технологічний університет

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

Матеріали V Міжнародної
науково-технічної конференції

28-29 листопада 2024 р.

м. Харків
2024

Голова - д.т.н., проф. Сокол Євген Іванович, НТУ «ХПІ»
Співголови – д.т.н., проф. Марченко Андрій Петрович, НТУ «ХПІ»
д.т.н., проф. Мигущенко Руслан Павлович, НТУ «ХПІ»

Організаційний комітет:
Голова – к.т.н., с.н.с., доц. Кривобок Руслан Вікторович, НТУ «ХПІ»

Редакційна колегія
члени редколегії:
А.О. Зуєв, 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»
Б.М. Горкунов, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»

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

Видається за рішенням Вченої ради НТУ «ХПІ»
(протокол № 9 від 28 листопада 2024 р.)

А 43 Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика :матеріали V Міжнарод. наук.-техн. конфер., 28-29 листопада 2024 р. / Р.В. Кривобок (голова оргком.) Х. 2024. 305 с.

ISBN 978-617-05-0519-4

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 978-617-05-0519-4

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

АДАПТАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ВІЙНИ: РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ ІНІЦІАТИВ

Соколов А.А., Боєчко-Немовча А.О., Селіванова К.Г., Носова Я.В., Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, 61116, м. Харків, пр. Науки, 14, e-mail: karina.selivanova@nure.ua

Повномасштабне вторгнення має значний вплив на реорганізацію системи вищої освіти України, спричиняючи появу численної групи вимушених переселенців, до якої входять і представники академічної спільноти. Це призвело до серйозних змін в освітньому процесі для викладачів та здобувачів, зокрема через втрату доступу до навчальних ресурсів, неможливість бути фізично присутніми в університетах та необхідність швидко адаптуватися до дистанційного навчання [1].

Для багатьох здобувачів і викладачів перехід на дистанційне навчання виявився складним через низку проблем, таких як: нестабільний доступ до інтернету, відсутність необхідної техніки, а також нові вимоги до організації освітнього процесу. Психологічний тиск, пов’язаний із вимушеним переселенням, невизначеністю та стресом, також значно ускладнює адаптацію до нових умов навчання. Виникла потреба у психологічній підтримці, що сприяє емоційній стійкості учасників освітнього процесу в умовах кризи [2].

На тлі цих викликів особливого значення набуває участь українських викладачів і здобувачів у міжнародних освітніх проєктах. Такі проєкти є важливими не лише для підтримки професійного розвитку, але й для зміцнення зв’язків з міжнародною академічною спільнотою. Вони сприяють інтеграції української освіти у світовий освітній простір, що, у свою чергу, відкриває нові можливості для обміну досвідом, підвищення кваліфікації та працевлаштування на міжнародному ринку праці [3-4].

Крім того, міжнародні освітні ініціативи забезпечують українським студентам і викладачам доступ до сучасних навчальних технологій, нових освітніх матеріалів та ресурсів. Це дозволяє їм не лише зберегти рівень якості освіти, а й удосконалити цифрові навички, які стають дедалі важливішими у глобальному контексті. Завдяки таким проєктам українські освітяни можуть брати участь у програмах обміну, ґрантах та спільних дослідженнях, що розширює можливості для академічного та професійного розвитку, а також підтримує зв’язок із зарубіжними партнерами та колегами. Таким чином, міжнародна співпраця в освітній сфері є важливим інструментом для подолання викликів, з якими стикається українська освіта під час війни. Вона не лише зберігає доступність освіти для широкого кола студентів, включно з переселенцями та особами з особливими потребами, а й сприяє розвитку української академічної спільноти, зміцнюючи її позиції на міжнародному рівні та відкриваючи нові перспективи для відновлення і зростання у післявоєнний період. Міжнародна співпраця допомагає українським викладачам і науковцям підтримувати професійні контакти. Це може відкрити додаткові можливості для участі у грантових програмах, стажуваннях та спільних дослідженнях [5-6].

Метою досліджень є створення віртуальних курсів для українських студентів та залучення українських викладачів, включно з переселенцями, до розробки контенту. Проєкт виконується спільно з німецькими партнерами, зокрема, кафедрою біомедичної

інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, який уже кілька років створює відеолекції для студентів. Ці матеріали містять субтитри українською та англійською мовами, і команда працює над створенням унікального відеоконтенту, заснованого на власних дослідженнях.

Фінансується проєкт Міністерством науки та культури Нижньої Саксонії (Німеччина), а його адміністрування здійснюється TIB - центральною бібліотекою техніки та природничих наук. Висновок статті підкреслює важливість міжнародних проєктів для підтримки української освіти, оскільки вони забезпечують доступ до ресурсів і нових знань, допомагають долати труднощі війни і відкривають перспективи для подальшого розвитку української академічної спільноти. Участь у подібних проєктах сприяє збереженню доступності освіти для всіх соціальних груп, включно дітей з особливими потребами, переселенців та студентів з тимчасово окупованих територій [7-8].

Список літератури:

1. Ісаєва О. А., Аврунін О. Г. Практика у проєкті DAAD Ukraine digital: OER with Ukraine // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17-20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків, 2023. С. 1116.

2. Ісаєва О. А. Досвід участі у проєкті DAAD Ukraine digital: OER resources for Ukraine // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. Харків, 2023. Т. 1. С. 70-71.

3. Ісаєва О. А., Аврунін О. Г. Створення відкритих освітніх ресурсів з біомедичної інженерії за проєктом DAAD Ukraine digital: OER4UKRAINE // Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Міжнар. наук.-прак. конф., присвяченої 125-річному ювілею Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 13-14 грудня 2023 р. Київ, 2023. С. 89-91.

4. Аврунін О.Г. Стереовізуальний відеоконтент. Частина 1. 10.5446/63535 (DOI) , 2023. – Режим доступу: https://av.tib.eu/media/63535 .

5. Аврунін О.Г. Методи та засоби функціональної діагностики порушень носового дихання. Частина 1. 10.5446/63538 (DOI) , 2023. – Режим доступу: https://av.tib.eu/media/63538.

6. 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.

7. Аврунін О.Г., Носова Я.В., Селіванова К.Г., Грохова Г.П., Прісич О.Ю. Особливості формування навчального 3d-контенту // Автоматизація, електроніка, інформаційновимірювальні технології: освіта, наука, практика : матеріали IV Міжнарод. наук.- техн. конфер., 01-02 грудня 2022 р. Г.В. Лісачук (голова оргком.) Х., 2022. С. 3-4.

8. Аврунін О. Г., Носова Я. В., Селіванова К. Г., Грохова Г. П., Прісич О. Ю. Створення сучасного відеоконтенту для дистанційного навчання та фізичної реабілітації // Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК : [Електронний ресурс] : Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22 грудня 2022 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. Х., 2022. С. 82-83.

.

ОБРАЗ РОСІЇ В УКРАЇНСЬКОМУ ЗАКОНОДАВСТВІ В ПЕРІОД РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Дворкін І. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: igor.dvorkin@khpi.edu.ua

Сприйняття історичної спадщини Російської імперії та Радянського Союзу, а також російсько-українських відносин істотно змінюється під впливом російської гібридної (з 2014 року) та повномасштабної (з 2022 року) агресії. Після здобуття Україною незалежності у 1991 році пострадянська та національна візії української історії співіснували. Події Євромайдану та початок російсько-української війни у 2014 році вплинули на консолідацію української влади та більшості громадськості та науковців на українській національній версії історії та пам'яті. Початок повномасштабної війни у 2022 році спричинив ще глибше переосмислення багатьох аспектів історії України, включно з російсько-українськими відносинами протягом століть. Метою даної роботи є аналіз образу Росії в сучасному українському законодавстві.

Зміни у ставленні до Росії та визначення її ролі в історії України можна прослідкувати на найвищому, державному законодавчому рівні, через аналіз законів та постанов. Відповідно до законів, можна прослідкувати певну еволюцію поглядів Української держави на Росію. Відбувається також переосмислення ролі Росії в історичній ретроспективі.

З початком російської агресії у 2014 році відбувається засудження на державному рівні комуністичної ідеології. Так, у 2015 році були прийняті закони про декомунізацію. Ключовим з них став Закону України «Про засудження комуністичного та націонал-соціалістичного (нацистського) тоталітарного режимів та заборону пропаганди їхньої символіки» [1]. Будь-яка пропаганда комуністичного режиму, а саме зображення, пам'ятники, пам'ятні знаки, написи, присвячені особам, які займали керівні посади в комуністичній партії, пов'язані з діяльністю комуністичної партії, встановленням радянської влади, об'єкти топоніміки тощо була заборонена. Імплементація закону призвела до значної кількості перейменувань топонімів, демонтажу пам'ятників радянської доби. Закон не розповсюджувався на «місця пам'яті», пов'язані із вигнанням нацистських окупантів з України або з розвитком української науки та культури.

Повномасштабне російське вторгнення у 2022 р. сприяло переосмисленню на державному рівні ролі Росії в українській історії. Якщо після 2014 р. відбувався процес декомунізації, то 2022 р. дав поштовх більш глибокому процесу – деколонізації.

Заява Верховної Ради України «Про вчинення Російською Федерацією геноциду в Україні», прийнята у квітні 2022 р. зокрема констатувала «багатовікову політику Росії, спрямовану на "деукраїнізацію", поглинання Української нації шляхом перекручування та привласнення її історії, здобутків у сферах науки, культури й мистецтва» [2].

У травні 2022 р. було прийнято Закон України «Про заборону пропаганди російського нацистського тоталітарного режиму, збройної агресії Російської Федерації як держави-терориста проти України, символіки воєнного вторгнення російського нацистського тоталітарного режиму в Україну». Закон містить визначення «русского міра» як російської неоколоніальної доктрини, констатує, що Російська Федерація є державою-терористом, а її політичний режим «є нацистським за своєю суттю і практикою та ідеологічно наслідує націонал-соціалістичний (нацистський) тоталітарний режим» [3].

Протягом року відбулося ще глибше, концептуальне переосмислення ролі Росії в українській історії, яке знайшло відображення у широко відомому Законі «Про засудження та заборону пропаганди російської імперської політики в Україні і деколонізацію топонімії», ухваленому в березні 2023 року. Закон містить визначення таких термінів як російська імперська політика (російська колоніальна політика), русифікація, українофобія тощо [4]. Він є певним підсумком рефлексій та переосмислення російсько-українських відносин, що були спричинені повномасштабним російським вторгненням.

Отже, якщо після початку війни в 2014 році період Радянського Союзу був реінтерпретований на законодавчому рівні (відбулася декомунізація), то в 2022 році починається переосмислення колоніального минулого, пов'язаного з Російською імперією/СРСР/Російською Федерацією. Дане законодавство спричинило зміни у публічному просторі (перейменування топонімів, демонтаж пам'ятників).

Список літератури:

1. Закон України «Про засудження комуністичного та націонал-соціалістичного (нацистського) тоталітарних режимів в Україні та заборону пропаганди їхньої символіки». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/317-19#Text

2. Заява Верховної Ради України «Про вчинення Російською Федерацією геноциду в Україні». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2188-20#Text

3. Закон України «Про заборону пропаганди російського нацистського тоталітарного режиму, збройної агресії Російської Федерації як держави-терориста проти України, символіки воєнного вторгнення російського нацистського тоталітарного режиму в Україну». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2265-20#Text

4. Закон України «Про засудження та заборону пропаганди російської імперської політики в Україні і деколонізацію топонімії». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3005-IX#Text

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ ДАТЧИКІВ ВІДСТАНІ В ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Бреславський Д.В.[1)], Лисенко В.В.[2)], Фесюков О.В. [3)]
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002,
[1)] кафедра КМПС, Dmytro.Breslavsky@khpi.edu.ua
[2)] кафедра ІВТС, Volodymyr.Lysenko@khpi.edu.ua
[3)] кафедра КМПС, Oleksii.Fesiukov@khpi.edu.ua

Дослідження механічної поведінки різноманітних матеріалів і конструкцій з них потрібує наявності стендів для проведення експериментів при статичному й динамічному навантаженні [1]. Найбільш поширеними є стенди з вимірюванням деформацій на базі тензорезисторів. Побудова тензометричної вимірювальної системи ґрунтується на вимогах забезпечення точного і одночасного вимірювання ряду параметрів, пов'язаних з деформацією зовнішнього шару дослідного зразка у місцях розташування тензорезисторів, автоматичного управління процесом вимірювання, реєстрації і відображення вимірюваних даних [2]. Але наряду з цім тензометричні системи мають ряд недоліків: до яких, по перше, треба віднести складність наклеювання тензорезисторів і відсутності можливості їхнього повторного використання, наявність температурної залежності опору тензорезисторів, потреба в організації мостових схем включення, складності при проведенні вимірювань в умовах високошвидкісного динамічного навантаження, необхідність проведення градуювання вимірювальних каналів тощо.

В доповіді описується хід створення стенда для вимірювань деформації з застосуванням оптичних сенсорів. Використання сучасних високоточних лазерних сенсорів відстані дає можливість безконтактного вимірювання деформації у довільних точках на зразку безконтактним способом.

При проведені експериментальних досліджень використовувались лазерні датчики відстані optoNCDT LD1605-2 виробництва компанії «Micro-Epsilon» ФРН [3]. Функціональна схема системи вимірювань показана на Рис. 1.

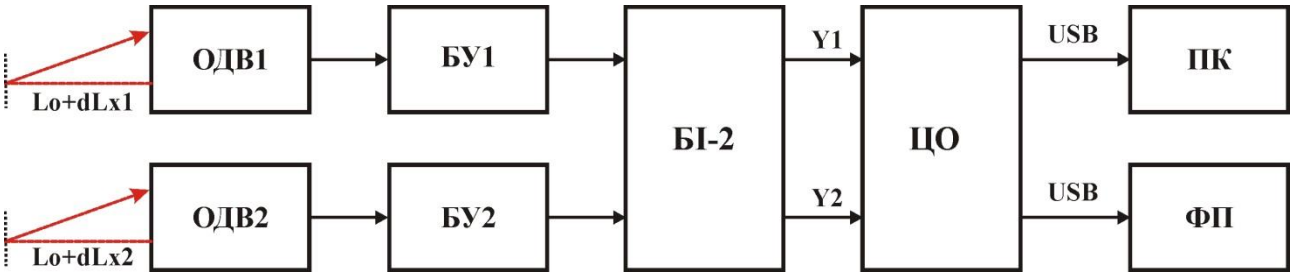


Рис. 1 – Функціональна схема системи вимірювань

Оптичні датчики (сенсори) відстані ОДВ1, ОДВ2 розміщаються на відстані Lo від перешкоди і вимірюють відстань dLx (-1 … +1 мм). Для забезпечення їх роботи використовуються блоки узгодження сигналів і індикації стану БУ1, БУ2. Блок індикації БІ-2 призначено для відображення на двох цифрових 4-х розрядних індикаторах значення відстані dLx. Аналоговий сигнал (напруга в діапазоні

від -10 до +10 В), пропорційний відстані dLx поступає на входи Y1, Y2 цифрового осцилографа SDS1204X-E (ЦО). Для збереження осцилограм по інтерфейсу USB підключається зовнішня флеш-пам'ять ФП. Для реєстрації і збереження числової інформації о результатах вимірювань у часі, до цифрового осцилографа задіяно персональний комп'ютер ПК зі спеціальним програмним забезпеченням, приклад показано на Рис.2.

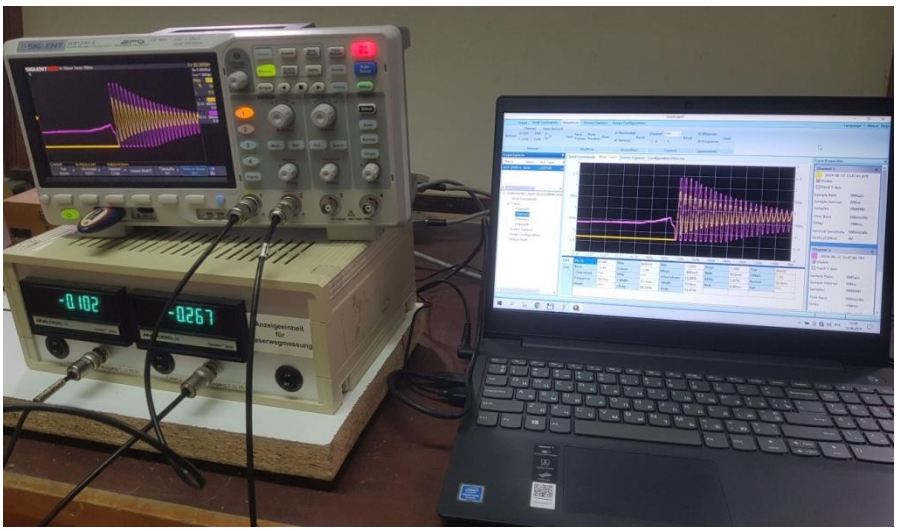


Рис.2 – Зовнішній вигляд системи індикації результатів вимірювань.

Для отримання результатів вимірювань від осцилографа на персональному комп'ютері встановлюється спеціальне програмне забезпечення. Такою є програма EasyScopX [4]. EasyScopX призначена для забезпечення віддаленого доступу до осцилографа з ПК по інтерфейсам RS-232, USBTMC або VXI11. Програма надає кілька функцій, заснованих на графічному інтерфейсі користувача, таких як управління осцилографом, тести SCPI і інше.

В системі вимірювань підключення здійснюється по інтерфейсу USB. Для забезпечення виконання протоколу обміну даними необхідно встановити бібліотеку середовища виконання NI-VISA Run-Time Engine 5.4 [5].

Список літератури:

1. Numerical and Experimental Analysis of Elastic Three-layer Plate Under Static and Low Velocity Impact Loading / H Altenbach, D Breslavsky, S Konkin, V Lysenko - Progress in Structural Mechanics, 2024

2. Лисенко В. В., Тритяк О. Б. Експериментальний стенд для тензометричних досліджень // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 29-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2021, [18-20 травня 2021 р.] : у 5 ч. Ч. 1 / ред. Є. І. Сокол. Харків, 2021. С. 313.

3. Сайт компанії «Micro-Epsilon». URL: https://www.micro-epsilon.co.uk/distance-sensors/ (дата звернення: 06.06.2024).

4. Сайт компанії «eVision-systems». URL: https://evision-webshop.eu/blog/easyscope-x-average-waveform-data (дата звернення: 06.06.2024).

5. Сайт компанії «NATIONAL INSTRUMENTS CORP». URL: https://www.ni.com/en/support/downloads/drivers/download.ni-visa.html#521671 (дата звернення: 06.06.2024).

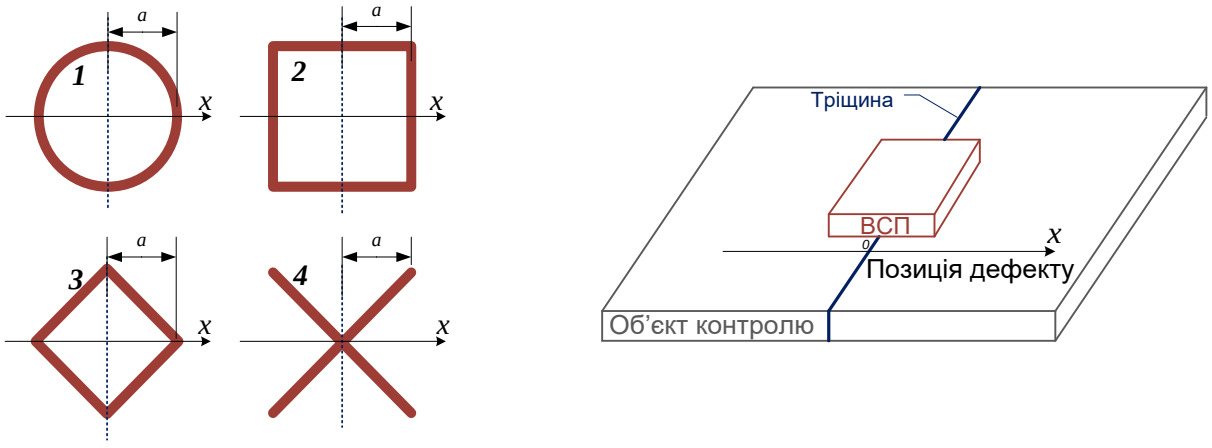
ПОРІВНЯННЯ СИГНАЛІВ ВИХРОСТРУМОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ РІЗНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

Хомяк Ю.В., Іващенко Є.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, homyak.yv@gmail.com

Електромагнітні (вихрострумові) дефектоскопи застосовують для виявлення дефектів суцільності металу в сталевих виробах і металоконструкціях, які мають високу чутливість до поверхневих дефектів, таких як тріщини і точкова корозія металу. Форма сигналу вихрострумових перетворювачів (ВСП) електромагнітних дефектоскопів, отриманого над дефектами суцільності в процесі контролю поверхні сталевих виробів, залежить як від типу ВСП, так і від типу дефектів суцільності в металах [1,2].

У практичному застосуванні вихрострумової дефектоскопії металевих конструкцій виникає необхідність у математичному моделюванні сигналів для різних типів перетворювачів (абсолютних, диференціальних, накладних, прохідних) над зонами з порушеною суцільністю металу [3]. Такі моделі мають важливе значення з методологічної точки зору, оскільки дозволяють вивчати зміну сигналів залежно від параметрів реальних дефектів у металі. Це, у свою чергу, спрощує аналіз і інтерпретацію результатів дефектоскопії.

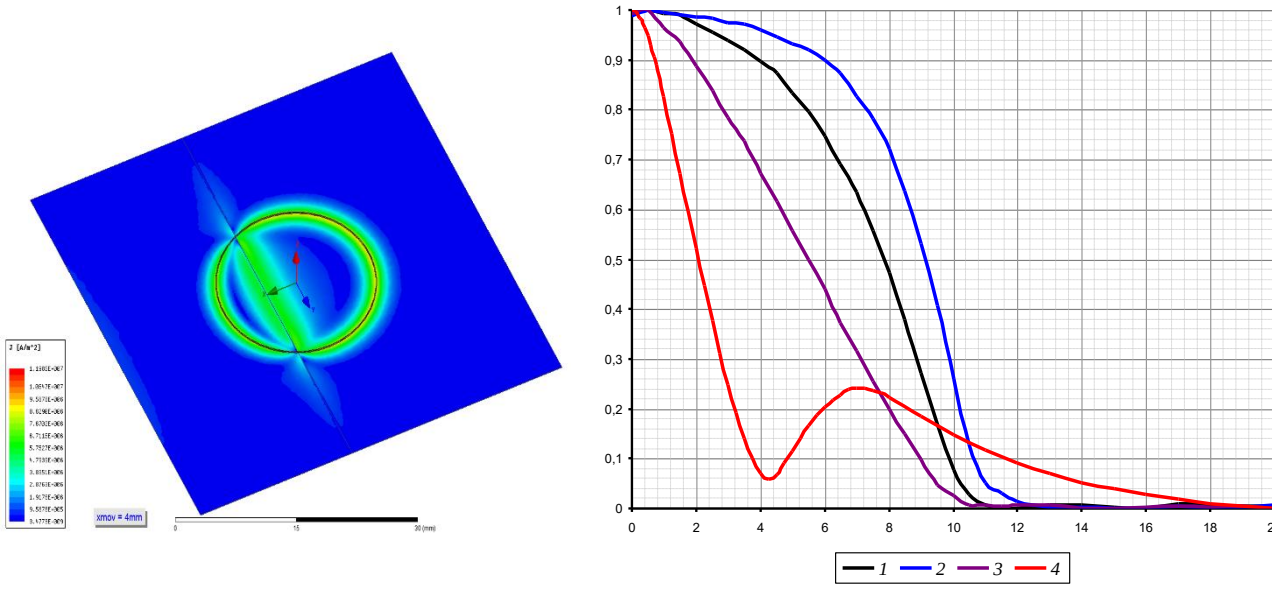
У даній роботі йдеться про пошук відповіді на питання, щодо впливу конфігурації обмоток ВСП на сигнали вихрострумового перетворювача в залежності від позиції дефекту (рис.1). У відомій літературі [1-3] йдеться про загальні випадки сигналів ВСП без відносно до геометричних параметрів та конструкцій, але з практичного боку дуже часто виникає потреба у порівнянні перетворювачів у відповідності до відгуку від позиції дефекту. Для розгляду обрані різні перетворювачі до яких можна звести основну кількість конфігурацій і типів. Тобто основні форми обмоток (рис.1а): кругла – *1*; квадратна – *2*; ромбовидна – *3*; ортогональні обмотки [4, 5] – *4*.



а *б*

Рис. 1 – Дослідження впливу позиції дефекту для ВСП з різними обмотками: *а* – конфігурації обмоток ВСП; *б* – моделювання впливу позиції дефекту

Для досліджень та обчислень методом кінцевих елементів, було побудовано комп'ютерні моделі ВСП при взаємодії з металевим зразком з тріщиною. Вихідні дані моделювання було обрано близько до практичних реалій. Об'єкт контролю – мідна пластина; параметр *а* перетворювачів (рис. 1а) – 10мм; частота струму збудження – 100 кГц; проміжок між ВСП та об'єктом контролю – 0,1 мм. Результати моделювання наведено на рисунку 2.



а *б*

Рис. 2 – Результати моделювання: *а* – розподіл щільності вихрових струмів для круглого ВСП; *б* – сигнали ВСП при різній позиції дефекту

Як видно за результатами досліджень (рис.2б) – сигнали ВСП розглянутих (рис.1а) конструкцій мають досить суттєві відмінності, якими неможна нехтувати при практичному застосуванні, коли стоїть задача вибору конструкції датчика при заданих розмірах. Найгостріше сприйняття позиції дефекту у ортогонального перетворювача, а найширше – у квадратного.

Список літератури:

1. Основи дефектоскопії: підручник / І. П. Білокур ; Ін-т змісту і методів навчання, Нац. авіац. ун-т. - К. : Азимут-Україна, 2004. - 496 с.

2. Udpa S. S., O'Moore P. Nondestructive Testing Handbook, Third Edition: Volume 5, Electromagnetic Testing / S. S. Udpa, P. O'Moore // ASNT. – 2004. – 536 p.

3. Sabbagh, H. A., Murphy, R. K., Sabbagh, E. H., Aldrin, J. C., Knopp, J. S. Computational Electromagnetics and Model-Based Inversion: A Modern Paradigm for Eddy-Current Nondestructive Evaluation. Springer, 2013. – 465 p.

4. Suchkov, G. M., Khomyak, Y. V., Globa, S. N., Hieu, L. C. A Highly Stable Eddy Current Transducer for Testing the Thickness of Dielectric Coatings on Metal Articles // Measurement Techniques. – 2016. – Vol. 59, Issue 4. – P. 369–373.

5. Глоба С., Сучков Г., Хомяк Ю., Григоренко І., Слободчук А., Хорошайло Ю. Підвищення точності виявлення дефектів екранованим ортогональним вихрострумовим перетворювачем // Матеріали 26-го Національного наукового симпозіуму з міжнародною участю «Метрологія та метрологічне забезпечення 2016». – 7–11 вересня 2016 р., Созополь, Болгарія. – С. 149–154.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ РАДІУСУ ТА ЧАСТОТИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА З ДВОМА ПРОВІДНИКАМИ ПІД ЧАС НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Вевенко В. О.
НТУ «ХПІ» Україна, 61002, м.Харків, вул.Кирпичова, 2. Vitalii.Vevenko@cit.khpi.edu.ua

Метою даної доповіді є проведення моделювання з двома провідниками зі струмом та вибір раціональних значень радіусу *a*, та радіусу розміщення вимірювальних обмоток *d*. Під час проведення дослідження стояла задача дослідити та визначити оптимальні значення струму та радіусу для двох провідників електромагнітного перетворювача. Моделювання було проведено за допомогою програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

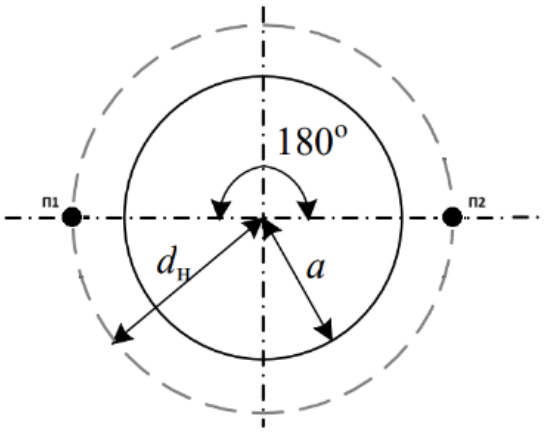


Рис. 1 – паралельне розташування провідників П1 та П2 з однаковим струмом

Для практичного застосування доцільно здійснити нормування виразів для ЕРС у разі контрольованого виробу *En* до ЕРС за відсутності контрольованого виробу *En0*. В результаті вираз для нормованої амплітуди *n*-ї просторової гармоніки:

$$A_n = \frac{E_n}{En_0} = \left(\frac{a}{d}\right)^n \sqrt{\left(R_e(f_n)\right)^2 + \left(lm(f_n)\right)^2} \quad (1)$$

де *An* – амплітуда просторової гармоніки; *En* – ЕРС зі зразком; *En0* – ЕРС без зразка; *a* – радіус зразка; *d* – радіус розташування вимірювальних обмоток.

Параметри моделювання: частота поля збудження 20, 70, 170 Гц, у якості дослідного зразка був циліндр. Провідники зі струмом збудження 5А розташовувалися на відстані 25,5 мм та 27 мм. Результати зображено на рисунках 2 – 5.

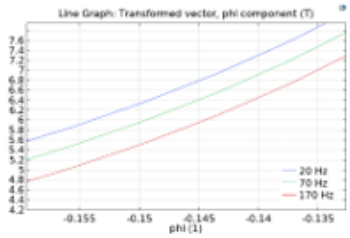


Рисунок 2 – графік залежності B_φ від кутової координати φ для струму 5А, частот 20, 70, 170 Гц, та радіусу 25.5 мм.

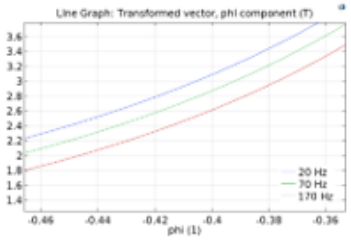


Рисунок 3 – графік залежності B_φ від кутової координати φ для струму 5А, частот 20, 70, 170 Гц, та радіусу 27 мм.

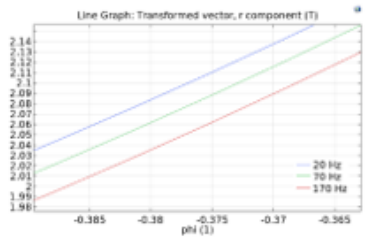


Рисунок 4 – графік залежності B_r від кутової координати φ для струму 5А, частот 20, 70, 170 Гц, та радіусу 25.5 мм.

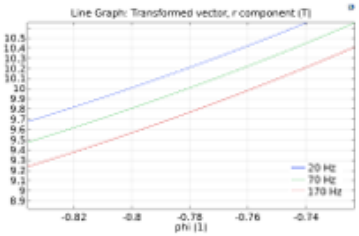


Рисунок 5 – графік залежності B_r від кутової координати φ для струму 5А, частот 20, 70, 170 Гц, та радіусу 27 мм.

На рисунках 2 – 5 видно, якщо струм та частота залишаються не змінними то для B_φ та B_r компоненти зміна радіусу провідників зі струмом по-різному видозмінює функціональні залежності компонентів електромагнітного поля від кутової координати φ. Для B_φ компоненти зміна радіусу a та радіусу розміщення вимірювальних обмоток d призводить до якісної зміни B_φ від φ, аналогічно для B_r компоненти, що проявляється в більшій не лінійності, таким чином зміною радіусу можна досягти зменшення або збільшення ширини неінформативної зони. Використання цієї моделі дозволить у подальших дослідженнях розробляти методи поліпшення метрологічних характеристик вимірювального перетворювача із просторово-періодичним полем.

Список літератури:

1. Горкунов Б. М., Львов С. Г., Борисенко Є. А., Шибан Т. Нормовані функції вихрострумових вимірювальних перетворювачів з просторово-періодичною структурою поля за багатопараметрового контролю металевих виробів // Український метрологічний журнал .2018. № 3. С. 28-34.

ПОТЕНЦІАЛ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ МЕРЕЖІ ТЕПЛООБМІНУ ПРОМИСЛОВОЇ УСТАНОВКИ БЛОКУ АВТ

Царенко А. В., Ільченко М. В., Миронов А. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2; Mariia.Ilchenko@khpi.edu.ua

Енергозбереження є одним з найважливіших факторів, який визначає конкурентоспроможність українських підприємств на світовому ринку. В умовах глобальної економічної кризи та посилення екологічних вимог, підвищення енергоефективності промислових виробництв стає не просто бажанням, а необхідністю. Нафтопереробна промисловість, як одна з найбільш енергоємних галузей, зазнає значних трансформацій під впливом глобальних трендів.

Блок атмосферно-вакуумної трубчатки, як серце первинної перегонки, відіграє визначальну роль у формуванні якості кінцевих продуктів та загальної ефективності процесу. Однак, тривала експлуатація такого обладнання, як правило, призводить до зниження його ефективності, суттєвого зростання енергоспоживання та збільшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Актуальність дослідження потенціалу енергозбереження та вдосконалення теплообмінної мережі блоку АВТ зумовлена низкою факторів, наведених нижче.

1) Глобальні енергетичні тренди: зменшення попиту на нафтопродукти, зростання конкуренції та посилення екологічних вимог.

2) Економічна ефективність: зниження витрат на виробництво за рахунок зниження енергоспоживання та підвищення продуктивності обладнання.

3) Конкурентоспроможність: підвищення конкурентоздатності продукції української нафтопереробки на світовому ринку.

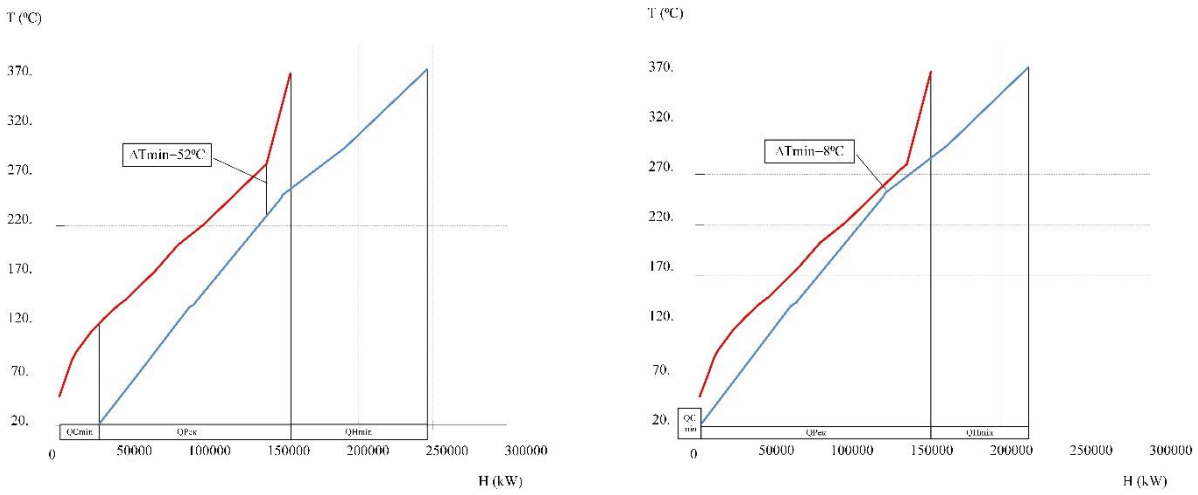
4) Екологічні вимоги: дотримання міжнародних екологічних стандартів та зменшення негативного впливу на довкілля.

5) Технологічний прогрес: застосування сучасних матеріалів, теплообмінних апаратів та систем автоматизації для підвищення ефективності процесів.

6) Знос обладнання: фізичне старіння апаратів призводить до зниження ефективності теплопередачі та збільшення гідравлічних опорів.

На даний момент Україна стикається з дефіцитом власних природних вуглеводневих ресурсів. Зокрема, у довоєнний період (до 2022 року) власна нафта задовольняла близько 10–12% від загального обсягу споживання, а газ – 20–25%. Нафтопереробні заводи – це стратегічні об’єкти, конче важливі для енергетичної безпеки країни та розвитку нафтохімічної промисловості. Втім, галузь постійно стикається з такими типовими викликами як застаріле обладнання, недостатність інвестицій та зниження виробничих оборотів, які існує змога побороти. Для відновлення конкурентоспроможності необхідно активно звертати увагу на багаторівневу модернізацію виробництва та диверсифікацію засобів постачання.

З технологічної схеми досліджуваної установки було відібрано 17 потоків, які можуть бути використані для запровадження теплової інтеграції. Оцінка ключових показників свідчить про наявність величини рекуперації у системі обсягом 127 252 кВт за мінімальної різниці температур 52°С – рис. 1а.



а б

Рис. 1 – Складові криві: а – наявного процесу; б – проекту інтеграції

Зрушення складових кривих до досягнення мінімальної різниці температур 8°С, визначеної за низкою техніко-економічних показників (рис. 2), дозволяє збільшити рекуперацію тепла у системі без змін у технологічному процесі – рис. 1б. У пропонованому проекті є можливість підвищення величини рекуперації до 218022 кВт (на +71% від початкової). Це дозволить скоротити споживання зовнішніх теплоносіїв та помітно інтенсифікувати процес теплообміну у системі.

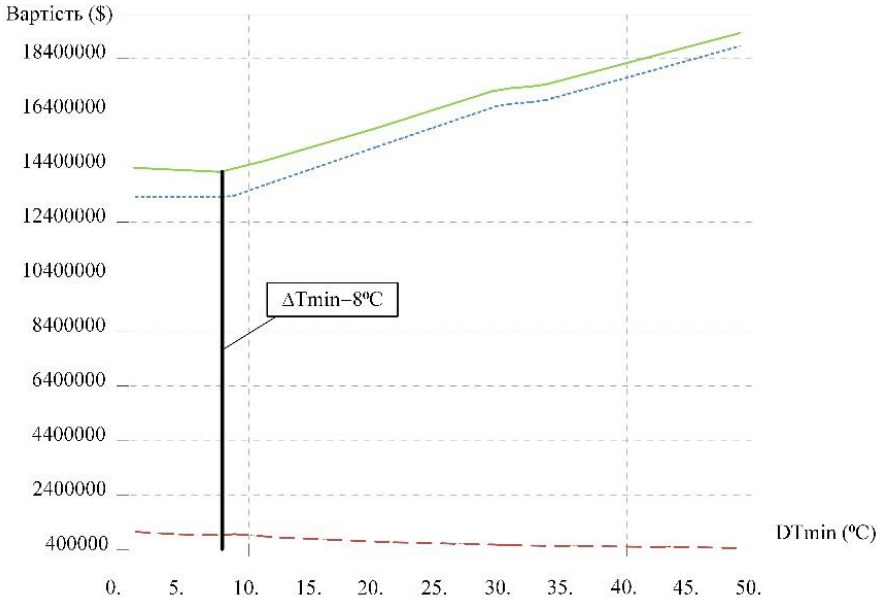


Рис. 2 – Вартісні криві для проекту інтеграції

Втілення проєкту передбачає часткову реконструкцію теплообмінної мережі установки із заміною та встановленням нового обладнання. Загальна кількість рекуперативних теплообмінних зв’язків у системі буде скорочена на 30%, але за рахунок зміни топології мережі це матиме виключно позитивний вплив на хід сукупності процесів, які забезпечують підтримання технологічного циклу.

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

AUTOMATED MONITORING OF HIGH-SPEED PROCESSES IN CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Karaman D. G.[1)], Dzevochko O. M.[2)], Olshevskii O. M.[3)]
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
[1)]dmytro.karaman@khpi.edu.ua, [2)]oleksandr.dzevochko@khpi.edu.ua,
[3)]andrei.olshevskyi@infiz.khpi.edu.ua

Monitoring high-speed processes has always been a highly complex task. Developers of such systems have faced significant challenges, including determining the correct moment to start recording an event, selecting the appropriate resolution for registering the observed variable, and synchronizing readings from different sensors.

With the advancement of wireless technologies and the emergence of the Internet of Things (IoT) systems, the task of monitoring high-speed processes has only become more complicated [1, 2]. The IoT paradigm enables the creation of so-called Wireless Smart Sensor Networks (WSSNs) — networks of small autonomous devices designed to perform specific simple functions, equipped with their own power source and wireless communication capabilities [3]. These devices can be organized into hierarchical or distributed networks and, in addition to their primary function (sensor or actuator), also serve as relay nodes, transmitting data packets from nodes without a direct communication link to the main network node.

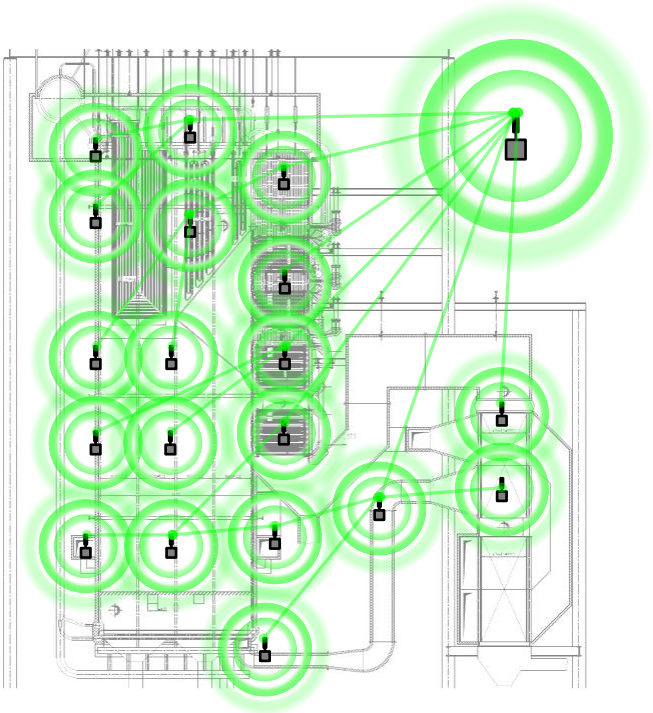


Fig. 1 – Enterprise Wireless Smart Sensor Network

Such sensor networks enable remote event recording and measurement of parameters for an object or process under observation, which may be significantly distributed in space or inconvenient for laying wired communication lines. Each node is both autonomous and galvanically isolated from other network nodes, as well as relatively

simple and inexpensive to implement. In such cases, if a node is damaged or lost due to the specific nature of the monitored process, it does not cause catastrophic consequences for the network and can be easily replaced during maintenance.

One of the most critical tasks for distributed monitoring and control systems is the temporal synchronization of recorded measurements received from different nodes in the system. Each sensor node in such systems operates with its own independent clock, and the timing of sensor activation is entirely dependent on this clock. The central node must implement a protocol to synchronize the clocks of each sensor node, regardless of their distance — whether geographically or logically within the network. This includes cases where communication occurs indirectly through one or more relay nodes.

This report examines the development of a clock synchronization protocol for individual nodes in a wireless sensor network, enabling the network's use in registering parameters of rapid and unexpected processes across various applications [1-4]. Additionally, the work considers the integration of specialized tools for IoT systems [5] to ensure information protection and cybersecurity features, aiming to prevent unauthorized and malicious interference in the synchronization and coordination processes of the monitoring system.

Reference list:

1. Zuev A., Karaman D., Olshevskiy A. (2023) “Wireless sensor synchronization method for monitoring short-term events.” Advanced Information Systems, 7(4). pp. 33–40. DOI: 10.20998/2522-9052.2023.4.04

2. Зуєв А. О., Караман Д. Г., Ольшевський А. В. (2024) “Синхронізація бездротових сенсорів в розподілених мережах для мінімізації похибки реєстрування короткочасних подій.” Тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. "MicroCAD–2024: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health", Харків : НТУ "ХПІ", 22-25 травня 2024 р. с. 512.

3. Zuev A., Vodka O. (2022) “Development of a Distributed Wireless Vibration Measurement and Monitoring System.” in Proc. 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, pp. 915-920. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916375

4. 17. Fu Y., Mechitov K., Hoang T., Kim J. R., Memon S. A., Spencer B. F. Jr. (2020) “Efficient and high-precision time synchronization for wireless monitoring of civil infrastructure subjected to sudden events.” Structural Control and Health Monitoring. Vol. 28 (3). 23 p. DOI: 10.1002/stc.2643

5. Li F., Shi Y., Shinde A., Ye J., Song W. (2019) “Enhanced cyber-physical security in internet of things through energy auditing.” IEEE Internet of Things Journal, Vol. 6 (3). pp. 5224-5231. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2899492

AUTOMATED CONTAINER SORTING SYSTEM WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Krylova V. A.[1)], Chervenkov P. O.[2)]
[1)] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kirpychova 2, viktoriia.krylova@khpi.edu.ua
[2)] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kirpychova 2, rostyslav.chervenkov@cit.khpi.edu.ua

When buying a drink, the consumer automatically pays an additional amount for the container, which can be returned by returning the bottle or can to special machines (Pfand machines). The price tags must indicate whether the bottles are disposable (einweg) or reusable (mehrweg) and the amount of the deposit, if the container can be returned (the amount of the deposit is not included in the total price, it is indicated on the price tag and the receipt). After returning the container to the Pfand machine, the buyer receives compensation in the form of checks, which can be used for purchases in the same store, or a cash refund. Pfand machines have a simple and convenient system for recognizing barcodes on packages, which allows you to distinguish recyclable packaging from other packaging (fig.1). The system motivates consumers towards responsible consumption and waste sorting.

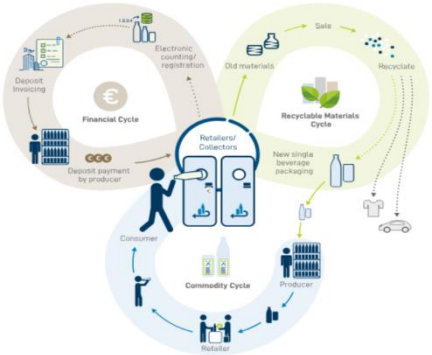


Fig.1 – Infographics on the working principle of the Pfand system

One of the most common shortcomings of modern Pfand machines is their inability to accurately determine whether there is liquid left in the container or whether there are foreign objects inside. Users often return bottles without pouring out the remaining liquids, or filled with garbage (for example, cigarette butts), which can lead to the breakdown of the machine or mixing of containers unsuitable for further processing. Despite numerous advantages, the system of automated container collection has certain disadvantages that prevent its flawless operation. Some of these problems are technical, others are related to the human factor. They can be partly solved with the help of innovative approaches, in particular the implementation of artificial intelligence (AI), which will help to improve the process and make it more reliable.

Artificial intelligence can help solve most of the above problems. For example, modern AI-based systems can more accurately determine the presence of liquid inside a bottle by analyzing both its weight and acoustic characteristics when interacting with

sensors. The AI system can also use machine learning to recognize damaged barcodes or identify containers based on other parameters, such as shape and material.

The use of neural networks to analyze the appearance of containers will help to quickly recognize and accept damaged bottles or cans that previously could not be identified by machines. AI can also automatically track and prevent fraud by analyzing user behavior patterns and detecting anomalies in the container drop-off process.

As part of the project to improve multifunctional Pfand machines, we can pay attention to several important aspects:

- integration of AI technologies: Using artificial intelligence to improve the process of container recognition. AI-powered systems can learn and adapt to new package shapes and sizes, increasing picking efficiency;
- optimization of logistics: Improvement of the routing of the collection of containers from machines. This will reduce transportation costs and improve the processing of collected waste;
- interactive features: Adding the ability for users to receive information about the environmental impact of their actions, such as the amount of resources saved or CO2 emissions reduced. This can motivate more people to participate in the system;
- engaging consumers through game mechanics: Creating a reward system for users who regularly drop off containers. This may include points that can then be exchanged for discounts in stores or other bonuses.

For automated container sorting systems, there are several types of neural networks used because of their unique architectures and capabilities. In particular, Pfand systems use convolutional neural networks for image analysis and multilayer perceptrons for classification. Convolutional Neural Networks (CNN) are particularly useful for image recognition tasks because they use convolutional layers to extract important features in images. CNNs consist of several layers: convolutional, pooling, and fully connected. Convolutional layers analyze images by extracting important features such as texture, contours, and geometry of objects. In the case of vending machines, these layers allow different types of containers to be recognized regardless of lighting or angle. Pooling layers reduce the dimensionality of the data, helping the model to become less sensitive to small changes in the image. Fully connected layers process the information and make decisions based on the input characteristics, which can help to accurately determine the class of the container for further processing. Convolutional neural networks are able to recognize even damaged or blurred objects, which is essential for automated container sorting systems. These capabilities help improve classification accuracy and facilitate object sorting in real-world environments.

Reference list:

1. Bassis S., Esposito A., Morabito F.C., Pasero E. Advances in Neural Networks. - Springer International Publishing, 2016. 539 p.

2. Artasanchez A., Joshi P. Artificial Intelligence with Python. Second Edition. Birmingham: Packt Publishing, 2020.

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ КАСКАДНОГО ТИПУ

Верич А.П.[1)], Шамардіна В.М.[2)]

[1)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61000, Харків, вул. Кирпичова, 2, Andrii.Verych@ieee.khpi.edu.ua

[2)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61000, Харків, вул. Кирпичова, 2, Vira.Shamardina@khpi.edu.ua

Близько 20% електроенергії, що виробляється енергосистемами, витрачаються насосними станціями (НС) житлово-комунального сектору, а доля витрат на її споживання досягає 50% від експлуатаційних. У разі використання регульованого електропривода економія електроенергії може становити до 30% від встановленої потужності двигунів НС. В умовах енергетичного кризи і зростання вартості електроенергії заходи щодо її раціонального витрачання стають актуальними [1].

Метою роботи є обґрунтування вибору системи регульованого електропривода НС і перевірка його ефективності в ході комп'ютерного моделювання.

Режими роботи НС залежать від водоспоживання, яке змінюється в широких межах, а застосування одного потужного насосного агрегату економічно недоцільно. Для досягнення потрібної продуктивності НС обладнується як каскадна група із *n* насосних агрегатів (H_1,H_2,…,H_n), що узгоджено працюють (рис.1) як один потужний насос [2].

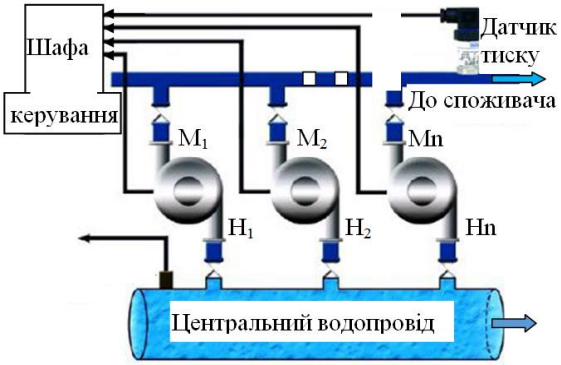


Рис. 1 – Схема каскадної НС

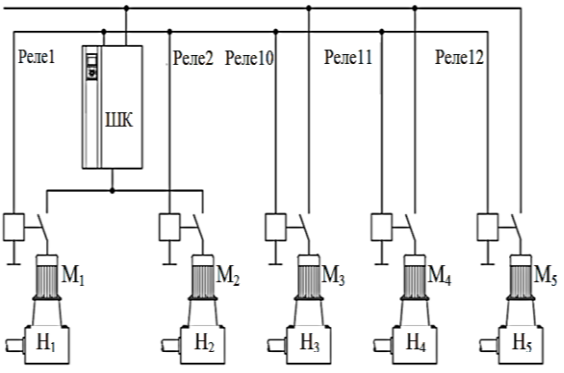


Рис. 2 – Змішана конфігурація насосів

Кращі економічні показники забезпечують системи асинхронного регульованого електропривода НС з перетворювачами частоти (ПЧ). На (рис. 2) наведено схему реалізації змішаної конфігурації насосів із чередуванням [3] вмикання та вимикання (M_1,…,M_5) – асинхронних короткозамкнених двигунів (АД) залежно від швидкості приводів. Система керування надає можливість запуску кожного насосу за допомогою пристрою плавного пуску (ППП); режиму роботи для двох насосів від ПЧ; стабілізації тиску (чи Q – продуктивності).

Створено модель системи автоматичного керування НС в середовищі MatlabSimulink з додатковим компонентом Simscape, її складено з блоків (підсистем), які реалізують певний елемент структурної схеми (ПЧ, ППП, АД, відцентровий насос). АД представлено блоком AsynchronousMachine з використанням розрахованих параметрів моделі за паспортними даними двигуна 4А200L2У3 потужністю 45 кВт. Відцентровий насос фірми Pedrollo (типорозмір F80/250B) представлено блоком CentrifugalPump, його параметризація виконана шляхом введення робочих характеристик насосу (рис.3). Керуючій вплив формується за інформацією датчику вихідного тиску в трубопроводі. Модель має й інші компоненти для забезпечення працездатності та візуалізації результатів моделювання. На рис.4 надано графіки перехідних процесів моменту M(t) і швидкості Ω(t) двигуна при запуску системи ПЧ – АД з наступним накидом навантаження.

За реальних умов пуск НС, зміна тиску в споживчій мережі відбувається не стрибкоподібно, а досить плавно і тривало. Модель дозволяє дослідити роботу НС в нормальних і критичних режимах роботи, перевірити правильність вибору вбудованого в ПЧ регулятора для стабілізації заданого тиску із великою точністю.

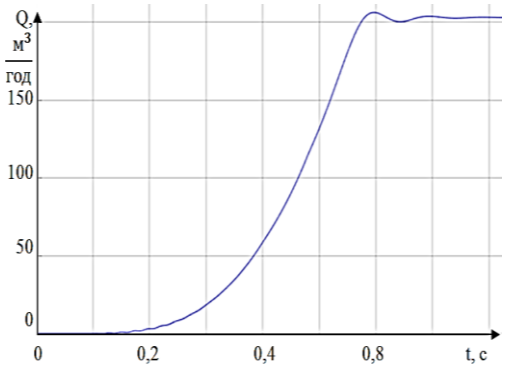


Рис. 3 – Перехідний процес Q(t) відцентрового насосу

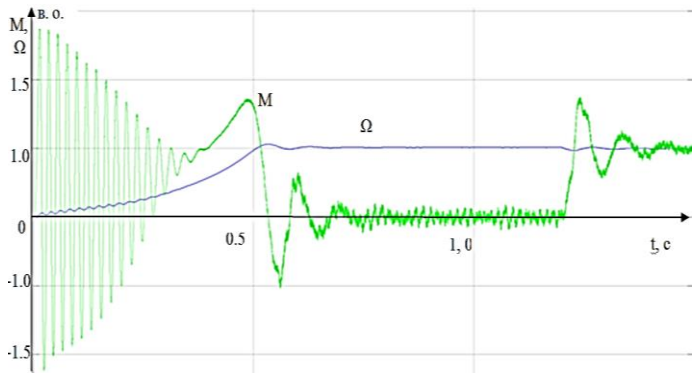


Рис. 4 – Пуск системи ПЧ – АД з накидом навантаження

Список літератури:

1. Грабко, В. В., Мошноріз М. М., Грабко В. В.Метод та засоби оптимізації роботи електроприводів насосної станції водопостачання : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2011. 138 с.

2.Автоматизація водопостачання та водовідведення. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: https://www.galautomatics.com.ua/uk/works/pns (дата звернення: 19.10.2024)

3. Описание реализации режимов управления каскадом двигателей (PFC/SPFC) на базе частотного преобразователя (PFC/SPFC) ABB ACS580 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://lsys.by/news/articles/opisanie-realizatsii-rezhimov-upravleniya-kaskadom-dvigateley-pfc-spfc-na-baze-chastotnogo-preobrazo.html (дата звернення: 19.10.2024)

ТРУБЧАСТИЙ РЕАКТОР СУЛЬФАТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН У ВИРОБНИЦТВІ ПАР ЯК ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ

Галлямов К.С., Дзевочко О.М., Дзевочко А.І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002
Kyrylo.Halliamov@infiz.khpi.edu.ua
Oleksandr.Dzevochko@khpi.edu.ua
Alona.Dzevochko@khpi.edu.ua

Поверхнево-активні речовини (ПАР) входять до складу засобів для миття, прання та чистки, косметичних засобів, піноутворювачів для технічного використання.

Виробництво ПАР бурхливо розвивається з 40-х років XX-го століття, щорічне світове виробництво у останні роки сягає більше 20 млн. т.

Однією з основних стадій виробництва ПАР є стадія сульфатування органічних речовин, саме на цій стадії одержуються проміжні продукти до яких пред'являються високі вимоги з якості.

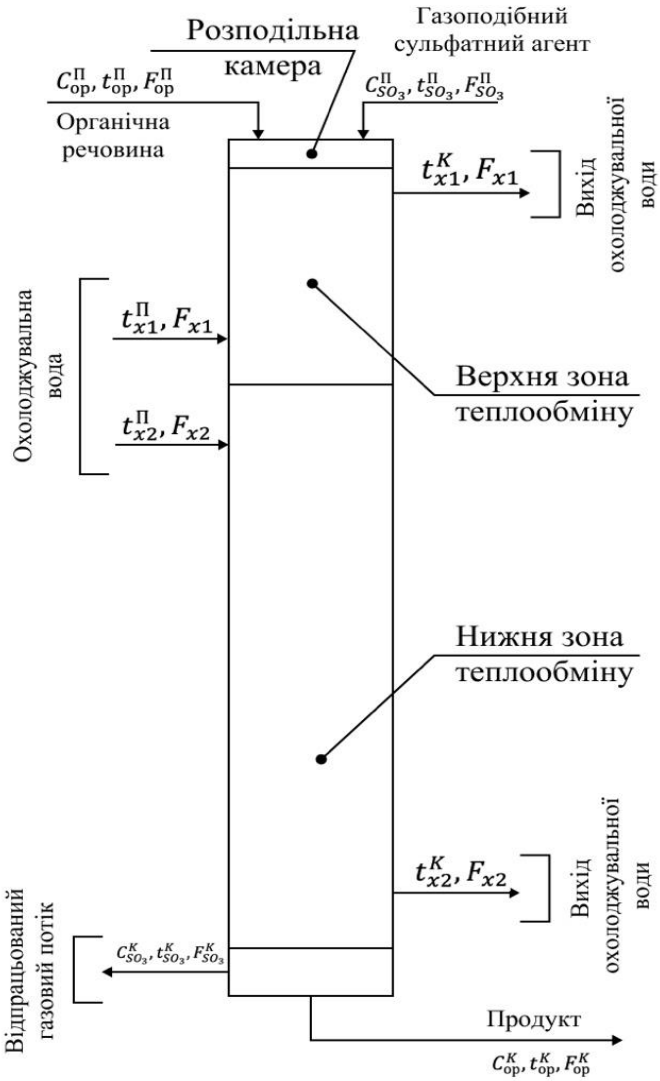
Тому для поліпшення якості продукту і створення умов раціонального використання ресурсів необхідно розробити систему керування даним процесом.

Основним елементом цієї стадії виробництва ПАР – є трубчастий плівковий реактор з низхідним рухом реакційних фаз (плівка рідинної фази на внутрішній поверхні реакційної трубки та сульфатуючий газоповітряний потік – низькоконцентрований SO_3) що рухається внутрі труб, ці труби зовні омиваються охолоджувальною водою [1].

Дослідженням трубчастих реакторів в хімічній промисловості з сильнорозподіленими параметрами по їх довжині, а також розробки систем їх керування займаються багато вчених: Gaurov Seth, Mani Shushan, Sachin C. Patwarohhaw [2], Isrrael Nájera, Jesús Álvarez, Roberto Baratti та Cesar Gutiérrez [3,4], Staffan Skålén, Fredrik Josefsson та Joakim Ihrström [5] їх дослідження свідчать про актуальність та важливість даного питання.

Об'єктом налізу є газо-рідинний багатотрубчастий плівковий реактор (див. рис. 1), де по перше – на внутрішній поверхні труб відбувається екзотермічна реакція взаємодії органічної сировини з сульфатуючим агентом, ці трубки зовні охолоджуються у верхній зоні реактора протитечією до реакційних потоків, а у нижній зоні – прямотечією; по друге – параметри процесу розподілені по всій довжині реактора; по третє – складність контролювати (вимірювати) температуру процесу на внутрішній поверхні реакційних трубок.

Проведений аналіз плівкового реактора сульфатування органічної речовини у виробництві ПАР (див. рис. 1) як об'єкта керування показав, що для забезпечення роботи реактора крім стабілізації витрат початкових компонентів та регулювання витрат охолоджуючих потоків може бути недостатньо, бо є складнощі з визначення рівномірності розподілу їх по кожній з реакційних труб, а це



t – температура, °C; F – витрата, м^3/годину;
C – концетрація компоненту, моль/м^3;
ОР – органічна речовина; SO_2 – сульфатуючий агент; x – охолоджувальна вода;
П – початкове; К – кінцеве

Рис. 1 – Структурна схема об'єкта керування

в свою чергу впливає на температуру процесу в кожній окремо-взятій реакційній трубці яку складно виміряти на внутрішній її поверхні в пучку реактора.

Список літератури:

1. Дзевочко О.М., Подустов М.О., Дзевочко А.І. Системний аналіз процесу сульфатування у виробництві поверхнево-активних речовин. Інтегровані технології та енергозбереження. Харків, 2022. №4. С. 23-38. https://doi.org/10.20998/2078-5364.2022.4.03

2. Gaurav Seth, Mani Bhushan, Sachin C. Patwardhan, Spatial State Profile Estimation in Tubular Reactor Systems in Presence of Bound Constraints, IFAC-PapersOnLine, Volume 58, Issue 14, 2024, Pages 616-621, ISSN 2405-8963, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.08.405.

3. Isrrael Nájera, Jesús Álvarez, Roberto Baratti, Cesar Gutiérrez, Control of an exothermic packed-bed tubular reactor, IFAC-PapersOnLine, Volume 49, Issue 7, 2016, Pages 278-283, ISSN 2405-8963, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.282.

4. Isrrael Najera, Jesus Alvarez, Roberto Baratti, Feedforward ouput-feedback control for a class of exothermic tubular reactors, IFAC-PapersOnLine, Volume 48, Issue 8, 2015, Pages 1075-1080, ISSN 2405-8963, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.09.111.

5. Staffan Skålén, Fredrik Josefsson, Joakim Ihrström, Nonlinear MPC for grade transitions in an industrial LDPE tubular reactor, IFAC-PapersOnLine, Volume 49, Issue 7, 2016, Pages 562-567, ISSN 2405-8963, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.402.

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ В КОМПЛЕКСАХ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Гапон А. І., Куліш О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002,
E-mail: gaponold54@gmail.com, oleg2217k@gmail.com

Автономні енергосистеми, які базуються на відновлюваних джерелах, таких як сонячна та вітрова енергія, є важливими в умовах, коли доступ до центральних електромереж є обмеженим. Однак їхня продуктивність є нестабільною через змінні природні умови. Автоматизовані системи зберігання енергії допомагають подолати цю проблему за рахунок ефективного управління зарядом і розрядом, забезпечуючи безперебійне енергопостачання.

Ключовими елементами автоматизації в системах зберігання енергії є: постійний моніторинг стану акумуляторів, напруги, температури та інших важливих параметрів; оптимізація заряду/розряду акумуляторів завдяки інтелектуальним алгоритмам, які дозволяють уникати перевантажень та подовжують строк служби акумуляторів; автоматичний розподіл навантаження між різними споживачами для підвищення енергетичної ефективності.

Однією з головних переваг автоматизації є можливість ефективної інтеграції з відновлювальними джерелами енергії. Автоматизація забезпечує згладжування коливань виробництва енергії шляхом використання акумуляторних систем, а також оптимізацію використання відновлювальної енергії завдяки прогнозуванню доступності ресурсів та управління їх використанням.

Автоматизовані системи повинні включати механізми захисту від перенавантажень, коротких замикань, а також перегрівів, задля забезпечення безпеки та надійності комплексу.

Запропоновано методи оптимізації : лінійна оптимізація, яка враховує рівень заряду, прогнозовану генерацію і споживання; метод пропорційного розподілу енергії, що розподіляє доступну енергію між споживачами залежно від їх важливості; пріоритетне використання енергії від ВДЕ (відновлюваних джерел енергії) для зарядки батарей; адаптація до нестабільності генерації (сонце, вітер).

Запропонований метод передбачає змішування електричної енергії, що поступає від різних джерел з обмеженням миттєвої потужності від промислової мережі на встановленому рівні, та розподіл доданої частки між альтернативними джерелами і акумуляторною батареєю.

На рисунку 1 наведено схему, що показує трирівневу ієрархію управління системою зберігання енергії в автономних енергетичних комплексах, побудованих на основі відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, вітряки тощо). У структурі виділені рівні локального контролю, координації та управління потоками енергії, а також рівень стратегічного планування та оптимізації. На нижньому рівні схеми зображено фізичну систему зберігання енергії, яка включає батареї, контролери, датчики та інші пристрої.

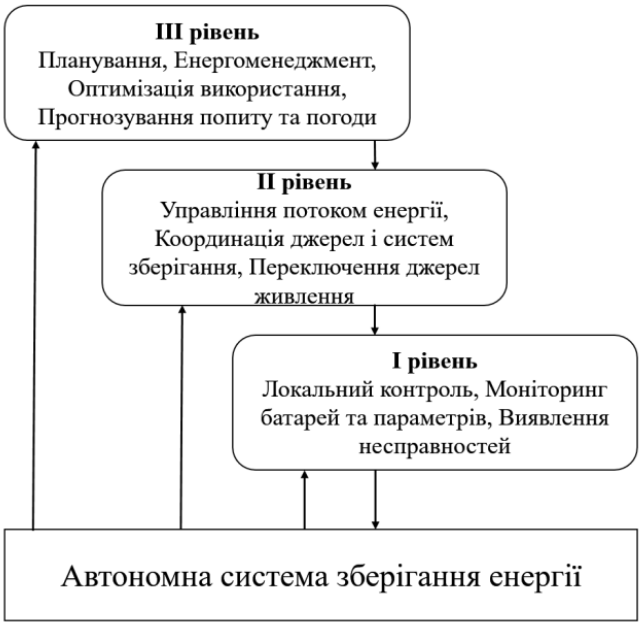


Рис. 1 - Схема управління системою зберігання енергії в автономних енергетичних комплексах

Оптимізація комплексів автономного енергозабезпечення дозволяє зменшити втрати енергії за рахунок ефективного керування процесами, подовжити термін служби акумуляторів через оптимальні режими роботи і підвищити надійність системи завдяки своєчасній діагностиці можливих відхилень.

Список літератури:

1. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2010. 557 с.

2. Мартиненко І.І., Лисенко В.П., Тищенко Л.П., Болбот І.М., Олійник П.В. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник. Київ, 2008. 330 с.

3. Новітні енергетичні технології та їх вплив на функціонування систем енергопостачання : аналіт. доп. / О. М. Суходоля. Київ НІСД, 2022. 36 с. – https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.17

4. Зуєв А. О., Караман Д. Г.Система моніторингу об'єктів електроенергетичної інфраструктури з використанням БПЛА// Системи управління, навігації та зв'язку : зб. наук. пр. / гол. ред. С. В. Козелков. Вип. 5 (51). Полтава : ПНТУ, 2018. С. 87-91 DOI: 10.26906/SUNZ.2018.5.087 ISSN: 2073-7394

5. Wireless sensor synchronization method for monitoring short-term events / Zuev A., Karaman D., Olshevskiy A. // Advanced Information Systems, vol. 7, no. 4, Dec. 2023, pp. 33-40. (ISSN 2522-9052) DOI: 10.20998/2522-9052.2023.4.04

ПОРІВНЯННЯ ПРОСТИХ МЕТОДІВ СТЕГАНОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Горячий О. Я.[1)], Журавель І. М.[2)]
Національний університет «Львівська політехніка», кафедра безпеки інформаційних технологій, 79000, м. Львів, вул. Кн. Романа, 1/3
[1)] oleh.y.horiachyi@lpnu.ua [2)] ihor.m.zhuravel@lpnu.ua

Широке розповсюдження мультимедійних даних в інформаційних та телекомунікаційних системах, пересилання їх публічними чи приватними канали зв'язку через мережу Інтернет дозволяє побудувати простий і надійний стеганографічний канал зв'язку для прихованого та захищеного обміну секретними повідомленнями [1]. Традиційні стеганографічні алгоритми, що приховують дані в просторовій множині повноколірних (RGB) цифрових зображень чи зображень у відтінках сірого, наприклад метод заміни найменш значущого біта (LSB), базуються на недоліках візуального сприйняття людиною незначних змін окремих кольорів зображення. Особливо, якщо вбудовування відбувається у висококонтрастні, текстурні чи зашумлені ділянки стеганоконтейнера $C_v \in C$ [1]. Вбудовування інформації відбувається шляхом заміни одного або кількох (*l, біт*) менш значущих бітів пікселів контейнера бітами секретного повідомлення $M_i \in M$. Перед вбудовуванням M_i може піддаватись процедурі попереднього кодування, зокрема архівації даних та завадостійкого кодування. Основні переваги таких стеганографічних методів для зображень – простота та висока пропускна здатність. Недолік – вразливість до активних та пасивних атак, зокрема найменших спотворень стеганоконтейнера.

Найпростіший метод вбудовування не використовує блок врахування особливостей контейнерів. При цьому вбудовування може відбуватись у всі пікселі зображення (*метод* 1) або використовуватись стеганоключ (*метод* 2), наприклад на основі генератора псевдовипадкових чисел (ГПВЧ). Проте, отриманий таким чином заповнений стеганоконтейнер може в деяких випадках візуально відрізнятися від оригінального зображення. У цій роботі розглянемо детальніше методи, що базуються на аналізі особливостей цифрового контейнера та виборі областей зображення придатних до прихованого вбудовування (*методи* 3–6). Залежно від особливостей вхідного контейнера L та параметра порогового значення k_τ будемо динамічно змінювати кількість найменш значущих біт l_t для вбудовування в кожну з колірних компонент R, G та B контейнера C_v^t. Обхід контейнера будемо виконувати по спіралі, починаючи від верхнього лівого пікселя до центру зображення, оскільки людина більш схильна помічати зміни саме в деталях переднього плану зображення, а не фону.

Для підвищення стійкості методу до виявлення факту стеганографічного вбудовування будемо використовувати наступну метрику на основі алгоритмів виявлення контурів зображень $L_e = \frac{1}{3}\sum_{t=1}^{3} Edge(C_v^t)$ та обчислення значення контрасту $L_c = \frac{1}{3}\sum_{t=1}^{3} \mathrm{Contrast}(C_v^t, c_\tau)$. Обчислення контрасту пікселя C_{ij} виконується за

значеннями середньої інтенсивності його сусідів $\bar{L}_{ij}$ у блоці 3x3: $C_{ij} = \frac{|L_{ij} - \bar{L}_{ij}|}{L_{ij} + \bar{L}_{ij}}$, а параметр c_τ визначає мінімальне порогове значення C_{ij}. Тоді загальна оцінка областей вбудовування визначається формулою $L = \frac{1}{2}(L_e + L_c)$ (див. рис. 1*б,в*). *Порогове значення k_τ та параметри методу вбудовування дозволяють додатково регулювати рівень помітності, максимальну довжину повідомлення та, в деяких випадках, розмір ключа* K_l.



а *б* *в*

Рис. 1 – Аналіз контейнера C_v: *а* – вхідне зображення «cat.jpg» (128x108 пікс.); *б* – оцінка областей вбудовування L *для алгоритму Кенні та* $c_\tau = 0{,}2$; *в* – оцінка областей вбудовування L *для алгоритму Собеля та* $c_\tau = 0{,}15$

Для випадкового вибору координат пікселів та стеганонезалежної модифікації контейнера будемо застосовувати власний ГПВЧ «*rsqrt2dc_everyBit* (1/0)» на основі обчислення елементарних функцій в арифметиці з рухомою комою [2; 3], що демонструє хороші статистичні результати та високу швидкодію при 64-бітному розмірі початкового значення x_0. Крім того, дослідимо різні методи вбудовування даних (зокрема щодо формування ключової послідовності, її кодування та механізмів стиснення), та порівняємо їх ефективність, помітність, швидкодію та розмір стеганографічного ключа. Основна мета – збільшити стеганостійкість досліджених методів та зменшити розмір ключа. Додатково для забезпечення конфіденційності повідомлення може застосовуватись шифрування даних методом одноразового блокноту.

Отже, було запропоновано та досліджено ефективність кількох простих модифікацій стеганографічних методів на основі заміни молодших розрядів цифрових зображень, що враховують особливості контейнера і використовують ГПВЧ та методи стиснення для зменшення розміру стеганоключа K_l.

Список літератури:

1. Кузнецов О. О., Євсеєв С. П., Король О. Г. Стеганографія : навч. посіб. Харків : ХНЕУ, 2011. 232 с.

2. Генератори псевдовипадкових бітових послідовностей на основі чисельних методів в арифметиці з рухомою комою / В. Максимович та ін. *Сучасна спеціальна техніка*. 2021. Т. 64, № 1. С. 81–92.

3. Горячий О., Максимович В., Шабатура М. Дослідження множини початкових значень генераторів псевдовипадкових чисел на основі арифметики з рухомою комою. *Сучасний захист інформації*. 2024. Т. 58, № 2. С. 91–102.

ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА СУХОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Дзевочко А.І. [1)], Васильєв В.А. [2)]

[1)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова буд. 2,***
E-mail: alona.dzevochko@khpi.edu.ua

[2)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова буд. 2,***
E-mail: stanislav.vasyliev@cit.khpi.edu.ua

Суха демінералізована молочна сироватка – це порошкоподібний продукт, отриманий після висушування сироваток, зокрема підсирної, сирної або казеїнової, з яких попередньо вилучено більшість мінеральних речовин.

Ця сироватка широко використовується як замінник знежиреного сухого молока у складі різних молочних продуктів, збагачуючи їх білками та лактозою й допомагаючи знизити виробничі витрати. Крім того, вона знаходить застосування у м'ясній, кондитерській, хлібобулочній промисловостях, а також служить основою для виробництва замінників грудного молока.

Процес виробництва сухої молочної сироватки є складним та багатостадійним технологічним процесом, що потребує високої точності та ефективності. Використання комп'ютерно-інтегрованої системи керування дозволяє оптимізувати кожний етап виробництва, знижуючи витрати та підвищуючи якість кінцевого продукту. Контролер OMRON CP1L-M60DR-A забезпечує ефективне управління виробничим процесом, а інтеграція із сучасною системою SCADA надає розширені можливості моніторингу, аналізу та автоматизації.

Основні стадії виробництва сухої демінералізованої сироватки:

1. Приймання та підготовка сировини.
2. Видалення казеїнових домішок і жиру.
3. Теплова обробка.
4. Початкове згущення до 18-24% сухих речовин (за допомогою нанофільтрації або зворотного осмосу).
5. Демінералізація до потрібного рівня (наприклад, 50%, 70% або 90%).
6. Дозгущення у вакуумному випарному апараті до 46-55% сухих речовин.
7. Охолодження та кристалізація.
8. Сушка.
9. Пакування та зберігання продукту.

Комп'ютерно-інтегрована система керування (КІСК) на основі контролера OMRON CP1L-M60DR-A – це рішення, яке дозволяє інтегрувати всі етапи виробництва сухої молочної сироватки в єдину автоматизовану систему. Контролер OMRON CP1L-M60DR-A є потужним пристроєм з широким функціоналом, що включає управління аналоговими та дискретними сигналами, контроль температури, тиску та рівня вмісту на кожному етапі виробництва.

КІСК забезпечує керування ключовими етапами процесу:

– приймання та підготовка сировини;
– видалення казеїнових домішок і жиру;
– теплова обробка та згущення;
– сушка, охолодження та кристалізація;
– пакування та зберігання продукту.

Використання SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) забезпечує новий рівень інтеграції та моніторингу технологічного процесу. Сучасні SCADA-системи підтримують широкі можливості візуалізації процесу та миттєвого контролю над ним, що дозволяє знизити ймовірність людських помилок і підвищити продуктивність виробництва.

Система SCADA дозволяє оператору відслідковувати всі етапи виробництва сухої молочної сироватки в реальному часі. Це забезпечує швидку реакцію на зміни параметрів процесу та можливість віддаленого керування з різних пристроїв, що підвищує ефективність керування.

На дисплеї оператора відображаються ключові параметри процесу (температура, тиск, показник вологості, швидкість потоків) у вигляді графіків, схем та анімацій. Це полегшує розуміння загальної картини процесу та сприяє швидкому прийняттю рішень при відхиленнях від норми.

Завдяки інтеграції з контролером OMRON CP1L-M60DR-A, система може виявляти потенційні несправності в обладнанні або процесі, видавати попередження та пропонувати операторам можливі рішення. Це знижує ризик простоїв і втрат продуктивності.

Основна новизна даної комп'ютерно-інтегрованої системи полягає у застосуванні сучасних рішень SCADA для точного контролю над усіма етапами виробництва сухої молочної сироватки. Використання контролера OMRON CP1L-M60DR-A в поєднанні з SCADA-системою надає можливість автоматизації процесів на високому рівні, що раніше було важко досягти з локальними засобами керування.

Список літератури:

1. Власенко В. В., Головко М. П., Семко Т. В., Головко Т. М. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.

2. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI. : Навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. 594 с.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА «ТЕПЛОПУНКТ» З ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ РЕГУЛЮВАННЯ ТА АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НИМИ

Дзевочко О.М. [1)], Переверзєва А.М. [2)], Голубничий Н.М. [3)]
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002
[1)] ***oleksandr.dzevochko@khpi.edu.ua ,***
[2)] ***alevtyna.pereverzieva@khpi.edu.ua ,***
[3)] ***nikita.holubnychyi@cit.khpi.edu.ua .***

Сучасний рівень освіти в значній мірі залежить від результативності впровадження технологій навчання, які ґрунтуються на новітніх методологічних засадах, сучасних дидактичних принципах та педагогічних теоріях, що розвивають практикоорієнтований підхід до навчання. Важливу роль в цьому питанні відіграє лабораторний практикум, який ґрунтується на використанні сучасної лабораторної бази та є невід'ємною частиною навчання студента.

Проєктування даного лабораторного комплекса здійснювалось з урахуванням наступних вимог, які сформовані у результаті багаторічної викладацької діяльності на кафедрі автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу НТУ «ХПІ»: зрозумілість технологічної частини, універсальність та модульність; охоплення широкого кола дисциплін; мати достатню і сучасну технічну базу для здійснення не лише лабораторних робіт а і проведення наукових досліджень; мати можливість змін, нарощування та доповнення об'єктної та приладової баз.

Базова технологічна частина лабораторного комплекса «Теплопункт» (див. рис. 1) складається з рами, на якій розташовано два основних технологічних об'єкта: бойлер з теном та трубчастий теплообмінник, з'єднані трубопроводом з змонтованими датчиками температури (теплоносія в бойлері, теплоносія на вході в бойлер, води на вході в теплопункт, води на виході з теплопункта); кульових регулювальних органів з електродвигунними приводами (на подачі теплоносія в теплообмінник, на подачі холодної води в систему та на байпасній лінії теплообмінника); датчиками витрати (теплоносія з бойлера до теплообмінника, води що подається на підігрів в теплообмінник); циркуляційного насоса теплоносія. Конструкція цієї базової частини лабораторного комплекса є модульною і розбірною, і при необхідності може бути модифікована та доповнена або технологічним обладнанням або засобами автоматизації під потреби досліджень.

За результатами аналізу базового комплекту технологічної частини комплекса можлива реалізація наступних тем досліджень: дослідження та налаштування двопозиційного регулятора температури в бойлері (як механічного так і електронного); дослідження та налаштування одноконтурного регулювання температури; дослідження та налаштування контуру регулювання (стабілізації) витрати; дослідження та налаштування контуру регулювання (стабілізації) співвідношення витрат; дослідження та налаштування багатоконтурного регулювання

температури; дослідження та налаштування регулювання температури шляхом байпасування; дослідження динамічних характеристик об’єктів регулювання (можливе дослідження та порівняння отриманих характеристик при використанні об’єктів з різними параметрами).

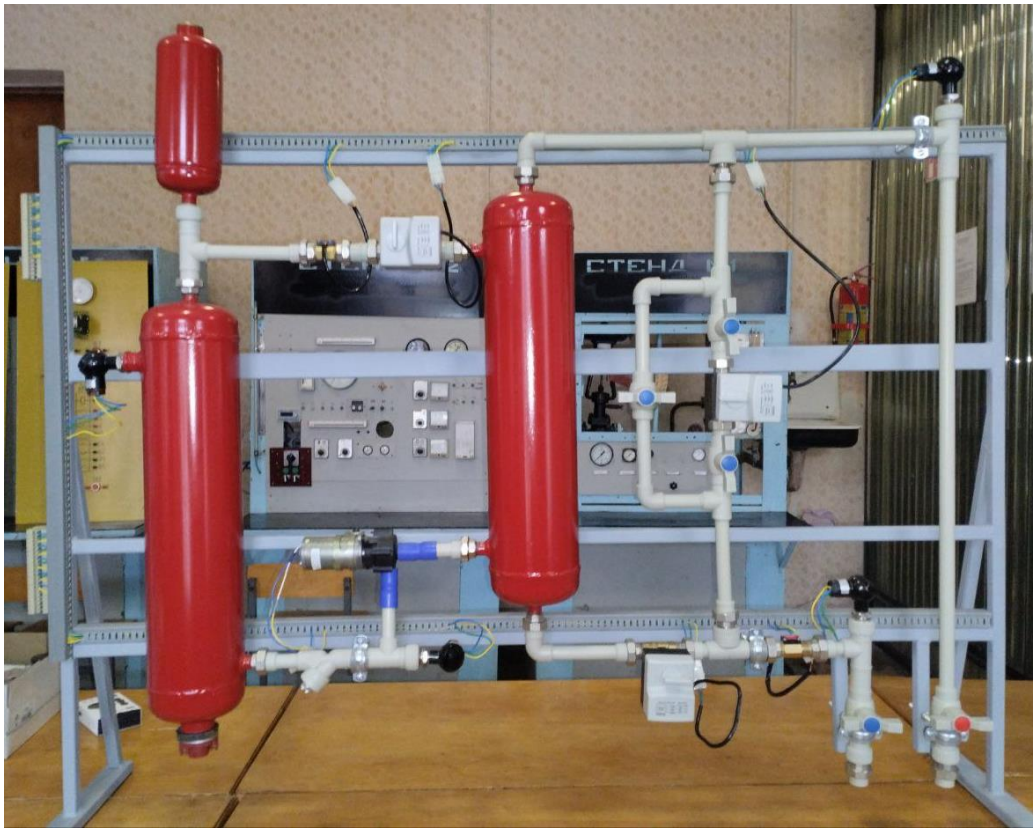


Рис. 1 – Технологічна частина лабораторного комплексу «Теплопункт»

Стенд має широкі можливості і може бути використаний при викладанні наступних дисциплін «Автоматизація технологічних процесів і виробництв», «Комп’ютерне моделювання процесів і систем», «Програмне забезпечення промислових контролерів», «Технічні засоби автоматизації», «Розподілені системи керування».

Для реалізації вищезазначених тем досліджень на даному лабораторному комплексі, запропоновано проєктування двох щитів керування до цієї технологічної частини один на базі локальних засобів автоматизації, другий на базі промислового контролера та персонального комп’ютера (АРМ оператора) з людино-машинним інтерфейсом.

Запропонована концепція використання лабораторного комплексу «Теплопункт» дозволить підвищити практичні навички з аналізу роботи та налагодження компонентів і реалізації автоматичних систем керування від самих простих до сучасних – комп’ютерно-інтегрованих.

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ЗЕФІРУ

Дзевочко А.І.[1)], Переверзєва А.М.[2)], Горгадзе Б.В.[3)]
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002
[1)] ***alona.dzevochko@khpi.edu.ua***
[2)] ***alevtyna.pereverzieva@khpi.edu.ua***
[3)] ***bohdan.horhadze@cit.khpi.edu.ua***

Комп'ютерно-інтегрована система керування являє собою один із найважливіших способів здійснення переходу до якісно нового виробництва за рахунок інтеграції функцій керування технологічними та організаційно-економічними процесами підприємства [1].

Технологічні процеси харчових галузей промисловості мають суттєві особливості:

– різноманітний асортимент, який часто змінюється;

– переробка продуктів, які швидко псуються, що потребує чіткої організації процесів переробки та оптимального режиму управління;

– показники якості сировини змінюються залежно від району вирощування, погодних умов, терміну й умов транспортування та зберігання;

– суворе дотримання рецептур приготування харчових продуктів та технологічних режимів переробки сировини для зберігання смакової та харчової цінності продуктів;

– виключення контакту рук людини з продуктами та сировиною;

– широке застосування безперервних технологічних процесів та поточних ліній для випуску певних виробів, що забезпечується сучасними машинами й апаратами;

– застосування складних фізико-хімічних та біохімічних методів переробки харчових продуктів [2].

Усі ці особливості зумовлюють необхідність застосування комп'ютерно-інтегровані системи керування харчових виробництв на підприємствах усіх рівнів. Одним із таких виробництв є лінія виробництва зефіру.

Зефір – рід цукристих кондитерських виробів; який отримують збиванням фруктово-ягідного пюре з цукром і яєчним білком, з подальшим додаванням у цю суміш будь-якого з формоутворювальних наповнювачів: пектину, агарового сиропу, мармеладної маси. Основними стадіями виробництва зефіру є: приготування рецептурної суміші для збивання відбувається в змішувачі, до якого безперервно надходять усі компоненти суміші – яблуневе пюре, яєчний білок, уварений цукрово-агаровий сироп, кислота з барвником, вся ця сировина надходить до змішувача за допомогою плунжерних насосів. Також до змішувача безперервно подається цукровий пісок через магнітний уловлювач і дозувальний пристрій.

Готова рецептурна суміш надходить зі змішувача до приймальної ємності, з якого шестеренчастим насосом безперервно подається до збивального механізму; водночас до суміші вводять під тиском повітря, що надходить із ресивера через редуктор повітря, де знижується тиск.

Важливим етапом при розробці комп'ютерно-інтегрованої системи керування є розробка схеми автоматизації та вибір контурів регулювання, точок внесення регулюючих впливів, а також контурів контролю. Отже, були вибрані наступні контури: контури регулювання рівня сировини в ємностях шляхом зміни витрати сировини, що подається в ці ємності; контур регулювання рівня цукрового піску в ємності, шляхом вмикання-вимикання приводу шнека; контури регулювання витрати сировини, що надходить в змішувач, шляхом зміни обертів електродвигуна насоса; контур регулювання витрати цукрового піску, що подається в змішувач шляхом зміни швидкості руху стрічки транспортера; контур регулювання температури суміші в змішувачі шляхом зміни витрати гарячої води, що подається на підігрів в сорочку змішувача; контур контролю температури в збивальній машині; контур контролю тиску в збивальній машині; дистанційне керування насосом; контур контролю тиску повітря на лінії подачі повітря до збивальної машини; контур регулювання витрати повітря, що подається до збивальної машини, шляхом зміни положення регулюючого клапану встановленого на цій лінії.

Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи керування неможлива без вибору контрольно-вимірювальних приладів, виконавчих пристроїв та контролерів. Вибір оптимального для даної (описаної вище) задачі контролера ґрунтувався на відповідності функціональних характеристик контролера задачі, яка вирішується при умові мінімальної вартості. І тому було обрано програмований логічний контролер вітчизняного виробництва AQteck ПЛК110-60[U22] [3]. Це лінійка програмованих моноблокових контролерів з дискретними входами/виходами на борту для автоматизації середніх систем. Вони є оптимальні для побудови систем автоматизації середнього рівня та розподілених систем керування.

Для забезпечення робочого місця оператора розроблена програма графічного відображення технологічного процесу з можливістю інтерактивного керування ним.

Список літератури:

1. Пупена О. М., Ельперін І. В., Луцька Н. М., Ладанюк А. П. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник /. Київ: Вид-во «Ліра–К», 2011. 552 с.

2. Черевко О. І., Кіптела Л. В., Михайлов В. М., Загорулько О. Є. Автоматизація виробничих процесів: підручник. Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Харків, 2014. 186 с.

3. ПЛК110[U22]. Програмований логічний контролер. URL: https://aqteck.com.ua/ua/programovani-logichni-kontrolery/plk110-m02-programovanyj-logichnyj-kontroler/shemy-pid-mykannja (дата звернення: 14.11.2024).

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ КЕРУВАННЯ З ОБМЕЖЕННЯМ ДВОХ ФАЗОВИХ КООРДИНАТ

Дудник О.В., Євсіна Н.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002

Зниження витрат енергії на одиницю продукції дозволяє зменшити собівартість та збільшити конкурентоспроможність. Нерідко це дозволяє збільшити надійність та довговічність електрообладнання, а також зменшити потужність двигуна.

У цій роботі розглядається позиційний електропривод постійного струму з двигуном незалежного збудження, що працює в режимі частих пусків, гальмувань і реверсів. Динаміку такого електропривода в режимі регулювання частоти обертання за деяких припущень можна подати у вигляді системи лінійних диференціальних рівнянь у відносних одиницях:

$$\begin{cases} \dfrac{d\varphi}{d\tau} = \omega; \\ \dfrac{d\omega}{d\tau} = \dfrac{1}{\beta_m}(i - m_n); \\ \dfrac{di}{d\tau} = u - \omega - i, \end{cases} \tag{1}$$

де φ – кут повороту, ω – швидкість обертання двигуна, i – струм якоря, u – керуюча напруга, $\beta m = T_м/T_я$, $T_м$ – електромеханічна постійна часу, $T_я$ – електромагнітна постійна якірного ланцюга, τ – відносний час, m_n – відносний момент навантаження.

Ставиться завдання: перевести двигун від однієї сталої швидкості ω_0 до іншої сталої швидкості ω_k за заданий час τ_k так, щоб втрати енергії в якірному ланцюзі

$$q = \int_0^{\tau_к} i^2(\tau)d\tau \tag{2}$$

були мінімально можливими при обмеженні управління, струм якоря і швидкість зростання струму якоря (ривок):

$$\begin{cases} |U(\tau)| \le U_{\max}; \\ i \le \alpha; \\ \dfrac{di}{dt} \le \alpha_{i'}. \end{cases} \tag{3}$$

Використовуючи для розв'язання цієї задачі принцип максимуму, отримуємо, що оптимальне керування має вигляд релейної функції. Але такий самий розв'язок мала б задача оптимальної швидкодії, що суперечить фізичному співвідношенню часу перехідного процесу і витрат енергії. Подальше дослідження

показало [2] наявність виродженого інтервалу керування. Оскільки в системі (1) струм і не може змінитися стрибком, то слід припустити, що інтервал із виродженим керуванням розташовуватиметься між інтервалами з релейною зміною керування u. З іншого боку, наявність обмеження на наростання струму вимагає замість ділянок із релейним керуванням вводити керування за квадратичним законом [2]. При цьому обмеження на величину струму вносить як мінімум один особливий додатковий інтервал, на якому струм утримується на максимально можливому рівні (рис. 1). Цей інтервал характеризується найбільшими втратами енергії. З іншого боку, поява додаткового інтервалу дозволяє підвищити швидкодію. Таким чином, оптимальний по енергозбереженню процес у даному випадку складається з 4-х інтервалів: Т1 – збільшення струму до максимально допустимого значення, Т2 – підтримання максимального значення струму, Т3 – інтервал енергозбереження, Т4 – інтервал гальмування.

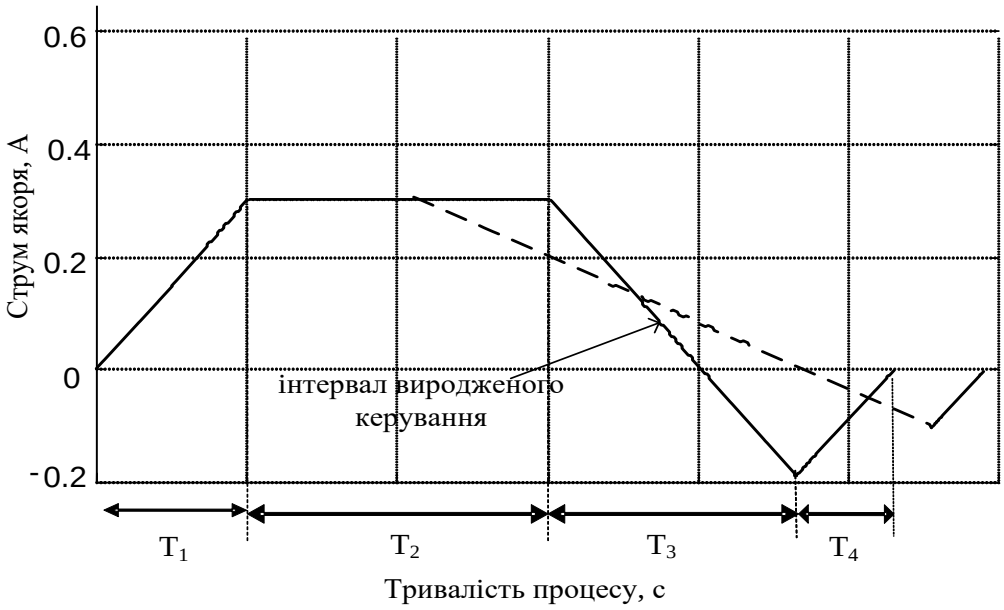


Рис. 1 – Процес енергозберігаючого керування

Якщо на інтервалі енергозбереження зменшити величину швидкості наростання струму (пунктирна лінія на рис. 1), це призведе до зниження витрат енергії. У цьому тривалість інтервалу Т3 зросте, а тривалість Т2 зменшиться. Загальна тривалість процесу управління також зросте.

Список літератури:

1 Рогачев А.И. Минимизация потерь энергии в позиционном тиристорном электроприводе постоянного тока.К.: Енергетика и электрифікація. 2015. №10. С. 36–39.

2. Дудник О. В., Євсіна Н.О. Визначення тривалості оптимального за витратами енергії перехідного процесу // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доп. 31-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023, 17-20 травня 2023 р., Харків: НТУ "ХПІ", 2023. С. 476.

3. Naunin D. The calculations of the dynamic behavior of the electric machines by space-phasors // Elec. Mach. And Electromechan. 2019. № 41. July/August. PP. 33-45.

ТЕОРЕТИКО-ЧИСЕЛЬНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ ЧИСЕЛ ПРОТА

Івашко А.В.[1)], Лунін Д.О.[2)], Затолокін М.А.[3)]
[1)] НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 3 м. Харків, 61002, Andrii.Ivashko@khpi.edu.ua
[2)] НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 3 м. Харків, 61002, Denys.Lunin@khpi.edu.ua
[3)] НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 3 м. Харків, 61002, Mykhailo.Zatolokin@cit.khpi.edu.ua

Завдання оцінювання кореляційних функцій (КФ) та обчислення згорток виникають у різних галузях цифрової обробки сигналів: цифровій фільтрації, виділенні сигналів на фоні шумів та перешкод, стисканні та розпізнаванні зображень.

Як правило, обсяг необхідних обчислень для розрахунку кореляцій і згорток пропорційний N^2, де N – довжина послідовності, що обробляється. Такий обсяг може бути неприпустимо великий при обробці сигналів у реальному масштабі часу, тому було запропоновано більш швидкі алгоритми розрахунку. Один із таких методів передбачає обчислення дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) послідовностей, перемноження коефіцієнтів отриманих ДПФ та обчислення зворотного ДПФ отриманої послідовності. Однак при обчисленні ДПФ послідовностей неминучою є поява комплексних ірраціональних значень, що призводить до ускладнення обчислень.

Інший підхід заснований на так званих теоретико-числових перетвореннях (ТЧП) [1], які аналогічні ДПФ і мають властивість згортки, але коефіцієнти яких приймають тільки цілі значення, що не перевищують деякого максимального значення. ТЧП послідовності x_i, i=0…N–1 визначається наступним чином:

$$X_k = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot g^{ik} \pmod{p}, \qquad (1)$$

де модуль p і довжина послідовності N не мають спільних співмножників, а g обирається так, щоб виконувалася умова $g^N = 1 \pmod{p}$.

При виборі параметрів перетворення (1) до величин N, p, g висуваються такі вимоги. Розмірність перетворення має бути ступенем двійки $N = 2^n$, що дозволяє застосовувати ефективні алгоритми швидких перетворень. Первісний корінь g повинен містити невелику кількість одиниць у двійковому поданні, що спрощує множення на g^{ik} в (1). Значення p повинно забезпечувати простоту підсумовування за модулем (p – як правило, просте число).

Найчастіше, в якості простих модулів використовують числа Ферма $2^{2^m}+1$ і Мерсенна $2^q - 1$ (де q - просте) [2]. Такі числа дозволяють досить просто реалізувати суматори по модулю. Існує, однак, обмежена кількість чисел Мерсенна і Ферма, тому при оптимізації процесорів ТЧП з точки зору розмірності перетворення та ширини розрядної сітки може бути корисним використання в якості модулів p інших чисел, наприклад, чисел Прота.

Число Прота – натуральне число вигляду $P = a \cdot 2^b + 1$, де a є непарним позитивним цілим числом, а b – позитивне ціле число, причому $a \cdot < 2^b$.

Найбільший інтерес в аспекті використання чисел Прота, як основи для ТЧП, викликають прості числа Прота. Перші з них такі: 3, 5, 13, 17, 41, 97, 113, 193, 241, 257, 353, 449, 577, 641, 673, 769, 929, 1153, 1217, 1409, 1601, 2113, 2689, 2753, 3137, 3329, 3457, 4481, 4993, 6529, 7297, 7681, 7937, 9473, 9601, 9857, …

Було проведено пошук простих модулів виду чисел Прота $P = a \cdot 2^b + 1$, які допускають нескладну апаратну та програмну реалізацію ТЧП розмірністю $N = 2^n$. У табл. 1 наведено деякі прості модулі Прота, а також відповідні їм довжини послідовностей N і первісні корені g.

Таблиця 1 – Прості модули Прота

N	a	b	P	g
4096	39	13	319489	2
2048	29	11	59393	3
1024	19	10	19457	5
1024	5	13	40961	40
512	9	11	18433	6
256	13	8	3329	17

Була розроблена структурна схема 12-розрядного суматора для модуля $P = 3329$, обраного з чисел Прота.

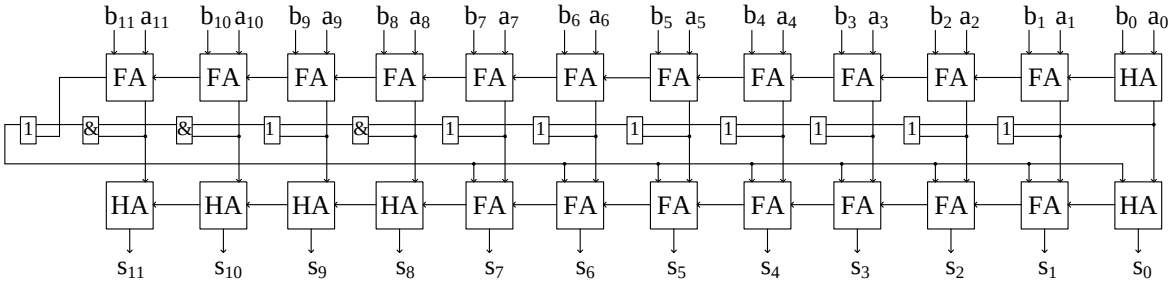


Рис. 1 – Структурна схема суматора для модуля $P = 3329$

У схемі блок FA – повний суматор з трьома входами, а також двома виходами. Блок HA – напівсуматор з двома входами та двома виходами. У схемі передбачено корекцію результату у разі, якщо сума вхідних значень дорівнює або перевищує модуль.

Структура арифметичного блоку була промодельована та протестована в середовищі Active-HDL ver.7.3, що довело її працездатність та можливість побудови процесорів ТЧП на основі ПЛІС або спеціалізованих ВІС.

Список літератури:

1. Andrey Ivashko, Igor Liberg, Denis Lunin. Synthesis of fast-operating devices for digital signal processing based on the number-theoretic transforms // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 1/4 (103) P. 6–10, DOI: 10.15587/1729-4061.2020.194342.

2. Chanho Jeon,Donghoe Heo, MyeongHoon Lee. Efficient Quantum Circuit of Proth Number Modular Multiplication. Information Security and Cryptology // ICISC 2021: 24th International Conference, Seoul, South Korea, December 1–3, 2021, Revised Selected Papers. P. 403–417, https://doi.org/10.1007/978-3-031-08896-4_21

ТЕСТУВАННЯ ГЛУШИЛКИ WI-FI СИГНАЛУ НА ESP8266

Кость П. І.[1)], Гліненко Л. К.[2)]
[1)] ***Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, вул. Професорська 2, 11-й н.к., e-mail : pavlo.kost.mtrte.2023@lpnu.ua***
[2)] ***Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, вул. Професорська 2, 11-й н.к., e-mail: larysa.k.hlinenko@lpnu.ua***

Безпека бездротових мереж є актуальним питанням сучасної інформаційної безпеки. Одним із способів впливу на роботу бездротових мереж є використання глушилок Wi-Fi сигналу [1, 2]. Ключовим компонентом такої глушилки є антена, яка значно впливає на її ефективність.

Мета роботи – порівняти роботу глушилки Wi-Fi, створеної на базі мікроконтролера ESP8266, з антеною та без неї.

У процесі проведення експериментальних досліджень було зафіксовано результати тестування ефективності глушилок з антеною та без неї. Записані дані включають кількість виявлених Wi-Fi мереж, рівень сигналу та характеристики підключення до обраної мережі "Mur2,4ik" (табл.1–2).

Таблиця 1 – Потужності сигналу мереж Wi-Fi з антеною

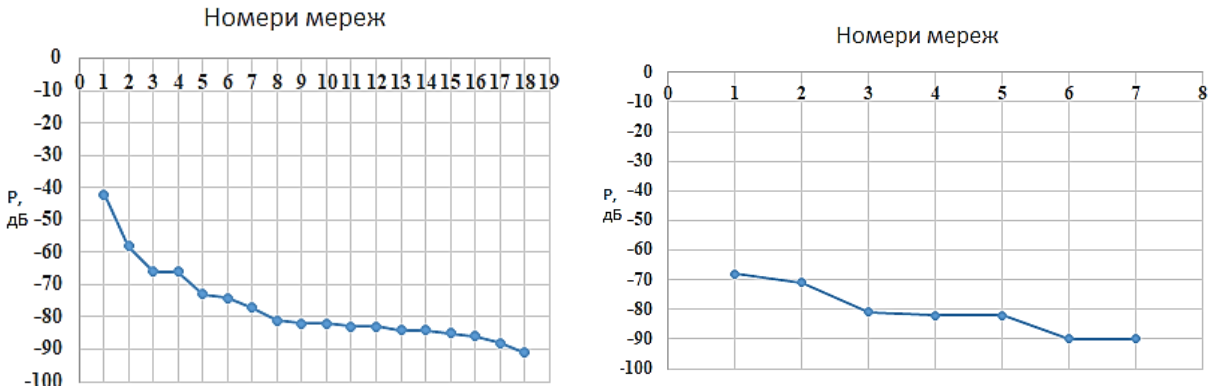
№	Назви мереж	Рівень сигналу, дБ
1	Mur2,4ik	-42
2	Tenda_katrin	-58
3	TP-Link_6D71	-66
4	*Hidden SSID*	-66
5	Ant2084	-73
6	panda	-74
7	TP-Link_675E	-77
8	TP-Link_8738	-81
9	molochni_lany	-82
10	MERCUSYS_568F	-82
11	TP-Link-25-8	-83
12	TP-Link_8E37	-83
13	ZTE_2.4G_vmzrGP	-84
14	TP-LINK_E5A8	-84
15	Kyivstar_58BA	-85
16	TP-Link_5G_Plus	-86
17	TP-Link	-88
18	A52	-91

Графіки потужностей сигналу мереж Wi-Fi з антеною та без антени (рис. 1) наочно демонструють відмінності в ефективності глушіння. На графіку з антеною спостерігається значно вища кількість виявлених мереж і вищі значення сигналу, що підтверджує покращену продуктивність глушилки. У порівнянні з

графіком без антени, де спостерігається зниження дальності дії та ефективності глушіння.

Таблиця 2 – Потужності сигналу мереж Wi-Fi без антени

№	Назви мереж	Рівень сигналу, дБ
1	Mur2,4ik	-68
2	Tenda_katrin	-71
3	*Hidden SSID*	-81
4	TP-Link_6D71	-82
5	TP-LINK_E5A8	-82
6	Ant2084	-90
7	panda	-90



а *б*

Рис. 1 – Графіки потужностей сигналу мереж Wi-Fi:
а – з антеною; *б* – без антени

Таким чином, результати підтверджують, що наявність антени суттєво впливає на можливості глушилки, забезпечуючи кращу взаємодію з Wi-Fi мережами.

Отримані результати можуть бути використані для розробки більш ефективних глушилок Wi-Fi в різних сферах застосування.

Список літератури:

1. Кашкаров А. П. Електронні пристрої для глушіння бездротових сигналів (GSM, Wi-Fi, GPS і деякі радіотелефони). URL: https://balka-book.com/ua/radiolyubitelskie_konstruktsii-187/elektronnyie_ustroystva_dlya_glusheniya_ besprovodnyih_signalov_gsm_wi_fi_gps_i_nekotoryie_radiotelefonyi-36968?srsltid =Afm BOoooGr7fvNqsHeBTkYsyb-BhfKW_bOuAkKXNIyZ0dimQdohNoG-2 (дата звернення: 28.10.2024)

2. Що таке глушіння бездротової системи безпеки та як йому протистояти. URL:https://ajax.systems/ua/blog/what-is-jamming/ (дата звернення: 28.10.2024)

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

Красніков І. Л., Приймачук Д. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002

Повітророзподільні установки (ПРУ) є ключовими елементами для виробництва технічних газів, таких як азот, який має важливе значення у хімічній промисловості, зокрема в процесах виробництва аміаку та азотних добрив. Забезпечення безперебійної роботи ПРУ критично важливе для стабільності виробничих процесів. Для ефективного управління технологічними процесами та безперебійної подачі газів необхідні комп'ютерно-інтегровані системи керування (КІСУ), які гарантують високу надійність і стабільність роботи установки.

Комп'ютерно-інтегровані системи керування для ПРУ в виробництві азоту забезпечують постійний моніторинг технологічних параметрів, таких як тиск, температура, рівень в резервуарах та витрати газів. Вони дозволяють автоматично регулювати ці параметри для підтримки оптимальних умов роботи установки. Крім того, система забезпечує високу безпеку, автоматично виявляючи аварійні ситуації, такі як надмірний тиск або температура, і своєчасно сповіщаючи операторів про загрози. Важливим аспектом є інтеграція різного обладнання, від компресорів і насосів до теплообмінників і фільтрів, що дозволяє забезпечити їх ефективну роботу в рамках єдиної автоматизованої системи. Це також сприяє зменшенню ймовірності технічних збоїв і підвищенню загальної надійності процесу.

Для забезпечення ефективного управління та інтеграції всіх компонентів ПРУ у виробництві азоту доцільно використовувати розподілену систему керування (DCS). Ця система дозволяє централізовано контролювати всі підсистеми, забезпечуючи зручне управління через єдину інформаційну мережу. DCS здатна обробляти великий обсяг даних в реальному часі, що є важливим для промислових установок з високою інтенсивністю процесів. Інтеграція таких систем зменшує час на налаштування і коригування параметрів, що допомагає досягти більш високої продуктивності та ефективності.

Для таких установок, які потребують стабільного і безперебійного керування складними технологічними процесами, найкращим вибором є використання мережі PROFIBUS. Ця мережа забезпечує високу швидкість передачі даних до 12 Мбіт/с і дозволяє здійснювати ефективний обмін інформацією між контролерами та польовими пристроями в реальному часі, що є критично важливим для підтримання стабільної роботи установки.

Для ефективної роботи в рамках промислової мережі PROFIBUS необхідно використовувати спеціалізоване обладнання, яке підтримує цей протокол. Підбір відповідних пристроїв є ключовим етапом при створенні комп'ютерно-інтегрованих систем керування, оскільки від цього залежить безперебійна робота всієї системи. Вибір обладнання, що підтримує PROFIBUS, має велике значення

для забезпечення сумісності з іншими компонентами системи, такими як програмовані логічні контролери (PLC), датчики, приводи, модулі вводу/виводу та інші периферійні пристрої. Оскільки PROFIBUS є широко поширеним стандартом, найкращі результати досягаються при використанні обладнання, розробленого спеціально для роботи з цим протоколом.

Враховуючи ці вимоги, нами було обрано обладнання фірми Siemens, яка пропонує широкий спектр пристроїв для підтримки протоколу PROFIBUS, зокрема PLC S7-1500, що забезпечує повну сумісність з цим протоколом. Для інтеграції польових пристроїв були обрані відповідні модулі вводу/виводу (I/O) серії Siemens, зокрема аналогові модулі Siemens SM 1231, цифрові модулі Siemens SM 1234 та модулі розширення ET 200SP. До складу системи також увійшли спеціалізовані процесори та адаптери, наприклад, CP 1516-3, які підключають контролери Siemens S7 до мережі PROFIBUS.

Siemens також розробляє датчики і приводи, які безпосередньо інтегруються в мережу PROFIBUS, що забезпечує безперебійний обмін даними. Для вимірювання температури, тиску та рівня були вибрані датчики серії SITRANS. Наприклад, SITRANS TS100 – датчик температури, що підключається до мережі PROFIBUS для точного вимірювання температури. Для вимірювання тиску використовується SITRANS P – серія датчиків тиску, що підтримує PROFIBUS. Для вимірювання рівня були вибрані SITRANS LR – радарні датчики рівня, які також інтегруються через PROFIBUS.

Щодо приводів, для регулювання швидкості і напрямку обертання були обрані SINAMICS V90 – серія серводвигунів, а також інвертори SINAMICS G120. Ці пристрої мають вбудовану підтримку PROFIBUS і забезпечують ефективне управління привідними системами. Також були обрані SIMOTICS серії привідних двигунів та SIZER для налаштування і підключення приводів до системи автоматизації через PROFIBUS. Ці пристрої гарантують стабільний обмін даними в реальному часі та підтримують безперебійне функціонування системи.

Висновки: Розподілені системи керування (DCS) та промислові мережі, такі як PROFIBUS, є основою для побудови сучасних автоматизованих установок для виробництва технічних газів. Вибір цих технологій значно підвищує ефективність і безпеку виробничих процесів, забезпечує безперервність роботи і знижує ймовірність технічних збоїв. Інтеграція різних пристроїв через стандартні мережі дозволяє адаптувати систему до змінюваних виробничих вимог, забезпечуючи легкість модернізації та розширення. Приділення уваги інтеграції сучасних технологій у виробництві забезпечує значні переваги в обробці даних та управлінні процесами в реальному часі, що в свою чергу підвищує конкурентоспроможність і адаптивність підприємства.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

Переверзєва А.М.[1)], Птиченко О.Р.[2)]
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002
[1)] alevtyna.pereverzieva@khpi.edu.ua
[2)] oleksii.ptychenko@cit.khpi.edu.ua

Згідно нормативно-правового документу «ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі», індивідуальний тепловий пункт (ІТП) – це комплекс пристроїв, який розташований у відокремленому приміщенні, призначений для розподілу тепла, що надходить з теплової мережі до системи опалення, вентиляції або гарячого водопостачання житлових і виробничих приміщень відповідно до встановлених для них видом і параметрами теплоносія [1].

Індивідуальний тепловий пункт має такі види теплових навантажень:

- система гарячого водопостачання призначена для постачання споживачів гарячою водою.

- система опалення призначена для обігріву приміщень з метою підтримки у них заданої температури повітря.

У ІТП повинно бути розміщено обладнання, арматура, пристрої контролю, управління і автоматизації, за допомогою яких здійснюють:

– регулювання температури теплоносія за погодними умовами;

– зміна і контроль параметрів теплоносія;

– облік теплових навантажень, витрат теплоносія і конденсату;

– регулювання витрат теплоносія;

– захист локальної системи від аварійного підвищення параметрів теплоносія;

– заповнення та підживлення систем опалення;

– -комбіноване теплозабезпечення з використанням теплової енергії від альтернативних джерел [1, 2].

Всі ці завдання реалізуються за рахунок автоматизації ІТП. Автоматизація ІТП – це встановлення на елементах тепломережі пристроїв, що дозволяють здійснювати збирання та зберігання інформації про стан обладнання, передавати дані в систему диспетчеризації, забезпечувати регулювання та керування технологічними параметрами роботи теплопунктів в автоматичному режимі та вирішувати інші завдання.

У даному проекті система автоматизації ІТП виконана на базі –програмованого логічного контролеру Delta Electronics DVP20EX2. Контролер Delta Electronics DVP20EX2 має 4 аналогові входи, 2 аналогові виходи (12 біт) і температурні модулі (з вбудованими апаратними ПІД-регуляторами) з роздільною здатністю 14-біт. Маючи функцію ПІД-регулювання з авто налаштуванням, даний контролер є оптимальним рішенням для аналогового керування невеликими установками.

Згідно мети керування ІТП – підтримання температури теплоносія у контурах систем опалення та гарячого водопостачання, залежно від температурних умов на вулиці та кількості споживаної енергії, обрані наступні контури контролю, регулювання та точок внесення регулюючих впливів: контроль витрати (лічильник) теплової енергії, що використовується на підігрів води та опалення; регулювання температури в системі опалення шляхом зміни витрати теплоносія, що подається на підігрів в теплообмінник опалення, з корекцією по зовнішній температурі; контроль витрати теплоносія на додавання в систему опалення; дистанційне керування насосами; регулювання температури води в системі гарячого водопостачання в системі шляхом зміни подачі теплоносія до теплообмінника гарячого водопостачання; контроль температури живильної води в системі гарячого водопостачання; контроль витрати живильної в системі гарячого водопостачання; контроль перепаду тиску на фільтрах; контур захисту від підвищення тиску в напірних трубопроводах; контроль температурив води на лінії циркуляції гарячого водопостачання.

Для контуру регулювання температури води в системі гарячого водопостачання була отримана перехідна характеристика на одиничний східчастий вплив по каналу «Витрата теплоносія (води) на вході в теплообмінник гарячого водопостачання – температура води на вході до споживача». У результаті апроксимації перехідної характеристики на ЕОМ методом Симою були отримані постійні часу характеристичного рівняння. Також було визначено структурну схему автоматичної системи регулювання даного контуру (рис.1).

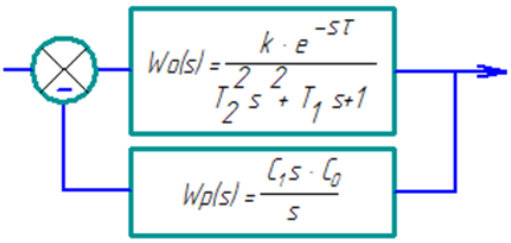


Рис. 1 – Структурна схема АСР

Для реалізації програми в середовищі WPLSoft з керування циркуляційним насосом магістралі гарячого водопостачання (МГВП) був складений перелік змінних користувача, після чого проведена реалізація алгоритму керування на мові LD та на мові IL.

Список літератури:

1. Теплові мережі : ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинний від 2009-01-07].–Київ : Міненерго України, 2009. – (Державні будівельні норми України).

2. Індивідуальний тепловий пункт для багатоквартирного будинку: схеми та рішення: веб-сайт. URL: https://aw-therm.com.ua/individualnij-teplovij-punkt-shemi-ta-rishennya/ (дата звернення: 12.05.2024).

3. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи: навч. посіб. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 380 с.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Сальніков Д. В.[1)], Ольшевський А.В. [2)]

[1)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002, dmytro.salnikov@khpi.edu.ua***

[2)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002, asd.andry.asd@gmail.com***

Проблематика організації безпеки та ефективності дорожнього руху в місті та за його межами є однією з актуальних проблем сучасних мегаполісів. Затори в місті можуть бути суттєво зменшені завдяки використанню сучасних алгоритмів обробки зображень та штучного інтелекту. Подібні системи дозволяють суттєво підвищити пропускну здатність автомобільних шляхів та поліпшити час пересування містом, перевозки вантажів, доставки товарів, тощо, що робить їх невід'ємною частиною систем «розумного» міста.

Традиційні системи світлофорів та дорожніх знаків не беруть до уваги інформацію про інтенсивність руху полосами дороги в поточний момент часу, кількість та тип автівок на дорозі, кількість пішоходів тощо. Автоматизоване ж керування подібними об'єктами вимагає великої кількості людських ресурсів та складно піддається формалізації, що може призводити до помилок в наслідок людського фактору. Проблематика керування дорожнім трафіком та оптимізації подібних об'єктів розглянуті в [1, 2].

Автомобільні перехрестя та методи оптимізації алгоритмів перемикання світлофорів можуть бути розглянуті математично за допомогою апарату Марківських ланцюгів та систем масового обслуговування. Такий підхід дозволяю проводити моделювання системи за різноманітних умов та перехідних процесів. Тим не менше даний підхід вимагає проведення додаткових досліджень інтенсивності руху в різний час доби, що є досить трудоємним та складним процесом в умовах сучасного міста.

Системи обробки зображень та штучного інтелекту суттєво спрощують та дозволяють автоматизувати процес оцінки інтенсивності руху, кількості та типу учасників дорожнього руху і, у той самий час, алгоритми які побудовані на принципах штучного інтелекту не прив'язані до конкретних перехресть, автівок, погодних умов чи обладнання. Питання побудови систем керування заснованих на принципах та алгоритмах штучного інтелекту розглянуті в [3-5].



Рис. 1 – Модулі системи керування

На рисунку 1 розглянуто модулі системи керування перехрестям що використовує систему сегментації зображень за допомогою штучного інтелекту. Передбачено модулі покращення зображення зчитаного з камер спостереження за дорогою, обробки даних за допомогою нейронної мережі, фільтрації результатів, прийняття рішення щодо необхідних дій системи та керування світлофором.

Однією з найбільш ефективних нейронних мереж, що вирішує задачі сегментації зображення на поточний момент є Yolo - модель виявлення об'єктів у реальному часі та сегментації зображення [6]. Використання цієї нейроннох мережі дає можливість уникнути необхідності коштовністної та скаладної процедури навчання системи штучного інтелекту, адже вона навчена розпізнавати автомобілі різних типів. Крім того, ця технологія дозволяє виконувати обробку потоку зображень в режимі реального часу, що є критичним для задач керування дорожнім рухом.

Слід зазначити що система потребує налаштування під певні дорожні умови, конфігурацію перехрестя, відео апаратуру та кути розташування камер. Крім того існують ризики прийняття невірного рішення через помилки під час обробки зображення, затримки в конвеєрі обробки даних. Системи регулювання дорожнього що описується має додатковий модуль прийняття рішення, що дозволяє накласти додаткові обмеження на рішення системи штучного інтелекту. Таким чином система уникає взаємовиключних сигналів світлофорів з різних боків перехресть, пішохідних світлофорів, обмежує час перебування системи в певному стані і таке інше.

Таким чином, використання систем штучного інтелекту дозволяє уникнути використання людини під час керування рухом не знижуючи параметри безпеки на дорозі та підвищити співвідношення ефективності до ціни керування. Таке рішення усуває необхідність централізованого управління рухом міста і дозволяє організувати систему розгалужених систем управління ділянками доріг.

Список літератури:

1. H. Abouaïssa, "Model-Free Control for Real-Time Dynamic Traffic Routing Problems," 2022 8th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), Istanbul, Turkey, 2022, pp. 519-524, doi: 10.1109/CoDIT55151.2022.9804112.

2. Mandhare, Pallavi A., Vilas Kharat, and C. Y. Patil. "Intelligent road traffic control system for traffic congestion: a perspective." International Journal of Computer Sciences and Engineering 6.07 (2018): 2018.

3. Agrahari, Anurag, et al. "Artificial Intelligence-Based Adaptive Traffic Signal Control System: A Comprehensive Review." Electronics 13.19 (2024). P 3875.

4. Kommineni, Manasa, and K. K. Baseer. "An Architecture and Review of Intelligence Based Traffic Control System for Smart Cities." EAI Endorsed Transactions on Energy Web 11 (2024).

5. Saleem M, Abbas S, Ghazal TM, Khan MA, Sahawneh N, Ahmad M. Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using machine learning techniques. Egyptian Informatics Journal.2022; 23(3). PP. 417-426.

6. Joseph Redmon,Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, - Joseph Redmon, arXiv (https://arxiv.org/abs/1506.02640), 2016.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ MULTILAYER PERCEPTRON ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ДВИГУНІВ ГЕЛІКОПТЕРІВ

Шалімов О. Є.[1)], Москальчук О. О.[2)]

[1)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002, email: Oleksandr.Shalimov@infiz.khpi.edu.ua

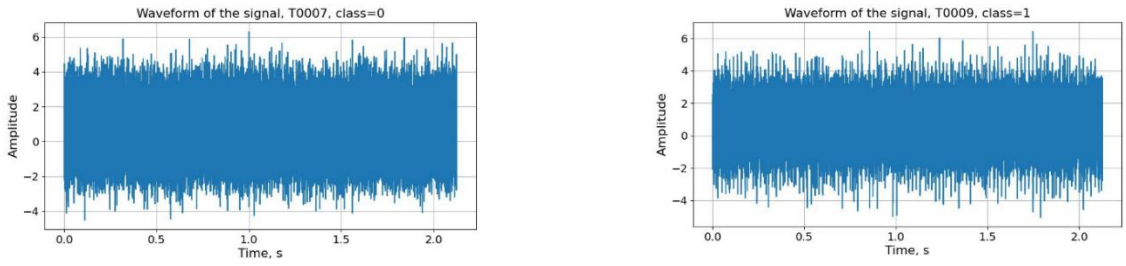
[2)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002, email: Oleksandr.Moskalchuk@infiz.khpi.edu.ua

На сьогодні питання технічного обслуговування гвинтокрилів є актуальним, бо від цього залежить безпека екіпажу. Тому важливо розуміти в якому стані перебувають складові механізми гвинтокрила. Класичні підходи до обслуговування часто залежать від суб‘єктивних оцінок, що може призвести до помилок через людський фактор. Метою роботи є розробка математичного апарату для автоматизованої оцінки стану механізмів.

Алгоритм машинного навчання на базі нейромережі – це сучасний та оптимальний підхід для аналізу, саме він був обраний для вирішення проблеми класифікації даних через його здатність ефективно обробляти великі обсяги даних. Цей метод дозволяє з високою точністю визначити стан механізмів і забезпечує можливість проведення технічного огляду гвинтокрилів за необхідності.

Протестовано методи конволюційних нейромереж, zero-shot та multilayer perceptron (MLP), було обрано останній через його найкращі результати у порівнянні з іншими методами. Його застосування дозволило відокремити робочі механізми від механізмів із дефектами.

Основні матеріали досліджень. Як вхідні дані використовуються 1158 векторів, що містять інформацію про вібрації механізмів гвинтокрила, розмір кожного вектора складає 93752 значення. Попередньо відомо, до якого класу належить кожен з них (0 – робочий механізм, 1 – пошкодження двигуна). Розроблено алгоритм для класифікації цих векторів. Приклад вектору чисельних значень вібрацій з механізмів гвинтокрила з поломкою наведено на рис. 1.



а б

Рис 1 – Приклади вхідних даних (а – вектор вібрацій механізмів з робочого гвинтокрила (0 – клас), б-вектор вібрацій з механізмів гвинтокрила, який має пошкодження та повинен пройти техогляд (1 – клас))

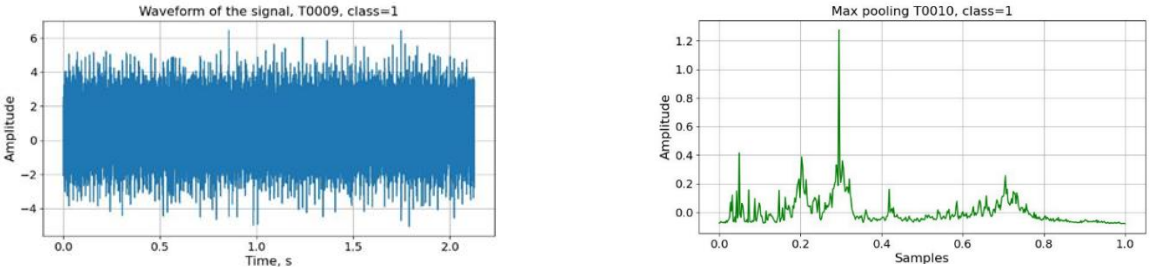
Було написано нейромережу на базі MLP на основі алгоритму зворотного поширення помилки. Цей метод реалізується через підбір вагів та зміщень, де наступний шар було обчислено в загальному вигляді за формулою:

$$a^{(l+1)} = W^{(l)}a^{(l)} + b^{(l)}$$

де:

- $W(l)$— матриця ваг для l- го шару,
- $b(l)$— вектор зміщення для l-го шару.

Спочатку вектор стиснуто задля зменшення витрат часу та технічних ресурсів; створено вектор-амплітуду вхідного вектору за допомогою дискретного перетворення Фур'є, взято модуль й зміщено на -0.1 щоб враховувати в аналізі від'ємні значення. Взято максимальні піки. Після цих дій на вхід нейромережі потрапляло 469 значень. Така різниця є доволі вагомою у кількості ресурсів навчання (рис 2).



а б

Рис 2 – Приклади обробленого вектора вхідних даних, який подається на вхід нейромережі (а – вектор вібрацій механізмів з повністю робочого гвинтокрила до обробки, б – та після)

Вектори даних було розділено на три групи: тренувальні (100 векторів), тестові (1158) та валідаційні (100). Реалізовано метод стохастичного градієнтного спуску — метод обчислення похідних по функції втрат задля її мінімізації для обчислення вагів та зміщень.

Результатом даної роботи є те, що на тестовій виборці векторів вібрацій, яка становила 1158 вектори, на 1058 з яких нейромережа не навчалась, вона дала

можливість визначити зі 100-відсотковою вірогідністю працездатність двигуна.

Висновок. Використання нейромережі, розробленої на базі методу MLP та використання стохастичного градієнтного спуску для навчання, є ефективним та універсальним рішенням при розв'язанні схожих задач класифікацій. Дослідження показало, що навіть без глибоких архітектур можна досягти високої точності, оптимізувавши багатошаровий перцептрон.

СЕКЦІЯ 2. МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

MODERN PHYSIOTHERAPY METHODS

Arif Ozdemir[1)], Kostiantyn Kolisnyk
[1)] NTU "KhPI", Kharkiv, st. Kirpichova, 2, arif.ozdemir@ieee.khpi.edu.ua

Introduction. Physiotherapy has become a vital component of modern medicine, focusing on restoring movement and function to individuals facing physical challenges due to injury, illness, or disability. As an evidence-based practice, it utilizes various therapeutic techniques and modalities to alleviate pain, promote mobility, and enhance the quality of life for patients. With advancements in technology and a deeper understanding of human physiology, physiotherapy methods have evolved significantly.

This article aims to explore contemporary physiotherapy techniques, their clinical applications, and the wide range of conditions they effectively address, emphasizing their critical role in holistic healthcare.



Fig. 1 – Physiotherapy in rehabilitation and treatment

Clinical Applications of Modern Physical Therapy.

Neurological Disorders: Physiotherapy plays a critical role in the management of neurological disorders such as Parkinson's disease, multiple sclerosis, and stroke rehabilitation. Tailored rehabilitation programs can significantly improve motor function and quality of life.

Orthopedic Conditions: Physiotherapy is integral to the recovery process for musculoskeletal injuries, osteoarthritis, and post-operative rehabilitation. A systematic review found that patients who received physiotherapy post-surgery had shorter recovery times and better functional outcomes.

Pediatric Applications: Physiotherapy effectively addresses developmental conditions in children, including motor delays and coordination issues. Techniques such as play therapy can enhance engagement and improve outcomes.

Gynecological Applications: Specialized physiotherapy can support women during prenatal and postnatal periods, addressing issues such as pelvic pain and urinary incontinence. According to the Journal of Women's Health Physical Therapy, women who engaged in physiotherapy during pregnancy reported lower levels of pain and improved mobility.

Pain Management: Chronic pain management through physiotherapy incorporates various modalities to reduce pain and improve function, offering patients a non-pharmacological alternative to pain relief.



Fig. 2 – Artificial Intelligence and Robotics

Future Trends in Physical Therapy.

Artificial Intelligence (AI) and Robotics. In AI and robotics are revolutionizing physiotherapy by providing personalized treatment plans based on patient data. These technologies can analyze movement patterns and predict rehabilitation outcomes, enhancing the precision of therapy.

Virtual Reality (VR) in Rehabilitation. VR technology offers immersive environments that engage patients during rehabilitation exercises. By making therapy enjoyable, patients are more likely to adhere to their treatment regimens, leading to improved outcomes.

Telephysiotherapy. Telehealth services enable physiotherapists to monitor patients remotely and provide virtual consultations, increasing accessibility to care. The COVID-19 pandemic accelerated this trend, with a reported 300% increase in telehealth utilization.

Regenerative Therapies. Combining physical therapy with regenerative medicine techniques, such as stem cell therapy, shows promise for accelerating recovery in patients with severe injuries or degenerative conditions.

Challenges and Considerations.

Accessibility: Advanced physiotherapy treatments can be costly and may not be available in all regions, potentially widening health disparities.

Training and Expertise: Ensuring that physiotherapists are adequately trained to utilize advanced technologies is essential for maximizing patient benefit.

Patient Compliance: Adherence to rehabilitation protocols is crucial for success. Strategies to enhance patient motivation and engagement must be developed.

Regulatory Issues: As new technologies emerge, navigating the regulatory landscape is vital to ensure safe and effective practices.

Cultural Attitudes: Varied cultural perceptions of physiotherapy can affect its acceptance. Education and outreach are needed to enhance understanding and integration into healthcare.

List of references:

1. Walter R. Frontera, Joel A. DeLisa, Bruce M. Gans, Nicholas E. Walsh, Lawrence R. Robinson, et al.. Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice. Publication: Faculty Book Display Case. https://hslic-unm.on.worldcat.org/oclc/752384720

2. Ogrodnik, P. J. Medical Device Design: Innovation from Concept to UK: Elsevier Science. https://www.google.com.ua/books/edition/Medical_Device_Design/7iu7DwAAQBAJ

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 Proceedingsthis link is disabled, Moldova, Chisinau - 2022, #87, pp. 681–690. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-92328-0_86

THE QUALITY OF DIAGNOSTICS OF BIOMEDICAL SIGNALS IMPROVING TECHNOLOGIES

Maryna Arkhyrei[1)], Oleg Melnykov[2)]
[1)] National Aviation University (Kyiv, Ukraine), Kyiv, str. L. Huzar,1, senior teacher, marina_arkhyrei@ukr.net
[2)] National Aviation University (Kyiv, Ukraine), Kyiv, str. L. Huzar,1, associate professor, melnykov_@ukr.net

As a rule, the quality of the process of diagnosing bioobjects depends on its main components - the determination and processing of a set of biosignals characterizing the relevant physiological indicators of the state of human health, and the formation and research of biomedical images of human organs for clinical analysis. Improving the quality of diagnosis is ensured by the quality of visualization of biomedical signals and images, which, in turn, requires the use of high-class medical devices on the one hand, and the use of special application software for processing signals and images on the other [1].

All biomedical signals to be analyzed are measured in a laboratory, office or other environment. Signal quality improvement - optimal filtering (removal or reduction of the noise component), extraction of information from signals or frequency separation of several signals, where semantically relevant parameters (also called features) are obtained, which can be used as input data for further diagnostic decision-making [2,3].

To implement adaptive filtering, an adaptive rejection filter is used; the impulse response of the filter has two coefficients [4,5]. Figure 1 presents the results of using ECG signal filtering methods.

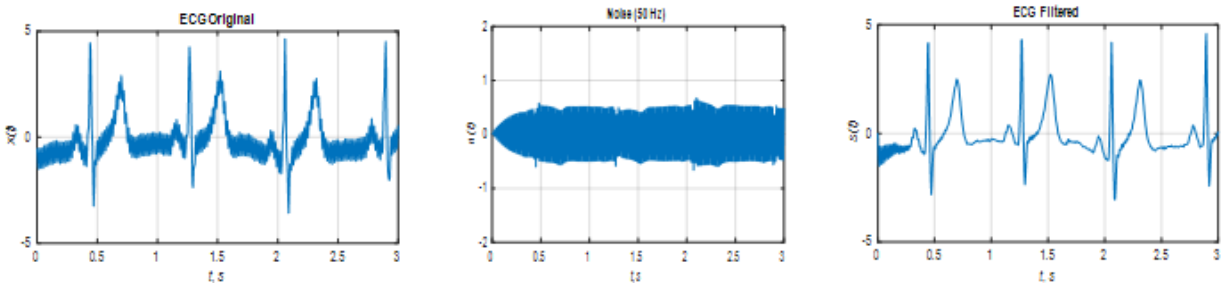


Figure 1. Original signal – interference – filtered signal respectively.

The efficiency of processing depends on the adequacy of the model describing the image, which is necessary for the development of processing algorithms. The image model represents a system of functions that describe the essential characteristics of the image:

- the brightness function, which reflects the change in brightness in the image plane,
- spatial spectra and spectral intensities of images,
- autocorrelation functions.

To form assessments [6] of image quality, the following image parameters are considered: the arithmetic average value of brightness, the completeness of the use of brightness gradations, the sharpness of the image and its generalized contrast. The results of the computer experiment are shown in Fig. 2, Table 1 presents the received numerical assessments of image quality.

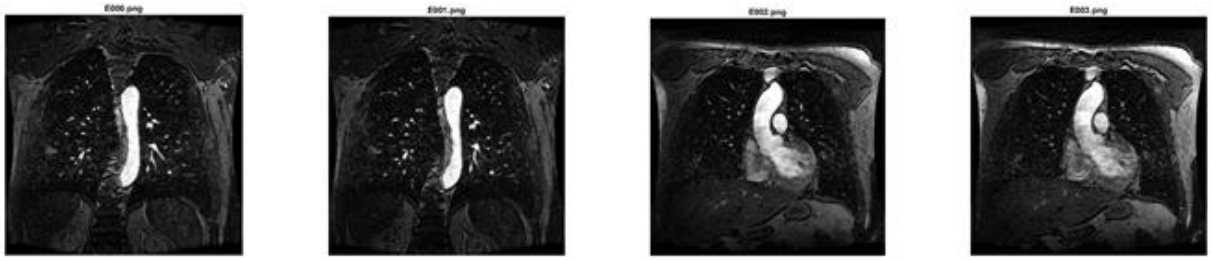


Figure 2. – X-ray images studied

Table 1 - Image quality indicators

Image	Quality indicators				
	The level of adaptation of the visual system LQ	Using KQ brightness gradations	Sharpness R	Contrast KC	Integral index Q
E000.png	0.2794	0.1608	0.5052	0.1810	0.4108
E001.png	0.2520	0.1608	0.4557	0.1673	0.3089
E002.png	0.3192	0.2863	0.4520	0.2545	1.0512
E003.png	0.3591	0.2666	0.5116	0.2889	1.4154

Reference list:

1. Visualization of medical and biological data. URL: https://studfile.net/preview/2283393/, (date of application: 24.10.2024).

2. Fundamentals of registration and analysis of biosignals. Study guide/O.G. Avrunin, V.V. Semenets, V.G. Abakumov, Z.Yu. Gotra, S.M. Zlepko, A.V. Kipenskyi, S.V. Pavlov – Kharkiv: KhNURE, 2019. – 400 p.

3. Kolomiets R.O., Nikitchuk T.M., Morozov D.S. Acquisition, transformation and processing of biosignals: Study guide for students of specialty 163 "Biomedical engineering" - Zhytomyr, State University "Zhytomyr Polytechnic", 2023. - 293 p.

4. Diniz Paulo S.R. Adaptive Filtering. Algorithms and Practical Implementation / Paulo S.R Diniz. 3-rd Ed. – Springer, 2008. – 636 p.

5. Processing of biomedical signals. Study guide / M. Yu. Burychenko, O. V. Bulygina, Yu. Yu. Onikiyenko, M. V. Arkhirey, - K.: NAU, 2017. - 220 p.

6. Medical image quality metrics. https://cyberleninka.ru/article/n/metriki-kachestva-meditsinskih-izobrazheniy/viewer *(date of application: 24.10.2024).*

THE BIO-OBJECTS DIAGNOSTIC PROCESS QUALITY ASSESSING TECHNOLOGY

Olena Monchenko[1)], Oleg Melnykov[2)]

[1)] National Aviation University (Kyiv, Ukraine), Kyiv, str. L. Huzar,1, associate professor, monchenko_olena@ukr.net

[2)] National Aviation University (Kyiv, Ukraine), Kyiv, str. L. Huzar,1, associate professor, melnykov_@ukr.net

The diagnosis of the body and its systems (subsystems) can be interpreted as a technological process of measuring (determining) the physiological indicators of the human body to assess its functional state (Fig. 1) (different criteria are used, which can be divided into generalized and partial groups [1,2]).

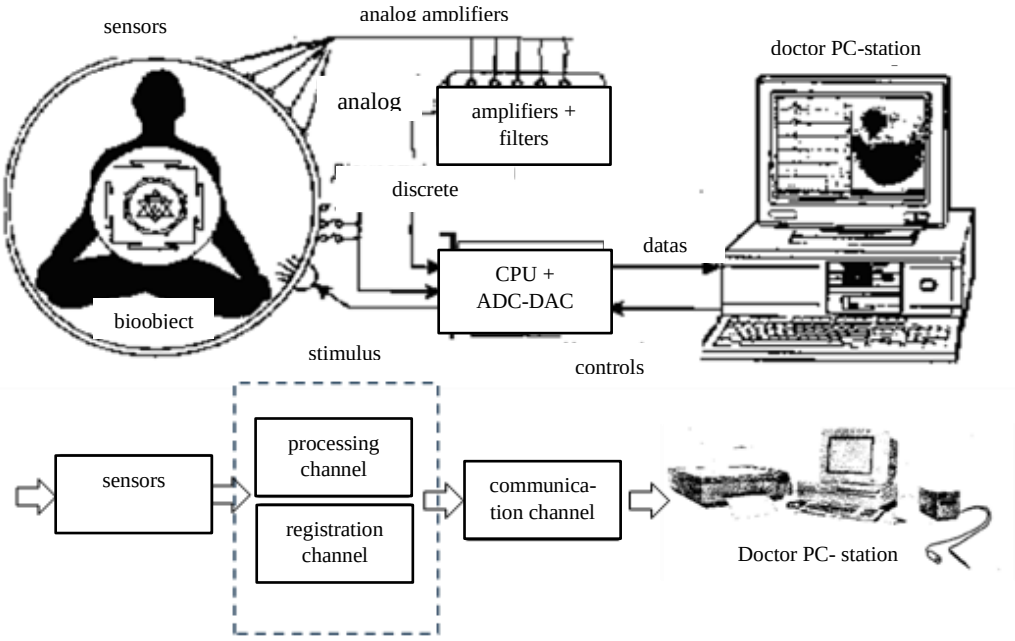


Fig. 1 – Diagnosis process

The use of generalized criteria faces the difficulties of bringing the effect of the application of the system to a single scale, therefore, a system of partial criteria is also used in quality assessment:

$$W=\frac{(\sum H_{oi} - \sum H_i)}{\sum H_{oi}}, \quad (1)$$

$$Hoi = -[Poi \log 2\ Poi+(1- Poi)\log 2\ (1-Poi)]; \quad (2)$$

$$H_i = -[P_i \log_2 P_i+(1-P_i)\log_2 (1-P_i)], \quad (3)$$

where *Hoi*, *Hi* - entropy of diagnosis objects by the *i*-th parameter before and after diagnosis; *Poi*, *Pi* - apriority and posteriority probabilities of failure-free operation of diagnostic objects according to the *i*-th parameter.

Partial criteria characterize the effectiveness of individual diagnostic indicators

and define a number of criteria for evaluating and comparing different variants of the diagnostic system:

Probability of diagnosis error Pij of type *"i;j"* (probability of joint occurrence of two events - object of diagnosis is in state *i,* and as a result of diagnosis is in state *j*). When *"i=j",* the indicator *Pij* characterizes the possibility of correctly determining the functional state of the object (person).

The assessment of the quality of the diagnostic process is carried out according to technical, ergonomic and physical indicators using the methods of quasimetric and multidimensional scaling, thus, the quality of the results of diagnostic measurements should be assessed by the integral dependence of the above indicators, which has the form [3]:

$$K = f(K_1, K_2, ..., Kn),$$

where $K_1, K_2, ..., K_n$ — unit indicators of the quality of measurement results.

The most widely used is the complex evaluation method, which uses a generalized indicator taking into account the weighting factor of each indicator (determined by an expert method). For the quantitative determination of the diagnostic efficiency criterion – ***max P*** (the quality of the indicator):

$$Pk = maxK == f(M_a \sum_{i=0}^{l} m_{ai}K_{ai} + M_b \sum_{i=l+1}^{p} m_{bi}K_{bi} + M_c \sum_{i=p+1}^{g} m_{ci}K_{ci} + M_d \sum_{i=g+1}^{n} m_{di}K_{di} \quad (4)$$

where *l, p, g, n* — the number of properties characterizing the quality of the indicator; *Ma, Mb, Mc, Md* — weighting coefficients of the relative quality indicator for each group of properties characterizing the quality of the indicator, i $Ma + Mb + Mc + Md = 1$; *mai, mbi, mci, mdi* — weighting coefficients of each *i*-th relative quality indicator in each group of properties, and $\sum_{i=0}^{l} m_{ai} = \sum_{i=l+1}^{p} m_{bi} = \sum_{i=p+1}^{g} m_{ci} = \sum_{i=g+1}^{n} m_{di} = 1$; *Ki* — the numerical value of each relative indicator in each property group.

The properties characterizing the quality of system (subsystem) indicator diagnostics can be combined into the following groups: *a* — functional properties, complexity; *b* — properties characterizing reliability, stability, stable properties; *c* — properties of aesthetic (ergonomic) content, informativeness, dimensions (mass); *d* — specific properties: autonomy, compactness, etc. The mode of operation of OD can affect the level and stability of group properties *b, c, d* and will not affect the properties of group *a*, because they are determined by the aim.

Reference list:

1. Medical informatics. URL: https://repo.knmu.edu.ua/items/317dea3e-7140-41a6-808f-0d787436f0b6 (date of application: 24.10.2024).

2. Organization of assessment of medical technologies. URL: https://www.dec.gov.ua/materials/derzhavna-oczinka-medychnyh-tehnologij/?role=ua (date of application: 24.10.2024).

3. Evaluation of product quality by the method of quasimetric and multidimensional scaling. URL: https://buklib.net/books/36016/ . (date of application: 24.10.2024).

ЦИФРОВА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СИСТЕМ

Бабік А.О., Терещенко М.Ф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, пр. Берестейський, 36,
ympalymp14@gmail.com, agfarkpi@i.ua

Цифрова обробка зображень в ультразвукових системах має ключове значення для багатьох галузей, зокрема медицини, промисловості та неруйнівного контролю матеріалів[1]. Завдяки можливості візуалізувати внутрішні структури об’єктів без інвазивного втручання, ультразвукові системи значно полегшують якість діагностики [2]. Проте зображення, отримані за допомогою ультразвуку, часто супроводжуються шумами та артефактами, що ускладнює їх точну інтерпретацію. Впровадження методів цифрової обробки, таких як фільтрація шумів, покращення контрасту та сегментація, дозволяє підвищити якість і надійність зображень, що робить дослідження в цій галузі вкрай актуальними.[3].

В медицині ультразвукова діагностика(УД) широко використовується для обстеження внутрішніх органів, виявлення пухлин та інших патологій. Цифрова обробка зображень дозволяє медичним фахівцям отримувати зображення високої якості та достовірності, що полегшує діагностику. В автоматизованих системах цифрової обробки зображень можливо виконувати аналіз з мінімальним втручанням спеціалістів, що особливо актуально в масових скринінгів і зменшенні впливу людського фактору [5].

Ультразвукові системи функціонують на основі передачі та відбиття високочастотних звукових хвиль. Ці хвилі генеруються спеціальними датчиками, що направляють імпульси у досліджуване середовище. Відбиваючись від різних шарів тканин чи матеріалів, хвилі формують зображення внутрішньої структури об'єкта. На отримане зображення впливають параметри матеріалу, зокрема щільність та акустичний імпеданс, які визначають, процентний вклад сигналів, що відбиваються чи поглинаються. Таким чином, особливості відображення ультразвукових хвиль дозволяють аналізувати структуру та виявляти скриті аномалії.[6].

Саме тому цифрова обробка зображень ультразвукових систем, є досить актуальною у наш час.

Запропонований нами алгоритм цифрової обробки дозволяє відстежувати зміни в стані пацієнта протягом лікування, що особливо важливо для моніторингу прогресу або регресу хвороби. Завдяки аналізу серії ультразвукових знімків, отриманих на різних етапах лікування, можна отримувати кількісні показники змін у структурі або розміри ураженої ділянки. Фіксація цих даних у стовпчасту діаграму забезпечує наочне відображення динаміки, дозволяючи лікарю оцінювати ефективність лікування та приймати обґрунтовані рішення щодо подальших кроків терапії. Такий підхід полегшує інтерпретацію результатів і забезпечує контроль за станом пацієнта. На рис.1 зображена стовпчаста діаграма.

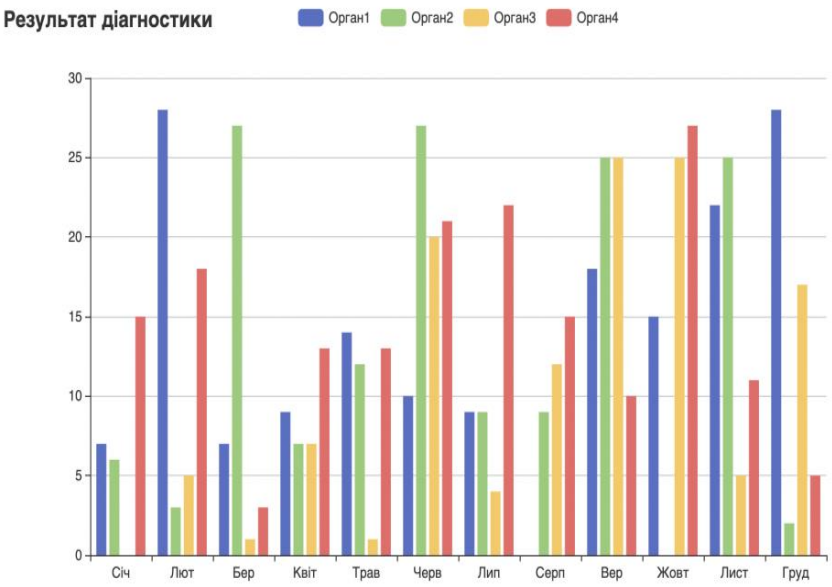


Рис. 1 – Стовпчаста діаграма з результатами УД

Висновки: таким чином, цифрова обробка зображень ультразвукових систем є потужним інструментом, що дозволяє покращити точність діагностики, підвищити надійність та знизити витрати часу на аналіз. Завдяки використанню сучасних алгоритмів, цей процес стає все більш автоматизованим, що відкриває нові можливості для медицини, промисловості та інших галузей.

Список літератури

1. Павлов, С. В., Ровіра, Х. Р. У. , Холін, В. В. , Никифорова, Л. Є., Терещенко, М. Ф. і Комарова, О. С. «Імітаційне моделювання процесів міграції фотонів в біологічному середовищі », *Опт-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 46, вип. 2, с. 105–116, Груд 2023.

2. Рубін, М. А., Синичкин, В. А. (2006). Цифрова обробка медичних зображень. Біомедична радіоелектроніка, 3, 12–18.

3. Матвієнко С. М. Вплив процесів конвекції в рідині на похибку вимірювання теплопровідності методом прямого підігріву термістора / С. М. Матвієнко, Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, А. М. Матвієнко // Наукові вісті НТУУ ―КПІ. – 2017. – № 4. – С. 121–130

4. G. Tymchik, M. Tereshchenko, O. Lyashenko, O. Gnateyko, “Research of the influence of laser radiationon temperature processes in biological tissues”, Bull. Kyiv Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak., is. 49(1), pp. 153-158, 2015.

5. Седов, В. В., Козлов, В. В. (2015). Фізичні основи ультразвукової діагностики. Фізика медичних технологій, 4(1), 5–14.

6. Ковальчук, П. В. (2018). Інтеграція штучного інтелекту в ультразвукові системи. Науковий вісник НТУ "ХПІ", 5, 24–30.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ І ПОПЕРЕДНЬОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БОЛЬОВИХ ПОДІЙ У НОВОНАРОДЖЕНИХ

Бондарев В.Р., Іванько К.О., Попов А.О., Карплюк Є.С.[1)], Корогод Н.С.[2)]
[1)] ***Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, пр. Перемоги 37, vbondarev-ee23@lll.kpi.ua***
[2)] ***Професійна школа медичний професій кантону Во, Лозана, Швейцарія***

Метою роботи є виявлення больових явищ та маркерів болю у новонароджених із використанням нейронних мереж і аналіз можливості використання донавчання нейронної мережі для поліпшення точності класифікації. Розуміння механізмів, що лежать в основі больової реакції у новонароджених, є важливим для розробки ефективних стратегій боротьби з болем і зменшення негативних факторів, пов'язаних з болем у немовлят. У роботі використовуються два набори даних електроенцефалографії (ЕЕГ), зареєстрованих за стандартною системою "10-20" розміщення електродів, для новонароджених [1] і дорослих [2]. ЕЕГ сигнали було відфільтровано для видалення артефактів. Для фільтрації ЕЕГ сигналу використано смуговий фільтр Баттерворта 4-го порядку з частотами зрізу 0,5 і 70 Гц. Загороджувальний фільтр із вузькою смугою пропускання використовується для фільтрації перешкоди від мережі промислового електроживлення частотою 50 Гц. Automatic and Tunable Artifact Removal Algorithm [3] використовується для видалення артефактів ЕЕГ з бета-параметром 0,15. Канали C4 і Cz аналізувались також додатково окремо від повного набору відведень, оскільки є найбільш інформативними для дослідження болю відповідно до [4]. Сигнали ЕЕГ сегментовано на дві епохи: 2 секунди до больового стимулу і 2 сек після. Ці дані представляють два класи: 1 – "до больової події", 2 – "після". Таким чином, в роботі окремо аналізувались два набори даних: з 20 і 2 каналами ЕЕГ, по 110 сегментів ЕЕГ в кожному з 2х класів. Згорткові нейронні мережі є ефективними для аналізу ЕЕГ сигналів, зокрема для визначення пов'язаних з болем змін в сигналі, завдяки їх здатності вивчати складні, нелінійні зв'язки в даних великої розмірності. Проведено навчання нейронних мереж архітектур *Shallow ConvNet* і *EEGNet* як з використанням попереднього навчання на даних для дорослих, так і без нього. Результати машинного навчання моделей для архітектур *Shallow ConvNet* і *EEGNet* наведено в табл. 1. Проведено аналіз впливу співвідношення кількості епох попереднього навчання з використанням ЕЕГ сигналів дорослих і навчання на даних для немовлят, а також впливу кількості даних для попереднього навчання на точність навчання (рис. 1). Показано можливість використання попереднього навчання моделей нейронних мереж, зокрема для ініціалізації параметрів, а також обмеження даного підходу. Найкраща точність моделі без попереднього навчання у випадку використання *Shallow ConvNet* на повному наборі каналів становить 84,44%, а найкраща точність моделі з попереднім навчанням на ЕЕГ сигналах дорослих пацієнтів становить 91,11% для аналогічних вхідних даних ЕЕГ немовлят.

Таблиця 1 – Точність класифікації для моделей *EEGNet* та *Shallow ConvNet* (%)

		EEGNet			*Shallow ConvNet*		
		1 клас	2 клас	Загальна точність	1 клас	2 клас	Загальна точність
20 каналів ЕЕГ	З попереднім навчанням	85.71	58.33	71.11	100	83.33	91.11
	Без попереднього навчання	85.71	70.83	77.78	90.48	79.17	84.44
2 канали ЕЕГ	З попереднім навчанням	76.19	66.67	71.11	80.95	87.5	84.44
	Без попереднього навчання	90.48	54.17	71.11	90.48	54.17	71.11

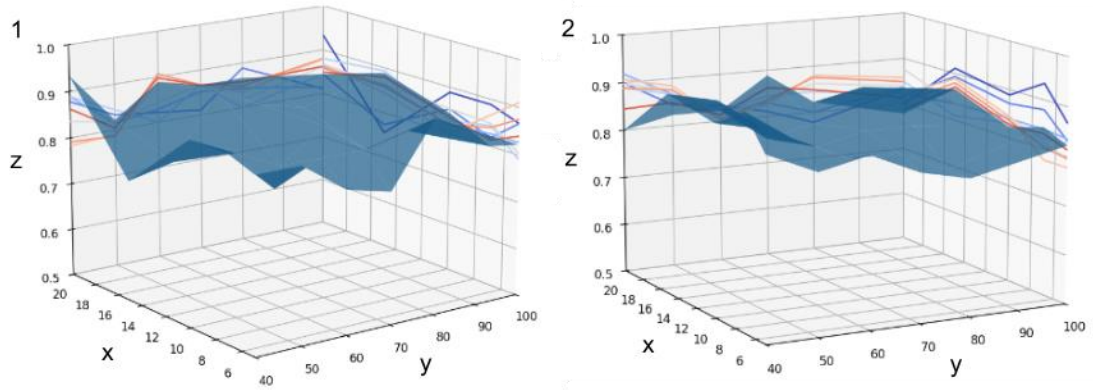


Рис. 1 – Аналіз впливу періодів попереднього навчання з використанням ЕЕГ дорослих (x) і навчання (y) з використанням ЕЕГ немовлят на точність моделі (z) *Shallow ConvNet* для 700 (1) та 1200 (2) сигналів, використаних для попереднього навчання

Висновок: Продемонстровано можливості використанні додаткових наборів даних для попереднього навчання нейронних мереж. Хоча попереднє навчання можна використовувати для ініціалізації моделі та оптимізації навчання, а також для підвищення точності у разі використання неповних даних, воно вимагає ретельного відбору даних із відповідністю методів збору та дизайну експерименту. Крім того, використання даних дорослих для попереднього навчання може вносити додаткову помилку, коли йдеться про визначення маркерів болю у новонароджених. Найвища точність моделі без попереднього навчання у випадку використання *Shallow ConvNet* на повному наборі каналів становить 84,44%, а найкраща точність моделі з попереднім навчанням на ЕЕГ сигналах дорослих пацієнтів становить 91,11% для аналогічних вхідних даних у вигляді ЕЕГ сигналів немовлят.

Список літератури:

1. Jones, L. et al.: EEG, behavioural and physiological recordings following a painful procedure in human neonates. Scientific Data. 5:1-10. (2018).

2. Laura Tiemann et al: Distinct patterns of brain activity mediate perceptual and motor and autonomic responses to noxious stimuli. Nat Commun. 2018; 9: 4487.

3. Bajaj, Nikesh, et al. “Automatic and tunable algorithm for EEG artifact removal using wavelet decomposition with applications in predictive modeling during auditory tasks.” Biomedical Signal Processing and Control 55 (2020): 101624.

4. Safa Talebi et al: A Novel Channel Selection Approach for Human Neonate’s Pain EEG Data Analysis (2022).

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО ГЕНЕРУВАННЯ ОКИСУ АЗОТУ ДЛЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗАДАЧ В КАРДІОЛОГІЇ

Войтович С.А., Томашевський Р.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2
serhii.voitovych@ieee.khpi.edu.ua

Застосування окису азоту (NO) в медицині стає передовим рішенням, особливо для терапії серцево-судинних та неврологічних захворювань. NO відіграє важливу роль як біомодулятор, сприяючи розширенню судин, зниженню артеріального тиску та поліпшенню кровообігу. Проте сучасні методи доставки NO передбачають використання громіздкого стаціонарного обладнання, що обмежує мобільність пацієнтів і доступність лікування. Мета нашого дослідження – створити портативний, екологічний пристрій для стабільного генерування NO безпосередньо з повітря, без використання хімічних реагентів. Це рішення робить NO-терапію доступною в умовах телемедицини, що надає можливість дистанційної терапії для пацієнтів із серцево-судинними захворюваннями.

Існуючі методи доставки NO спираються на хімічні генератори або газові балони, що потребують великих стаціонарних установок і складного обладнання. Це значно обмежує мобільність, доступність і економічність, створюючи труднощі у випадках, де необхідні портативні рішення. У галузі існує гостра потреба в стійких технологіях, які забезпечуватимуть дистанційну доставку NO, зокрема для пацієнтів із хронічними серцево-судинними захворюваннями.

Електророзрядний метод генерації NO з повітря демонструє значний потенціал для забезпечення мобільної NO-терапії. Цей підхід використовує високовольтні розряди для активації азоту і кисню, що призводить до утворення NO. Основними параметрами, які впливають на чистоту NO і зменшення побічних продуктів, таких як NO_2, є рівень напруги, частота розрядів і тривалість імпульсу. Налаштування цих параметрів дозволяє забезпечити:

Екологічність – NO утворюється безпосередньо з повітря, без потреби в додаткових реагентах.

Контроль чистоти – Чистота NO регулюється шляхом налаштування параметрів розряду для зменшення токсичних побічних продуктів.

Мобільність – Компактний дизайн електророзрядного генератора дозволяє інтегрувати його в портативні медичні пристрої, роблячи його зручним для дистанційного застосування.

Попередні дослідження підтверджують, що електророзрядний метод дозволяє стабільно і безпечно генерувати NO для терапевтичного використання. Основні результати включають:

Висока чистота NO: Налаштування параметрів дозволить отримати NO з високою чистотою і мінімальною кількістю побічних продуктів.

Стабільність прототипу: Пристрій працює надійно навіть при тривалому використанні, забезпечуючи стабільний терапевтичний ефект.

Мобільність і компактність: Розроблювальна технологія добре підходить для телемедичних застосувань, що дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг та лікування.

Портативний генератор NO відкриває нові можливості для телемедицини, зокрема:

Дистанційний моніторинг – Лікарі можуть дистанційно відстежувати стан пацієнтів за допомогою портативних пристроїв.

Інтерактивна діагностика – Рівні NO надають важливу діагностичну інформацію для онлайн-оцінки.

Персоналізація – Дозування NO можна адаптувати під індивідуальні потреби пацієнта для оптимальної терапії.

Запропонована технологія електророзрядного генерування NO з повітря є перспективним кроком для медичних застосувань, зокрема в кардіології та неврології. Ця технологія підтримує створення компактних, екологічних пристроїв для дистанційного лікування, підвищуючи доступність терапії для пацієнтів із хронічними захворюваннями. Оптимізація параметрів забезпечує високу чистоту і стабільність NO, роблячи технологію безпечною та ефективною для широкого застосування.

Список літератури:

1. Kim, J. H., & Park, Y. J. (2018). *Nitric oxide's role in cardiovascular health: Applications and recent advancements*. Journal of Cardiology and Therapy, 7(3), 120-128. (Дослідження про вплив NO на серцево-судинну систему та нові методи доставки.)

2. Thomas, R. W., & Lin, C. T. (2019). *Portable nitric oxide generators for remote cardiovascular therapy: A review*. Biomedical Engineering Insights, 15(4), 203-210. (Огляд технологій портативної генерації NO для кардіологічних застосувань.)

3. Zhao, H., & Li, F. (2020). *Innovations in plasma-based NO generation for therapeutic applications*. Plasma Medicine, 10(1), 45-56. (Розробка електророзрядних методів отримання NO для медицини.)

4. Singh, P. K., & Ahmad, T. (2021). *Environmental and therapeutic implications of nitric oxide delivery systems*. International Journal of Medical Innovations, 9(2), 98-110. (Дослідження екологічних підходів до терапії NO.)

АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕТОДІВ ПЛАНТОГРАФІЇ

Галушко Д.Є., Носова Т.В., Крівєнцова О.В., Семашко С.А., Аврунін О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, 61116 м.Харків, пр. Науки 14, e-mail: oleh.avrunin@nure.ua

Плоскостопість – це прогресуюче захворювання стоп людини, яке призводить до їх деформації та погіршення виконання їх функцій [1, 2]. Для діагностики плоскостопості використовується плантографія – метод дослідження, який дозволяє лікарю отримати точну картину стану стопи пацієнта, що необхідно для вибору правильного лікування або підбору корегуючи ортопедичних устілок. На сучасному етапі для реалізації методу плантографії (отримання зображень відбитків стоп) використовуються спеціальні пристрої – плантографи [1-3]. Більшість з них засновані на пасивному принципі отримання діагностичних даних – цифровому фотографуванні або відбитків стоп з прозорої скляної платформи з відповідним освітленням та віддзеркаленням нижньої частини, або прямою реєстрацією термозображень відбитків стоп за рахунок використання спеціальних термочутливих плівок. Такі засоби дозволяють в медичній практиці проводити діагностику різних патологічних станів стопи, зокрема, таких як плоскостопість, деформація, неправильний розподіл навантаження та інших [3, 4]. Однак, отримані цифрові зображення потребують автоматизованого аналізу для визначення основних геометричних властивостей відбитків стоп. Тому, актуальною задачею є розробка методів та відповідного програмного забезпечення для створення автоматизованих діагностичних пантографічних систем.

Аналіз пантографічних зображень будь якої модальності включає в себе попередню обробку, сегментацію відбитків стопи та визначення геометричних показників для подальших розрахунків. Попередня обробка повинна включати до себе фільтрацію артефактів та вирівнювання освітленості [5, 6]. Перше завдання реалізується на основі медіанної фільтрації, яку можна адаптувати до вхідних зображень та використовувати за ітераціями до повного усунення завад, друге завдання – на основі взаємодії з усередненим зображенням для компенсування неоднорідного освітлення на різних ділянках вхідних зображень.

Сегментація зображень відбитків стоп за граничним значенням інтенсивності за шкалою RGB не дозволяє точно визначити області стоп як за звичайним оптичним, так і термографічним методом [7, 8]. При цьому доцільно перейти до кольорової системи HSV та визначити необхідні ділянки за граничними значеннями базового відтінку H з урахуванням показників інших кольорових компонент системи. Попередня обробка зображень спрямована саме на те, щоб використовувати глобальні (для всього зображення) граничні значення для сегментації (використання динамічних порогів призведе до додаткових артефактів, які можуть ускладнити, або унеможливити подальший опис зображення [9]. Далі на сегментованих зображеннях на основі морфологічних операцій визначаються границі відбитків стоп та знаходяться в автоматизованому режимі координати характерних точок методом аналізу контурів для подальших геометричних

розрахунків, які будуть включати в себе визначення співвідношень та відповідних коефіцієнтів в залежності від реалізації того, чи іншого діагностичного підходу.

Автоматизація методів плантографії потребує комплексного підходу, який заснований на попередньої обробки вхідних зображень, сегментації відбитків стопи, отримання координат характерних точок, геометричних побудов та визначення діагностичних показників. Метод може застосовуватись дистанційно за допомогою телемедичних сервісів [10, 11]. Перспективою роботи є розробка та адаптація методів і відповідного програмного забезпечення для пантографічних зображень різних модальностей.

Список літератури:

1. Абрамов В., Клапчук В., Неханевич О. Фізична реабілітація, спортивна медицина: підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / ред.: В. Абрамов, О. Смирнова. Дніпропетровськ : Журфонд, 2014. 456 с.

2. Цапенко В. В., Терещенко М. Ф. "Метод до-слідження біомеханічних параметрів стопи людини", Вчені записки Таврійського націона-льного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічнінауки, No 29, с. 51–59, 2018.

3. Гозак С. В. Особливості формування порушень опорно-рухового апарату у дітей старшого дошкільного віку / С. В. Гозак, А. М. Парац, Т. В. Станкевич, О. Т. Єлізарова, В. П. Киселевська // Довкілля та здоров'я. – 2013. – №3 (66). – С. 62–66.

4. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

5. Тымкович М. Ю. Использование DICOM изображений в медицинских системах / М. Ю. Тымкович, О. Г. Аврунин, В.В. Семенец // НТУУ «КПІ» Техн. електродинаміка :Темат. вип. : Силова електроніка та енергоефективність, (СЕЕ'2012)». – Київ : НТУ «ХПИ». – 2012. – С. 178-183. ISSN 1607-7970.

6. Шамраева Е.О, Аврунін О.Г. Побудова моделей черепних імплантантів по рентгенографічним даним// Прикладна радіоелектроніка.– 2005.– Т4, С. 441– 443.

7. Avrunin OG Visualization of the ventrolateral nucleus of the thalamus of the human brain / O.G. Avrunin, V.V. Semenets, S.Yu. Maslovsky // Radioelectronics and Informatics. – P. 132-134.

8. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю.Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.

9. Шамраева, Е.О. Вибір метода сегментації кісткових структур на томографічних зображеннях /Е.О. Шамраева, О.Г. Аврунін // Біоника інтелекта: інформация, мова, інтелект.– 2006.– № 2 (65). – С.83–87.

10. Sokol, Y., Avrunin, O., Kolisnyk, K., & Zamiatin, P. (2020). Using medical imaging in disaster medicine. Paper presented at the 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems, IEPS 2020 - Proceedings, 287-290. doi:10.1109/IEPS51250.2020.9263175

11. Kolisnyk, K., Deineko, D., Sokol, T., Kutsevlyak, S., & Avrunin, O. (2019). Application of modern internet technologies in telemedicine screening of patient conditions. IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T, 459-464. doi:10.1109/PICST47496.2019.9061252.

РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАФЕДРИ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Гоцуляк Є. С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна yehor.hotsuliak@nure.ua

Електронний веб-додаток «Каталог обладнання BME» створений для забезпечення зручного доступу до інформації про медичне та спеціалізоване обладнання, що використовується на кафедрі біомедичної інженерії. Користувачі можуть легко знайти інформацію про обладнання, його технічні характеристики, функціональність, можливості застосування в практичній діяльності, а також отримати рекомендації щодо ефективного використання [1].

Однією з головних переваг веб-додатку є його доступність для широкого кола користувачів: викладачів, студентів, дослідників та медичних працівників, які працюють у закладах охорони здоров'я, навчальних та науково-дослідних установах. «Каталог обладнання BME» забезпечує швидкий доступ до інформації, що робить його незамінним інструментом для тих, хто регулярно використовує або обслуговує спеціалізоване обладнання. Завдяки розробленому каталогу користувачі мають можливість не лише переглядати технічні описи, а й ознайомитися з прикладами практичного використання [2].

Для зручності користувачів веб-додаток пропонує інтуїтивну систему навігації, що включає численні фільтри, які дозволяють швидко відсортувати обладнання за різними параметрами (рис. 1). Це значно оптимізує процес пошуку та робить роботу з додатком максимально комфортною.

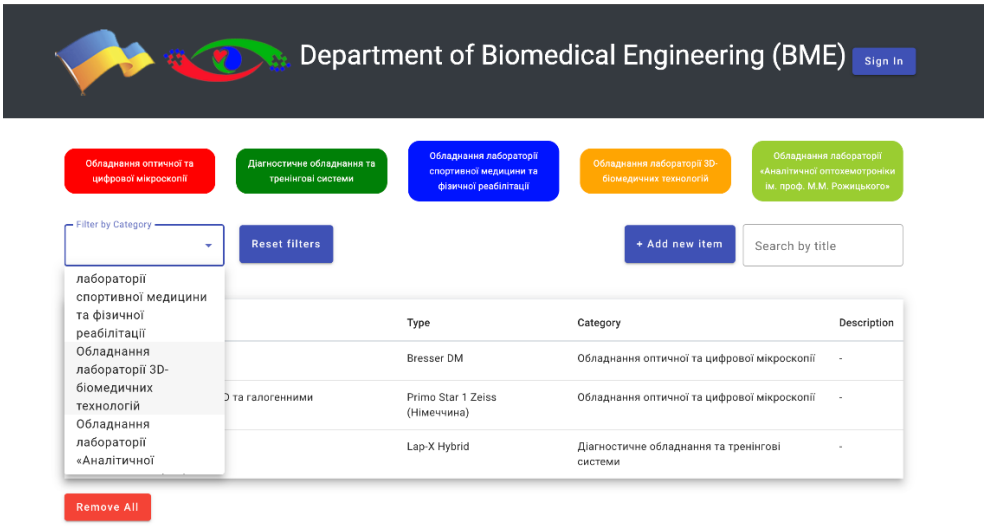


Рис. 1 – Приклад системи фільтрів у веб-додатку «Каталог обладнання BME»

Технічне рішення для веб-додатку базується на сучасних технологіях, що забезпечують високу продуктивність (рис. 2). Основні технології включають:

Angular (TypeScript, HTML, SCSS, Angular Material) – фронтенд-інструмент для побудови користувацького інтерфейсу додатку. Angular дозволяє

створювати зручний і функціональний інтерфейс, що підтримує взаємодію користувача з каталогом.

TypeScript – забезпечує підвищену надійність коду завдяки статичній типізації та полегшує підтримку складного коду.

HTML використовується для створення розмітки веб, тоді як SCSS – для оформлення цієї розмітки та надання вигляду інтерфейсу користувача [3].

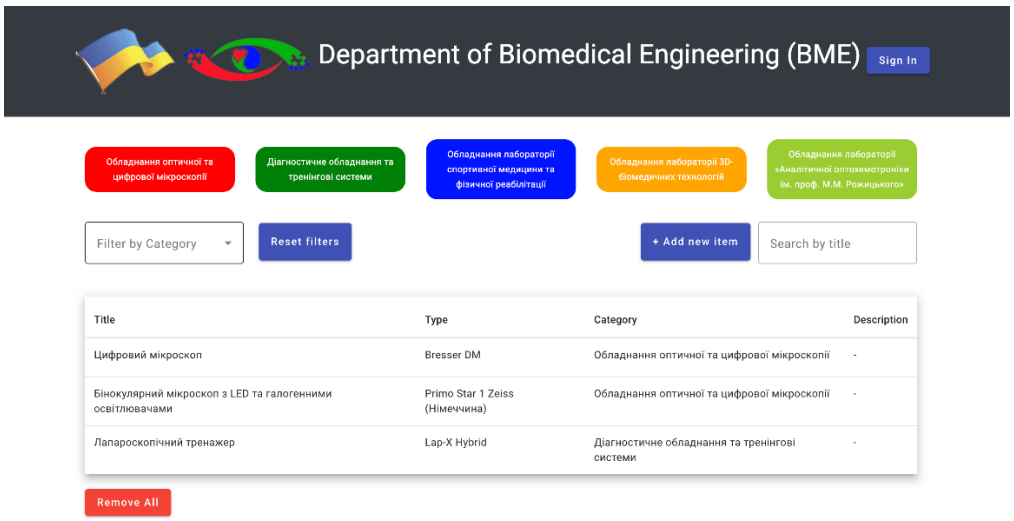


Рис. 2 – Взаємодія технологій у веб-додатку «Каталог обладнання BME»

Реалізація веб-додатку «Каталог обладнання BME» є важливим кроком у підвищенні доступності інформації про спеціалізоване обладнання. Користувачі можуть легко отримувати доступ до каталогу з будь-якої точки світу, де є Інтернет, що робить додаток універсальним інструментом для співробітників кафедри та їх партнерів. Більш того, каталог має значний потенціал для розвитку: його можна оновлювати і вдосконалювати, впроваджуючи нові функціональні можливості. У майбутньому веб-додаток може бути інтегрований з іншими системами, що зробить його ще більш корисним і ефективним [4].

Список літератури:

1. Duckett, D. (2011). HTML and CSS: Design and Build Websites. Wiley.

2. Haverbeke, M. (2018). Eloquent JavaScript: A Modern Introduction to Programming. No Starch Press.

3. Селіванова К. Г. Особливості розробки графічних інтерфейсів користувача та організації інтерактичної взаємодії з користувачем в 3D-біомедичних застосунках / К. Г. Селіванова, М. Ю. Тимкович // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VIII Міжнар. наук.-техн. конф. (16-20 травня 2023, м. Харків) / редкол.: І. Б. Чеботарьова, О. В. Вовк, Ж. В. Дейнеко. Харків : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2023. Т1. 270 с. – С. 171-172.

4. Особливості формування навчального 3d-контенту / О. Г. Аврунін, Я. В. Носова, К. Г. Селіванова, Г. П. Грохова, О. Ю. Прісич / 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 - С. 3-4

ВИСОКОТОЧНА УЛЬТРАЗВУКОВА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА МЕДИЧНА СИСТЕМА

Дейнеко Б.С.[1)], Борута М.І.[1)], Терещенко М.Ф.[1)]
[1)]КПІ ім. Ігоря Сікорського , Київ, пр.Берестейський, 37, agfarkpi@i.ua

На сьогоднішній день, в розробці медичних систем, немає завершеної концепції, що до проєктування ультразвукових систем та 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 відсутність досконалої методики вимірювання та засобів контролю параметрів акустичних параметрів коливань при їх дії на біологічну тканини (БТ) гальмує розвиток та впровадження новітніх технологічних розробок в виробництво автоматизованих терапевтичних біомедичних комплексів [2].

Головною ціллю розробки та проєктування ультразвукової комп'ютерно-інтегрованої медичної системи (УКІМС) є вирішення проблеми підвищення рівня автоматизації, безпеки 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 взаємозв'язок параметрів акустичному контакті на біологічну тканину [4].

Так з метою підвищення рівня автоматизації , безпеки і ефективності розроблений новий алгоритм взаємодії автоматизації контролю значень параметрів рівня інтенсивності ультразвуку в зоні контакту з біологічною тканиною та фіксація значень зміни градієнта температури в ході проведення фізіотерапевтичної процедури, що забезпечує більш точну нормовану та дозовану дію визначених рівнів інтенсивності ультразвуку на біологічну тканину, а також стабілізація температурного рівня, гарантованого контакту між зоною випромінювача ультразвуку і біологічною тканиною [5]. Такий алгоритм забезпечує значне розширення динаміки і частоти, що підсилює ефект дії ультразвуку на БТ з дозованим значенням її амплітуди [6].

Головною перевагою такої високоточної ультразвукової комп'ютерно-інтегрованої медичної системи є те, що в ньому майже відсутній вплив людського фактору при проведенні лікувальних процедур, оскільки система має сталий зворотній зв'язок із тензодатчиками, датчиками тиску, температури, що забезпечує стабільний автоматичний режим роботи.

Розроблену нову структуру системи УКІМС (рис. 1) можна розділити на три основні частини:

1)Контур ультразвукового генератора, який складається з: блок фіксованих частот, варіатор частоти і фази, блоку сигналів для електростимуляції, блоки керування, контролю і індикації, комутації, низькочастотних коливань, підсилювач потужності та системи живлення .

2)Вимірювальний комплекс: датчики і випромінювачі: вимірювачі коливань, температур, ультразвукові випромінювачі, тензодатчики, датчики тиску, датчики контролю акустичного контакту.

3) Система відстеження та керування: блок перемикачів, блок порівняння, система приймання та передачі сигналів з блоком захисту від зовнішніх і внутрішніх завад та пульт дистанційного керування з блоком захисту від зовнішніх завад.

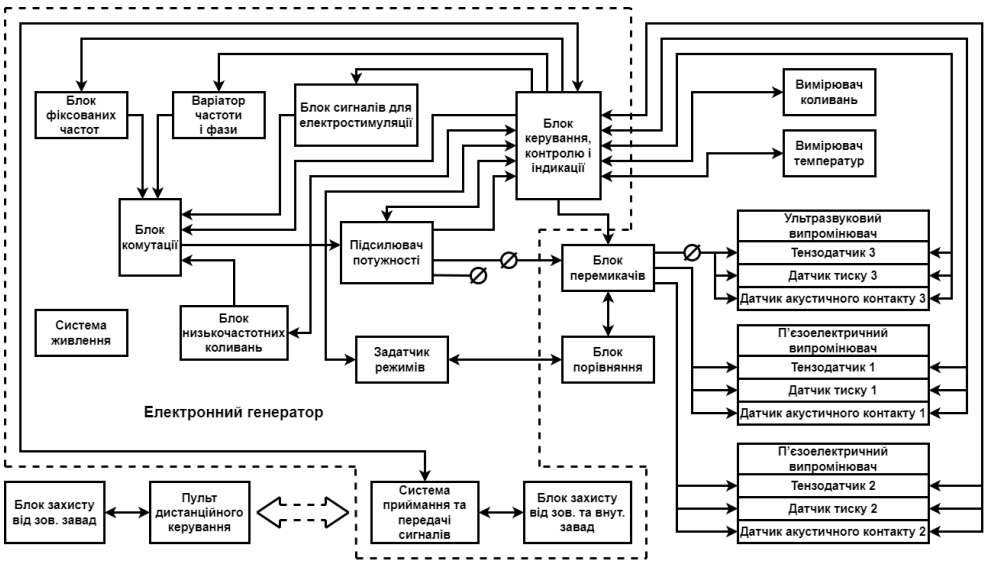


Рис. 1 – Структурна схема високоточної ультразвукової комп’ютерно-інтегрованої медичної системи

ВИСНОВОК. Головною перевагою розробленої нової високоточної ультразвукової комп’ютерно-інтегрованої медичної системи є глибока адаптація до конкретного пацієнта та наявність дистанційного керування з захистом від зовнішніх та внутрішніх завад.

Список літератури:

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. Част. 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, P. 319-323.

4. Kyrylova A. V., Tereshchenko M. F., Tymchyk H. S., Rudyk V. Yu., «Alhorytm avtomatyzovanoho otsiniuvannia vplyvu ultrazvuku na biolohichnu tkanynu», Visnyk of NTUU «KPI». Series Instrument Making2013, Vol. 5. P. 98-102,.

5. Matvienko S. M., Tymchyk G. S., Tereshchenko M. F.,. Matvienko A. M, "Influence of convection processes in a liquid on the error of thermal conductivity measurement by the method of direct heating of the thermistor", Scientific news of NTUU KPI, 2017. No. 4. P. 121–130,

6. Tymchik G., Tereshchenko M., Lyashenko O., Gnateyko O., “Research of the influence of laser radiation on temperature processes in biological tissues”, Bull. Kyiv Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak., 2015.is. 49(1)/ P. 153-158,

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ЕНДОКРИНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Єременко В.С. [1], Монченко О.В[2], Сиднівець О.М.[3] , Монченко Т.М.[4]
[1] ***Національний технічний університет України «КПІ ім.Сікорського», Берестейський проспект, 37, Київ, 03056, nau_307@ukr.net***
[2] ***Національний авіаційний університет, проспект Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, monchenko_olena@ukr.net***
[3] ***Національний авіаційний університет, проспект Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, sasha.sydnivets@gmail.com***
[4] ***Національний технічний університет України «КПІ ім.Сікорського», Берестейський проспект, 37, Київ, 03056, mtm082220-ames27@lll.kpi.ua***

Аналіз існуючих алгоритмів подання та опрацювання медичної інформації показує, що вони не повною мірою задовольняють вимоги до розв'язання задач, що вимагають складних логічних висновків з урахуванням неповноти та суперечливості вхідних даних. Для постановки правильного діагнозу та призначенні ефективного лікування лікарям доводиться знімати велику кількість різних показників: антропогенних, по крові, і т.д. На підставі цього, необхідно розробити інформаційну технологію, яка б допомагала лікарям підвищити якість прийнятих рішень щодо вибору схеми лікування з урахуванням індивідуальних особливостей хворого.

Нечітка логіка широко використовується в обробці медичних показників для діагностики, моніторингу стану пацієнтів і підтримки прийняття рішень. В роботі пропонується інформаційна технологія використання нечіткої логіки для обробки ендокринологічних показників при лікуванні артеріальної гіпертензії та надлишкової ваги.

Розглянуто 29 ендокринологічних показників, які отримуються шляхом взяття аналізів крові та сечі. За рекомендаціями лікарів-ендокринологів встановлено межі розподілу кожного показника, до прикладу: норма-незначне перевищення – значне перевищення показника, що дало основу для побудови термів нечіткої логіки [1]:

$$\mu_{T1}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1},\ a_1 < x < a_2; \\ 1,\ a_2 < x < a_3\ ; \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3},\ a_3 < x < a_4; \\ 0 \text{ в інших випадках}; \end{cases} \quad (1)$$

де a_1, a_2, a_3, a_4 – межі термів.

Далі проведено розрахункові межі для кожного терма. До прикладу подано глікований гемоглобін. Він має 3 терми: норма; передіабет; діабет.Виходячи з отриманих рекомендацій і використовуючи нечітку логіку побудовано розподіл по термах [2] (рис.1):

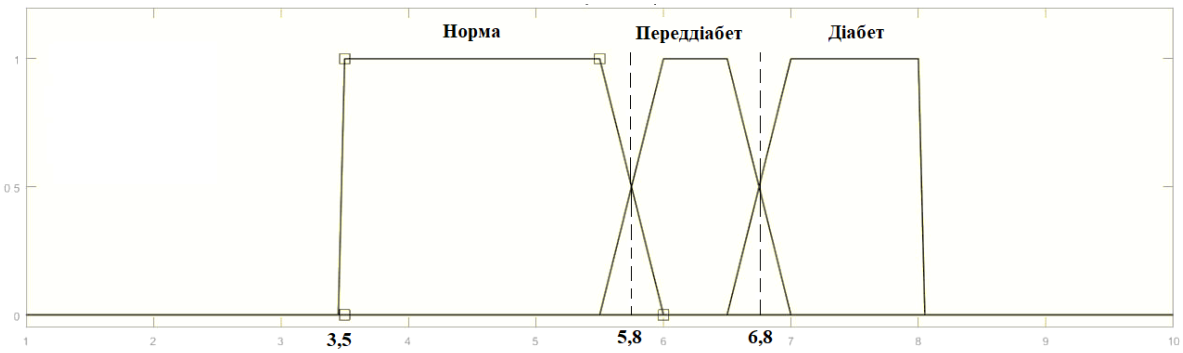


Рис.1 −Розподіл термів для глікованого гемоглобіну

$$\mu_{T1}(x)=\begin{cases}1, & 3{,}5\le x\le 5{,}5;\\ \dfrac{6\text{-}x}{6\text{-}5{,}5}=\dfrac{6\text{-}x}{0{,}5}, & 5{,}5\le x\le 6;\\ 0 \text{ в інших випадках}\end{cases}$$

$$\mu_{T2}(x)=\begin{cases}\dfrac{x\text{-}5{,}5}{6\text{-}5{,}5}=(x\text{-}5{,}5)/0{,}5, & 5{,}5\le x\le 6;\\ 1, & 6<x<6{,}5;\\ \dfrac{7\text{-}x}{7\text{-}6{,}5}=(7\text{-}x)/0{,}5, & 6{,}5\le x\le 7\\ 0 \text{ в інших випадках}\end{cases}$$

$$\mu_{T3}(x)=\begin{cases}\dfrac{x\text{-}6{,}5}{7\text{-}6{,}5}=\dfrac{x\text{-}6{,}5}{0{,}5}, & 6{,}5\le x\le 7;\\ 1, & 7<x<8{,}01;\\ 0 \text{ в інших випадках}\end{cases}$$

Враховуючи переріз функцій приналежності сусідніх термів побудовано матрицю відповідності встановленої шкали, де в комірках наведені значення, що є ймовірностями віднесення до певних класів еквівалентності P_{ij}.

Таблиця 1 – Матриця відповідності шкали класифікації Глікований гемоглобін

Границі значень вимірюваного показника	T_1	T_2	T_3
3,5-5,8	0,98	0,02	0
5,8-6,8	0,02	0,87	0,11
6,8-8,01	0	0,11	0,89

Такі матриці відповідності отримані для 29-и едокринологічних показників. Отримані значення ймовірностей дають змогу оцінити правила прийняття рішень та ймовірність прийняття хибних рішень.

Список літератури:

1. Piegat, Andrzej: Fuzzy modeling and control: with 96 tables / Andrzej Piegat.− Heidelberg; New York: Physica Verl.2001.

2. Семенюк Р., Яремчук Н., Гусар І. Спосіб перевірки узгодженості класифікованих даних під час оцінювання показників якості ґрунту. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. праць, 2019 р., випуск 25(39). С.151-159.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДСИЛЮВАЧІВ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ГОЛКОВОЇ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЇ

Забродін К. Ю.[1)], Гелетка О. О.[2)]
[1)]аспірант, Харківський національний університет радіоелектроніки, 61116 м.Харків, пр.Науки 14, e-mail: zabrodin.kostiantyn@nure.ua,
[2)]лікар-невролог медичного центру Life Park, к.м.н., лікар вищої категорії, e-mail:geletka72@gmail.com

Починаючи з 2023 року, Національна служба здоров'я України включила електронейроміографічне обстеження до переліку обов'язкових діагностичних процедур для акредитації медичних закладів, що надають реабілітаційну допомогу дорослим і дітям в умовах стаціонару. Це рішення було прийнято у зв'язку з важливістю діагностичної інформації, яку можна отримати за допомогою голкової ЕМГ (ГЕМГ).

Апаратура, яка використовується для виконання класичної електроміографії, включає блок підсилювача, комп'ютер для відображення отриманих кривих і зберігання даних, та різноманітні типи електродів для реєстрації потенціалів. Голчасті електроди, які використовуються для відведення внутрішньом'язових потенціалів, реєструють потенціали активних м'язових волокон або безпосередньо окремі рухові одиниці залежно від радіуса їх запису [1].

При реєстрації внутрішньом'язових потенціалів активним або неінвертуючим електродом є електрод з малою площею, на кінці голчастого електроду, референтним електродом є метал самої голки. З метою заземлення використовують електрод площею близько 5-10 см^2, що монтують над шкірою неподалік від голчастого електроду, зазвичай над кістковим виступом. Зареєстровані біологічні сигнали мають низьку амплітуду, в діапазоні від декількох мікровольт (потенціали нервових стовбурів), до декількох мілівольт (потенціали ПРО). А також мають достатньо широкий спектр, тому ЕМГ підсилювачу необхідно забезпечення рівномірного підсилення спектру частот від 10 Гц до 10 кГц.

До основних особливостей підсилювачів ЕМГ відносять:

1. Диференційні підсилювачі. Їх використання обумовлено головним чином тому, що основним джерелом перешкод для міографії є перешкода від лінії електропередачі змінного струму 50 Гц. Величина цього поля може перевищувати біологічний потенціал у мільйон разів. Ідеальні диференційні підсилювачі збільшують лише різницю напруги між двома вхідними електродами, відокремлюючи його від синфазних перешкод. Підсилювачі які використовуються в електроміографії ефективно пригнічують синфазну напругу, яка виникає між обома вхідними електродами та землею, і мають коефіцієнт послаблення синфазного сигналу що перевищує 100 Дб. Однак, навіть якщо досягнуто високий коефіцієнт послаблення, перешкоди впливають на два реєструючі електроди не однаково, що зумовлено конструктивними особливостями голчастого електроду, в якому різні контактні площі, а відповідно і імпеданси, призводять до нерівномірного розподілу однакової синфазної напруги. Серед вимог до диференційних підсилювачів є також високий вхідний опір, у сучасних операційних підсилювачів ця

величина зазвичай коливається від десятків мОм, до 100 гОм. Більш високий вхідний опір є бажаним параметром при виборі підсилювача, він робить електричну асиметрію реєструючих електродів малою, покращуючи коефіцієнт відхилення синфазного сигналу.

2. Амплітудно частотна характеристика. Більшість комерційно доступних пристроїв мають змінні високо- та низькосмугові фільтри для налаштування частотної характеристики відповідно до типу досліджуваних потенціалів. Високочастотні фільтри, якщо вони встановлені занадто низько, непропорційно зменшують амплітуду високочастотних компонентів. Розширення високочастотної характеристики за межі діапазону, необхідного для належного запису, призводить до непотрібного збільшення фонового шуму. Низькочастотний фільтр, якщо його встановлено занадто високо, спотворює повільні зміни потенціалу. Розширення частотної характеристики занадто низько спричиняє нестабільність ізолінії, яка потім повільно зміщується у відповідь на зміну біопотенціалу. Аналогові фільтри також впливають на пікову затримку записаного відгуку через фазовий зсув. Високочастотна фільтрація його збільшує, тоді як низькочастотна фільтрація зменшує явну пікову затримку. Тому в сучасних системах в основному використовують цифрову фільтрацію, яка вводить нульовий зсув фази, та обходить цю проблему.

3. Шуми електродів, підсилювача та інші перешкоди. Електричний шум, властивий підсилювачу, походить від усіх компонентів, включаючи резистори, транзистори та інтегральні схеми. Шум, що виникає внаслідок термічного хвилювання електронів у резисторі, зростає разом із імпедансом вхідного каскаду. Рівень шуму підсилювача, який ми бачимо на екрані ПК, залежить від динамічного діапазону та коефіцієнту посилення операційного підсилювача. Чим вище посилення, тим менше динамічний діапазон, та менші власні шуми ми отримуємо в результаті. Тому необхідно з особливою увагою ставитись до підбору цих параметрів. Одночасно із шумами, що походять з середини підсилювача, є шуми зовнішні, наприклад, люмінісцентна лампа, вентилятор, кондиціонер, або просто електричний кабель розташовані поблизу реєструючих електродів можуть призводити до помітних шумів [2].

Таким чином, методика голчастої ЕМГ потребує використання високоточних підсилювачів з широкою смугою частот, високим коефіцієнтом пригнічення синфазного сигналу, високим рівнем підсилення та низькими власними шумами [1-2].

Список літератури:

1. Селиванова К. Г. Селиванова, Аврунин О.Г.,. Гелетка А.А Математическое моделирование электромиографического сигнала // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях», 2014р. № 36 (1079). С. 31-39.

2. Аврунин О.Г., Гелетка А.А, Селиванова К.Г. Моделирование процессов формирования интерференционного электромиографического сигнала // Общегосударственный научно-производственный и информационный журнал «Энергосбережение, энергетика, энергоаудит». Специальный выпуск, 2013. Том 2. № 8(14). С. 128-133.

УДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ПРИЛАДУ «АВТОНОМНА БЕЗДРОТОВА СИСТЕМА ЕМГ»

Ковтун Г.А., Колісник К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002, Харків , вул. Кирпичова, 2
georgij.kovtun@gmail.com
kostiantyn.kolisnyk@khpi.edu.ua

Електроміографія (ЕМГ) використовується для контролю стану м’язів пацієнта шляхом вимірювання міоелектричних сигналів. Ці сигнали генеруються моторними нейронами, які є частиною центральної нервової системи (ЦНС). Оскільки ЕМГ-сигнали зумовлені нервово-м’язовою активністю, їх можна використовувати для діагностики м’язової травми, пошкодження нервата м’язової дисфункції, що виникає внаслідок неврологічного та м’язового розладу або для догляду за станом м’язів під час фізичної активності (рис. 1).

Принцип методу полягає в реєстрації електричної активності м’язів за допомогою електродів, які розміщуються на поверхні шкіри над м'язами. Коли м'язи стискаються, вони генерують електричний сигнал, який може бути зареєстрований електродами. За допомогою ЕМГ можна визначити силу м'язів, час затримки та частоту скорочень, а також показники співвідношення між активністю м’язів та нервовою системою.

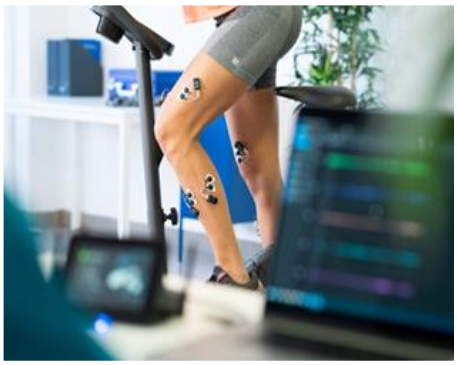


Рис. 1 – Система контролю стану м’язів пацієнта

Проблема існуючих рішень в тому, що вони не самостійні, їх не можна на пряму підключити до ЕОМ по WIFI чи Bluetooth. Такі системи потребують базових станцій, що підключаються до ЕОМ дротом по USB, і датчики зняття міосигналів можуть бути підключені тільки до цієї базової станції. Зазвичай датчики таких систем є самостіними модулями, які відокремлені один від одного та мають окремий корпус. Завдяки цьому є можливість використання як одного датчика так і декілька без зміни конструкції та кріпити такі датчики на різні частини тіла.

В контексті спортивної медицини, коли спортсмен виконує однотипні вправи на руки або ноги, набагато зручніше коли конструкція пристрою монолітна, тобто датчики розташовані на поверхні руки чи ноги по колу та в одному корпусі. Така конструкція спрощує використання системи та швидкість підготовки до використання. Повна самостійність системи, що має стандартний радіозв’язок як WIFI чи Bluetooth, дає змогу використовувати таку систему будь-де не прив’язуючись до конкретного місця і пристрою ЕОМ (смартфон/ПК).

Особливості удосконаленої системи. Пристрій буде у вигляді браслета який одягається на руку і не потребує ручного встановлення електродів, електроди вже будуть закріпленні на браслеті, що спрощує її використання. Автономна система ЕМГ (рис. 2) поєднує в собі вісім каналів, розташованих на модулі-браслеті, що може напряму підключатися до ЕОМ по стандартним протоколам радіозв'язку (WIFI чи Bluetooth).



Рис. 2 – Автономна система ЕМГ

Удосконалення схемотехніки системи. В системі використовується мікроконтролер ESP32, радіомодуль WIFI або Bluetooth та зовнішній АЦП.

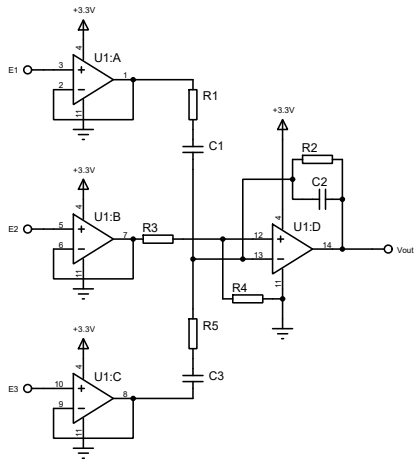


Рис.3 – Вузол зняття міосигналів

Дуже важливим є вузол зняття міосигналів (рис. 3), від конструкції якого залежить якість сигналу, що знімається. Вузол складається з підсилювача та фільтру. Оскільки використовуються сухі електроди, опір шкіри буде дуже великим та нерівномірним, що буде збільшувати шум. Для зменшення шуму використовується референтний електрод, що кріпиться на віддаленій ділянці тіла, що немає м'язів чи інших джерел біопотенціалів, наприклад тильна сторона долоні або мочка вуха.

З урахуванням всіх особливостей для вузла зняття міосигналів була обрана топологія подвійного диференційного підсилювача [1]. Така топологія дуже добре прибирає шуми, та дозволяє обійтись без референтного електрода. Вона поєднує в собі великий вхідний опір, диференційний підсилювач та полосовий фільтр. Все це будується на одній мікросхемі (4 операційних підсилювача в одному корпусі) та малою кількістю резисторів та конденсаторів для обв'язки.

Список літератури:

1. Guerrero, F.N., Spinelli, E.M., & Haberman, M.A. (2016). Analysis and Simple Circuit Design of Double Differential EMG Active Electrode. IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, 10, 787-795

2. Gabriel D. A. (2022). Teaching Essential EMG Theory to Kinesiologists and Physical Therapists Using Analogies Visual Descriptions, and Qualitative Analysis of Biophysical Concepts. Sensors (Basel, Switzerland), 22(17), 6555. https://doi.org/10.3390/s22176555

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕДИКО-СПОРТИВНИХ ДАТЧИКІВ, ЇХ НЕДОЛІКИ ТА НАПРЯМИ ЇХ ВДОСКОНАЛЕННЯ

Корщіков А.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, 61116, м. Харків, пр. Науки 14, e-mail: andrii.korshchikov@nure.ua

Сучасний спорт та медицина активно інтегрують новітні технології для моніторингу стану здоров'я та підвищення ефективності фізичних навантажень. Медико-спортивні датчики, як інструмент збирання та аналізу фізіологічних даних у реальному часі, стали незамінними у підготовці спортсменів та у сфері профілактичної медицини. Вони дозволяють оцінювати частоту серцевих скорочень, рівень насичення крові киснем, інтенсивність тренувань, а також адаптувати навантаження до індивідуальних особливостей організму. Проте, зростаюча складність спортивних дисциплін та необхідність точнішого моніторингу фізичного стану спортсменів висуває нові вимоги до цих пристроїв. У сучасній науковій літературі обговорюються проблеми з точністю, тривалістю автономної роботи, персоналізацією та безпекою медико-спортивних датчиків. Це зумовлює потребу в аналізі їх поточного стану, визначенні недоліків та обґрунтуванні шляхів їх вдосконалення.

Метою цього дослідження є аналіз сучасних медико-спортивних перетворювачів, їх функціональних можливостей, виявлення основних недоліків та визначення перспективних напрямів вдосконалення для забезпечення більшої точності, надійності та зручності у використанні.

Сучасні медико-спортивні датчики використовуються для моніторингу широкого спектра параметрів фізіологічного стану. Фітнес-браслети, розумні годинники, нейронні сенсори, біосенсори для моніторингу рівня глюкози, текстильні сенсори – це лише деякі приклади таких пристроїв. Вони інтегрують передові технології з функціями аналізу даних, дозволяючи проводити оцінку стану здоров'я в реальному часі. Так, наприклад, системи BioHarness (Zephyr) та Hexoskin Smart Shirt є комплексними рішеннями, які збирають дані про серцево-судинну активність, температуру тіла, рівень активності, і це робить їх ефективними інструментами для використання у спорті високих досягнень [1].

Проте основною проблемою залишається точність вимірювань. За дослідженнями Жукової І. П., бюджетні моделі фітнес-браслетів демонструють значне відхилення у вимірюванні частоти серцевих скорочень під час інтенсивних тренувань. У деяких випадках похибка може становити до 20% у порівнянні з клінічними моніторами [2]. Крім того, пристрої, що базуються на фотоплетизмографії, мають обмежену точність під час активного руху, що особливо важливо для спортсменів у динамічних видах спорту.

Іншою важливою проблемою є обмежений час автономної роботи. Більшість сучасних датчиків можуть функціонувати без підзарядки лише 24–48 годин. Це значно ускладнює їх використання у тривалих тренувальних програмах або під час багатоденних змагань. У роботах Клименка А. С. зазначено, що вирішення цього питання потребує впровадження новітніх технологій накопичення енергії, таких як мініатюрні літій-іонні батареї або системи збору енергії з тепла тіла [3].

Недостатній рівень персоналізації також є значущою проблемою. Сучасні алгоритми, на основі яких працюють більшість пристроїв, орієнтовані на загальні параметри середнього користувача, що не враховує індивідуальні фізіологічні особливості спортсмена, його генетичні характеристики або стан здоров'я. Так, пропонується розробка адаптивних систем аналізу на основі штучного інтелекту, які могли б враховувати ці особливості та надавати рекомендації з урахуванням персоналізації [4]. Крім того, використання медико-спортивних датчиків пов'язане з ризиками витоку персональних даних, оскільки багато пристроїв інтегруються з хмарними сервісами. Як зазначають автори Brown T. і Davis R., забезпечення безпеки даних користувачів є однією з найважливіших задач у подальшому розвитку таких пристроїв і рекомендують впровадження шифрування даних та захищених протоколів передачі інформації [5].

Перспективи вдосконалення медико-спортивних датчиків включають підвищення точності за рахунок використання нанотехнологій та нових матеріалів, таких як графенові плівки. Передбачається створення більш автономних пристроїв із застосуванням технологій енергоефективного збирання енергії. Значні зусилля мають бути спрямовані на розвиток алгоритмів персоналізації, які зможуть адаптувати аналіз даних до потреб кожного користувача [6, 7], а також забезпеченню кібербезпеки та й підвищення прозорості щодо використання зібраних даних.

Медико-спортивні датчики є важливим інструментом у сучасному спорті та медицині, проте більшість з них побутового призначення та потребуть підвищення точності та часу автономної роботи і удосконалення персоналізації. Це можливе завдяки використанню новітніх матеріалів, впровадженню енергоефективних рішень, розвитку алгоритмів штучного інтелекту та підвищенню рівня захисту даних.

Список літератури:

1. Жукова, І. П. Медико-спортивні технології у сучасному спорті. Київ: Видавничий дім «Академія», 2021. 200 с.

2. Клименко, А. С. Інноваційні технології у спорті. Львів: Видавництво ЛНУ, 2022. 180 с.

3. Пушкаренко, В. О. Нанотехнології у медицині: нові можливості для діагностики. Харків: НАН України, 2020. 240 с.

4. Smith, J., & Johnson, K. Wearable Sensors in Sports Medicine. New York: Springer, 2019. 320 с.

5. Brown, T., & Davis, R. Advances in Athletic Performance Monitoring. London: Elsevier, 2020. 280 с.

6. Аврунин О. Г., Носова Я. В., Худаева С. А. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках // Тези доповіді 5-й всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». 2018. С. 117–119.

7. Павлов С.В., Аврунін О.Г., Злепко С.М., Бодянський Є.В., та ін., Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ІШЕМІЇ КІНЦІВОК

Кривоносов В.Є.[1)], Шайко-Шайковський О.Г.[2)],
Кошева Л.О.[3)], Мартинюк Л.В.[4)]

[1)] ***Національний університет біоресурсів і природокористування, 03041, Київ, вул. Горіхуватський шлях, 19, yhtverf007@ukr.net***

[2)] ***Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, 58002, Україна, м. Чернівці, вул. Коцюбинського, 2***

[3)] ***Національний авіаційний університет, Київ 03058, просп. Любомира Гузара, 1, l.kosh@ukr.net***

[4)] ***Національний університет біоресурсів і природокористування, 03041, Київ, вул. Горіхуватський шлях, 19, martyniuklilia@nubip.edu.ua***

В умовах бойових дій первинною причиною смерті при пораненнях є крововтрата. Актуальним завданням для догоспітального етапу залишається тимчасова зупинка кровотечі. Найбільш часто спостерігалися поранення нижніх кінцівок – 84,4 %, ураження верхніх кінцівок – у 15,6 %. Час знаходження турнікета на кінцівці коливався у межах (205,9±8,1) хв., тобто у значної кількості випадків мала місце тривала ішемізація тканин [1]. Джгути, залишені на місці довше 2 годин, загрожують значним ішемічним ушкодженням. Для джгутів, які використовують понад 6 годин, слід залишити на місці з підвищеною потребою в ампутації кінцівок [2]. Спостерігались випадки збереження кінцівок і після 6 годин накладеного турнікету, тому однозначний час зняття кровоспинного джгуту не визначено і є суб'єктивним. Для реалізації технології прогнозування розвитку гострої ішемії кінцівок розробляється пристрій швидкого тестування стану хворого для мінімізації часу реакції на розвиток критичного стану з автоматизацією системи контролю та зберігання даних, розташований на кінцівці поруч з турнікетом. Передбачено низку датчиків для вимірювання оксигенації, електричної провідності та перфузії тканин (лазерна доплерографія), температури шкіри, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень з певною точністю. Прогнозним параметром є встановлення часу настання критичного стану тканини з урахуванням індивідуальних особливостей стану пораненого. Потужний процесор забезпечує швидку обробку даних і виконання алгоритмів прогнозування з швидкістю зміни прогнозу у міру надходження нових даних. Похибка прогнозу як різниця між прогнозованим і фактичним часом настання критичного стану має бути мінімально досяжною. Орієнтовні параметри пристрою наведені у табл.1.

Таблиця 1 – Характеристики пристрою

Характеристика	Значення
Час одного вимірювання, с	30
Час обчислення прогнозу, с	5
Абсолютна похибка вимірювання температури шкіри, °С	± 0,2
Похибка прогнозного часу до настання критичного стану, хв	± 15

В основу технології прогнозування розвитку ішемії кінцівок покладено принцип зміни імпедансу біологічної тканини (БТ) під дією постійного струму.

Проведено аналіз зміни імпедансу в часі за різних часових термінів зупинки крові інвазивним методом та отримані відповідні залежності, які наведені на рис. 1. На рис.2 наведено графік зміни імпедансу біологічної тканини чотирьох об'єктив. Аналіз наведених залежностей встановив, що різниця значень імпедансу залежить від індивідуальних властивостей досліджених біологічних об'єктів та різниться від 10% до 20%.

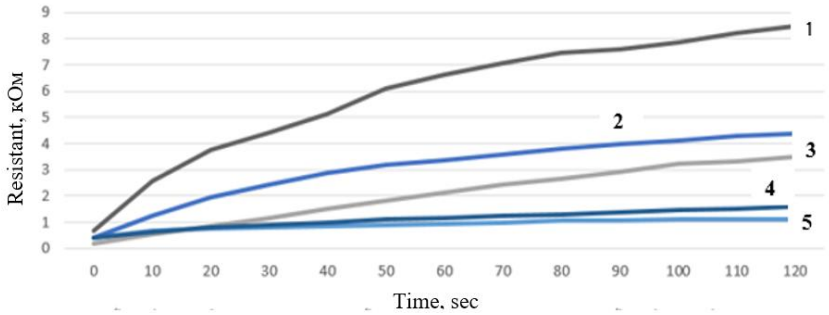


Рис. 1 – Графік зміни опору тканини залежно від часу накладеного джгуту, 1 – зміна імпедансу без накладення джгута, 2 – з накладеним джгутом 0,5 часу, 3 – з накладеним джгутом 1,2 часу, 4 – з накладеним джгутом 2,5 часу, 5 – з накладеним джгутом 3 часу

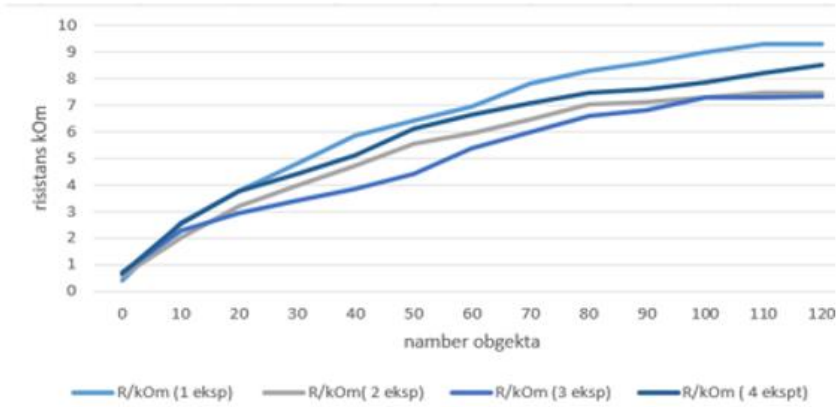


Рис. 2 – Графік зміни імпедансу біологічної тканини чотирьох об'єктів

Для виключення індивідуальних особливостей людини та визначення критеріїв прогнозування розвитку ішемії незалежних від багатьох невизначених факторів розроблено спосіб діагностування розвитку ішемії [3], а також вимоги до пристрою для дослідження прогнозування розвитку ішемії з автоматизованим урахуванням групи хворих [4].

Список літератури:

1. Самарський І.М., Хорошун Е.М. Надання першої медичної допомоги при пораненнях великих судин кінцівок в умовах бойових дій. Турнікетний синдром та його профілактика. Український журнал військової медицині (2. 2023, Т.4). С. 50-55

2. Holcomb J.B. and other. Rethinking limb tourniquet conversion in the prehospital environment. J Trauma Acute Care Surg. 2023 Dec 1;95(6):p54-p60.

3. V. Kryvonosov; O. Avrunin; S. Sander; V. Pavlov; L.Martyniuk; B. Zhumazhanov. A usage of the impedance method for detecting circulatory disorders to determine the degree of limb ischemia. Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2023-12-20.

4. Пристрій для комплексного дослідження електропровідності біологічної тканини постійним струмом: пат. 153912 Україна, заявл. u202301784, опубл. 13.09.2023, Бюл. 37. 5с.

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗА ДАНИМИ СЕКВЕНУВАННЯ МІКРОБІОМУ КИШКІВНИКА ЛЮДИНИ

Кузьмінська Д.В., Іванько К.О., Іванушкіна Н.Г.
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, проспект Берестейський, 37, Київ-03056,
dkuzminska-ee25@lll.kpi.ua, ivanko-ee@lll.kpi.ua, niva-ee@lll.kpi.ua

Застосування машинного навчання для вивчення мікробіому кишківника людини відкриває нові перспективи в діагностиці та лікуванні різноманітних захворювань [1, 2]. Мікробіом – це сукупність мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси, гриби та інші мікроорганізми, які живуть у певному середовищі. До мікробіому людини належать безліч мікроорганізмів, які дуже тісно пов'язані з її здоров'ям. Ці мікроорганізми взаємодіють між собою і з людським тілом, впливаючи на різні фізіологічні процеси та сприяють належному функціонуванню імунної системи людини, метаболізму, травленню. Основними з багатьох функцій мікробіому є захист організму людини від шкідливих мікроорганізмів та сполук, підтримка гомеостазу та покращення процесів регулювання життєво важливих функцій. В даній роботі досліджувалися дані секвенування мікробіому кишківника для умовно здорових людей, пацієнтів із синдромом подразненого кишківника, хворобою Крона та діабетом другого типу. Метою роботи є визначення кращих моделей машинного навчання для задачі мультикласової класифікації даних секвенування мікробіому на 4 класи для виявлення захворювань людини.

Секвенування ДНК – це один з методів молекулярної біології, що використовується для визначення послідовності нуклеотидів (A – аденін, G – гуанін, C – цитозин, T – тимін) в певному фрагменті ДНК. На виході після секвенування ДНК мікробіому людини отримуються дані формату FASTQ (рис. 1), де показники якості секвенування кодуються як символи. Послідовності ДНК було відокремлено від ідентифікатора та показників якості. Для цього було конвертовано дані формату FASTQ у формат PKL за допомогою модуля 'pickle' Python. Для аналізу зчитаних послідовностей було використано послідовності *k*-мерів, що являють собою підпослідовності довжиною *k* заданої послідовності ДНК. На рис.2 представлено приклад подання певної послідовності нуклеотидів ДНК на у вигляді *k*-мерів з довжиною *k*=4.

Після отримання послідовностей *k*-мерів заданої довжини (*k=2…9*) було використано методи обробки природньої мови для задачі дослідження мікробіому. З цією метою було використано модель "мішок слів" (bag of words) – техніку обробки природної мови, основною ідеєю якої є перетворення фрагменту тексту в числову форму з визначенням того, скільки разів конкретне слово або словосполучення зустрічалось у тексті. Словами в випадку дослідження ДНК є *k*-мери. Довжина зчитувань ДНК відрізняється, отже, і кількість *k*-мерів буде відрізнятись. Для врахування цієї довжини нормується частота появу *k*-мерів до кількості *k*-мерів у поточному зчитуванні ДНК, отримуючи так звану "частоту терміну" (TF, поняття в обробці природної мови): $TF = Nk/Nkt$, де N_k — це кількість разів, коли *k*-мер з'являється в аналізованому зчитуванні ДНК, N_{kt} — загальна

кількість *k*-мерів у аналізованому зчитуванні ДНК. Аналіз результатів, наведених на рис. 2, свідчить про те, що застосування дерев рішень має менший відсоток точності класифікації, ніж метод випадкового лісу для *k*-мерів з довжиною від 2 до 8.

а

```
@MM123:002:FC123AB:3:2208:3330:9840 2:Y:18:ATCACG
AGGATACTAGCATAGATACCCTAGATAGTCATAGATCATGATAGGGAGATCTA
+
IJJJJJJIIIIIJIIIIIFFFEEEEEDDDDDDCABBBBB@@00))))*(*&%!
```

б

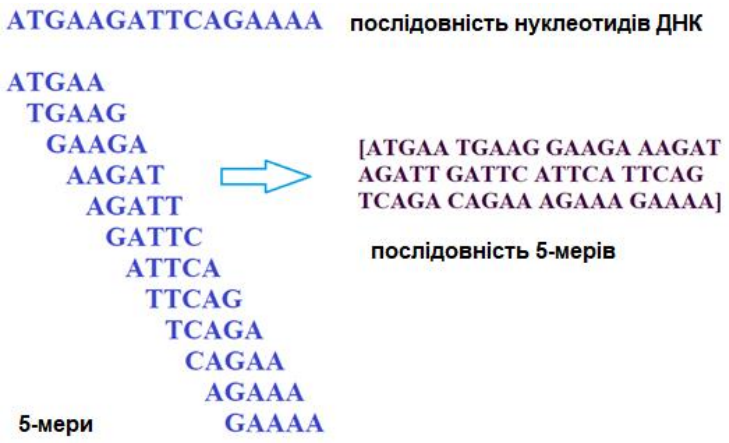


Рис.1 – Приклад фрагменту даних формату FASTQ (а) та отримання послідовності 4-мерів (б)

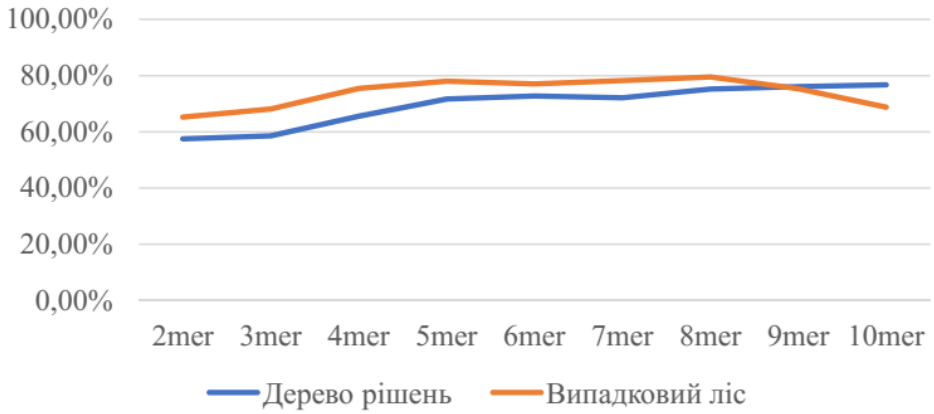


Рис.2 – Точність класифікації на 4 класи в залежності від довжини *k*-мерів

Висновок: Максимальна точність класифікації для 4-класової задачі склала 80%, для 3-класової задачі – 90%. Спостерігалась досить невелика точність розпізнавання хвороб (75,46%) для даних з класами умовно здорова людина, з синдромом роздратованого кишечника та хворобою Крона. Одним з висновків може бути подібність мікробіому для цих двох захворювань.

Список літератури:

1. Zeng, Tao, Xiangtian Yu, and Zhangran Chen. "Applying artificial intelligence in the microbiome for gastrointestinal diseases: a review." Journal of Gastroenterology and Hepatology 36.4 (2021): 832-840

2. Curry KD, Nute MG, Treangen TJ. It takes guts to learn: machine learning techniques for disease detection from the gut microbiome. Emerg Top Life Sci. 2021 Dec 21;5(6):815-827.

ЗАСТОСУВАННЯ СІАМСЬКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗА НЕСТАЧІ ТРЕНУВАЛЬНИХ ДАНИХ

Мневець А.В.[1)], Іванушкіна Н. Г.[2)], Іванько К. О.[3)]
НТУУ КПІ, 03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423
[1)] amnevec-ee22@lll.kpi.ua, [2)] niva-ee@lll.kpi.ua, [3)] ivanko-ee@lll.kpi.ua

Особлива цінність підходів до діагностики з використанням машинного навчання полягає в тому, що натреновані алгоритми здатні виявляти патологічні зміни міокарда на ранніх стадіях. Наприклад, відомо, що своєчасне виявлення пізніх потенціалів шлуночків (ППШ) або передсердь (ППП) на ЕКГ може сигналізувати про розвиток небезпечних для життя аритмій. Виявлення цих потенціалів дозволяє своєчасно призначити профілактичне лікування, що може значно знизити ризик раптової серцевої смерті.

Сіамські нейронні мережі широко застосовуються в розпізнаванні обличчя, коли надано лише декілька фото людини для розпізнавання [1]. Завдяки структурі з двома однаковими гілками, ці мережі здатні навчитися визначати схожість між парами сигналів, що дозволяє ефективно виділяти ключові відмінності між нормальними та патологічними ЕКГ, навіть при нестачі даних для різних типів патологій.

В якості навчальних даних, було використано сигнали з публічної бази даних «PTB-XL» [2]. Ця база даних налічує близько 22000 записів дванадцяти-канальних ЕКГ з різними патологіями. Для тестування сіамської нейронної мережі було створено три патологічні класи: ЕКГ з ППШ; ЕКГ з ППП; ЕКГ з ППШ та ППП; а також ЕКГ в нормі. Пізні потенціали були штучно локалізовані на кожному серцевому циклі. Процес поширення потенціалів дії був змодельований на основі моделі паралельних провідностей [3].

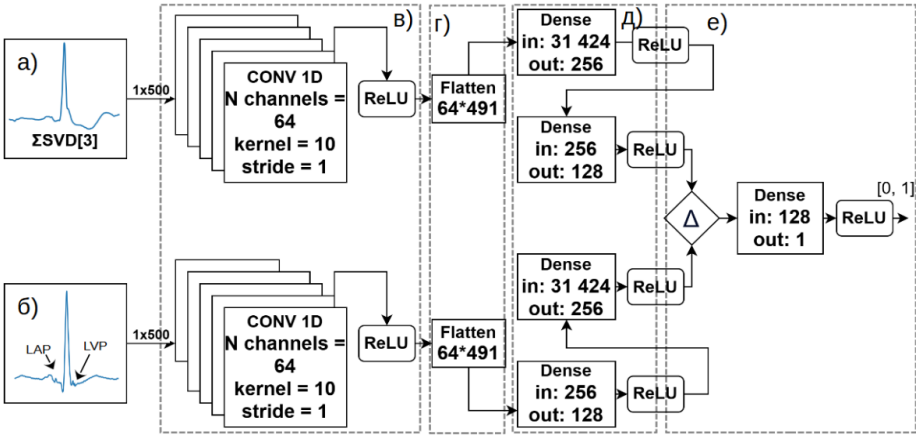


Рис. 1 – Архітектура нейронної мережі: а) вхідний шар 1 - SVD характеристика патологічного QRS; б) вхідний шар 2 - усереднений кардіоцикл; в) згортковий шар; г) шар розгортки, д) повнозв’язні шари; е) вихідний шар.

На рис. 1 показано архітектуру сіамської нейронної мережі яку було спроектовано для виявлення серцево-судинних патологій. Якщо провести SVD розклад

150 усереднених кардіоциклів з патологією, а потім виділити суму перших трьох сингулярних векторів з їх сингулярними значеннями, то отримаємо вектор ознак, який буде описувати відповідну патологію (рис. 1 а). Тоді тренування сіамської нейронної мережі буде полягати в навчанні виявлення різниці тестового кардіоциклу (рис. 1 б) та поданого вектору ознак. Така структура нейронної мережі дозволяє створювати вектор ознак зі значно зменшеною кількістю даних для навчання, та дуже гнучко налаштовувати морфологічні ознаки патології на ЕКГ. Сіамська мережа складається зі згорткового шару (рис 1. в), що тренує 64 карти ознак. Вихід цих ознак через шар розгортки (рис. 1 г), потрапляє на групу повнозв'язних шарів (рис. 1 д). Виходи повнозв'язних шарів порівнюються за критерієм відмінності, а потім потрапляють на шар, який приймає рішення щодо відповідності тестового сигналу та вектору ознак патологічного ЕКГ сигналу (рис. 1 е).

З кожного класу було виділено по 100 векторів ознак, сформованих із випадково обраних 150 кардіоциклів з патологією. На основі порівняння векторів ознак та кожним із кардіоциклів було проведено тренування сіамської мережі. Відношення тренувальних та тестових даних було обрано 80%:20%.

Тестування нейронної мережі було проведено за декількома різними методами. По перше, на вхідний шар 1 було подано вектор ознак, сформований з тренувальної вибірки (Тест 1). По друге, вхідний вектор ознак було побудовано на основі даних, які не були залучені до навчання (Тест 2). Для тренування було обрано розмір навчальної вибірки для однієї епохи – 150, кількість епох – 500, критерієм якості було обрано бінарну перехресну ентропію.

Таблиця 1 – Результати тестування роботи сіамської нейронної мережі

	Тест 1				Тест 2			
	Норма	ППШ	ППП	ППШ ППП	Норма	ППШ	ППП	ППШ ППП
Чутливість	1.00	0.97	0.83	0.99	0.97	0.69	0.40	0.52
Специфічність	1.00	0.99	0.87	1.00	0.93	0.91	0.84	0.89
Загальна точність	1.00	0.99	0.87	1.00	0.94	0.83	0.72	0.85

Висновки. Тестування розробленої сіамської нейронної мережі продемонструвало високу точність класифікації з використанням векторів ознак, отриманих на основі зменшеної кількості вхідних даних. Тестування різними методами показало, що вектор ознак для класифікації може бути сформований з даних, що не брали участь у навчанні.

Список літератури:

1. Li Z., Wang H., Liu X. A One-Dimensional Siamese Few-Shot Learning Approach for ECG Classification under Limited Data. EMBC IEEE , м. Mexico, 2021 р. URL: https://doi.org/10.1109/embc46164.2021.9630622

2. PTB-XL, a large publicly available electrocardiography dataset / P. Wagner та ін. *Scientific Data*. 2020. Т. 7, № 1. URL: https://doi.org/10.1038/s41597-020-0495-6

3. Fagan X., Ivanko K., Ivanushkina N. Detection of Ventricular Late Potentials in Electrocardiograms Using Machine Learning. *Advances in Computer Science for Engineering and Education III*. Cham, 2020. P. 487–497. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-55506-1_44

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИЙ КОМБІНОВАНИЙ МАГНІТОТЕРАПЕВТИЧНИЙ АПАРАТ

Пацина Ю.Р., Терещенко М.Ф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, пр.Берестейський, 37 , Україна,
E-mail: patsyna.yuliia@lll.kpi.ua, agfarkpi@i.ua

Питання здоров'я є актуальним завжди, а особливо, під час війни. Міністерство охорони здоров'я України прийняло стратегію боротьби з онкозахворюваннями до 2030 року, провідні неврологи країни активно досліджують наступні питання: головний біль після військової травми, інсульти у військових та сучасна реабілітація наших захисників [1]. Страждають і потребують допомоги як військові, так і цивільне населення.

Розроблений комп'ютерно-інтегрований комбінований магніто-терапевтичний апарат (КІКМА) відноситься до сучасної автоматизованої і комп'ютеризованої медичної техніки, зокрема, до апаратів магнітотерапії і використовується для лікування поверхневих та глибинних захворювань, у тому числі онкологічних, неврологічних та інших [2].

Запропонована структура КІКМА суттєво розширює функціональні можливостей за рахунок додаткової направленої терапевтичної дії лазерного випромінювання та цільового автоматизованого контролю параметрів проникнення лікарських препаратів в біологічні тканини під дією різних фізичних факторів [3].

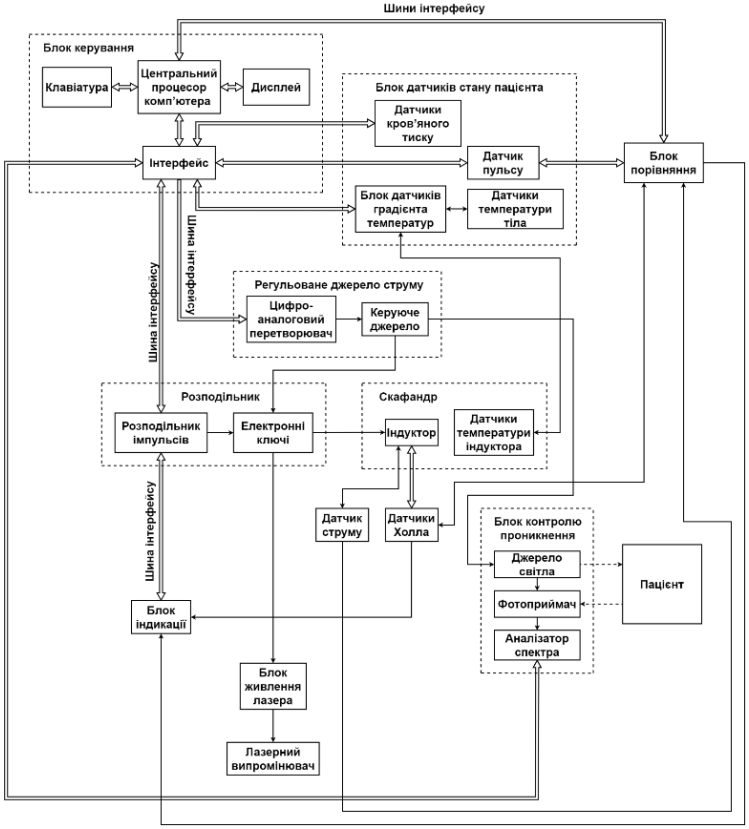


Рис. 1 – Схема комп'ютерно-інтегрованого комбінованого магнітотерапевтичного апарату

Для реалізації систем керування комп'ютерно-інтегрованим комбінованим магнітотерапевтичним апаратом запропонована комплексна структуру з центральним процесором [4] (рис.1).

Комп'ютерно-інтегрований комбінований магнітотерапевтичний апарат працює як в ручному так і в автоматизованих режимах – з синхронним реагуванням, з асинхронною реакцією та комбінованому комплексному режимі [5]. При роботі в ручному режимі всі налагодження та виміри з контролем параметрів магнітного поля та стану пацієнта під час фізіотерапевтичної процедури виконуються послідовно з індикацією значень на панелі керування з фіксацією значень магнітного поля, тривалості процедури, стану пацієнта [6]. При виходу за задані межі формується сигнал тривоги, відбувається налагодження заданих параметрів і відновлюється нормальна робота апарату. При роботі в автоматизованому режимі – першого синхронному режиму параметри магнітного поля синхронізовані безпосередньо з вихідними сигналами блоку датчиків.

ВИСНОВОК. Запропонований комп'ютерно-інтегрований комбінований магнітотерапевтичний апарат має розширені функціональні можливості за рахунок додаткової терапевтичної дії лазерного випромінювання та автоматизованого контролю параметрів проникнення лікарських препаратів в біологічні тканини під дією різних фізичних факторів.

Список літератури:

1. Національна стратегія контролю злоякісних новоутворень на період до 2030 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/66a/d0b/c04/66ad0bc04abae716840001.pdf. 13.11.2024

2. Tereshchenko, M., Tymchyk, G. (2024). Automated Devices and Methods for Reproducing an Alternating Magnetic Field. In: Bezuglyi, M., Bouraou, N., Mykytenko, V., Tymchyk, G., Zaporozhets, A. (eds) Advanced System Develop-ment Technologies I. Studies in Systems, Decision and Control, vol 511. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44347-3_7

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

4. Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С., Рудик В. Ю., Чухраєв М. В., Рудик Т. О. // Автоматизовані магнітотерапевтичні апарати: монографія. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2020. 274 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37587

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

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

ТЕЛЕМЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПОЄДНАННІ З ПРОБЛЕМОЮ ЗНЯТТЯ БІОМЕХАНІКИ РУХІВ

Пилипенко О. І.[1)], Томашевський С. Р.[2)]
[1)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» , вул. Кирпичова 2, Харків 61002, oleksii.pylypenko@ieee.khpi.edu.ua***
[2)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків 61002***

Телемедицина — це сукупність дій і технологій, що дозволяють надавати медичну допомогу дистанційно. Вона включає спілкування між пацієнтом і лікарем, навчання, надання інформаційних медичних послуг та самообслуговування через цифрові платформи [1]. Телемедицина забезпечує можливість пацієнтам отримувати консультації в комфортних умовах, що сприяє покращенню лікувального процесу та пришвидшенню одужання. Також вона є корисною для людей, які проходять реабілітацію або мають обмежені можливості пересування [2]. Основними напрямками є телеконсультації, телемоніторинг і телескринінг, які допомагають економити ресурси як для пацієнтів, так і для лікарень. Дистанційні консультації також розв'язують проблему доступу до кваліфікованої медичної допомоги у важкодоступних місцевостях [3]. В сучасних умовах використовуються відеоконференції, мобільні додатки, штучний інтелект та інші. Це дозволяє оптимізувати діагностику та лікування, рівень витрат та доступності медичних послуг [4]. Одним з перспективних напрямків є поєднання телемедицини з біомеханічним аналізом рухів, що дозволяє використовувати пристрої для моніторингу рухових функцій, такі як акселерометри та інші портативні сенсори. Це особливо корисно для пацієнтів, які потребують реабілітації [5]. Існують різні методи аналізу руху — об'єктивні, суб'єктивні та прогностичні. Наприклад, у клінічних умовах використовуються інструменти для вимірювання кутів руху суглобів або сили м'язів, що дозволяє оцінювати прогрес реабілітації. Ізокінетичні динамометри, інерційні вимірювальні пристрої та інші сенсори забезпечують точне дослідження та контроль змін у русі [6]. Телемедицина не лише поліпшує доступ до медичних послуг, але й дозволяє надавати пацієнтам більш точні рекомендації. Сучасні носимі пристрої, що вимірюють різні показники рухів, допомагають лікарям і пацієнтам швидше реагувати на зміни у стані здоров'я [7]. Одним із недоліків є високі затрати на створення інфраструктури та забезпечення надійного моніторингу у віддалених умовах. Крім того, певні види обладнання мають обмежену мобільність і вимагають додаткового налаштування, що інколи ускладнює їх використання поза лабораторією [8]. Застосування таких технологій, як IMU (інерційні вимірювальні пристрої) та камери, дозволяє створювати більш доступні та економічно ефективні способи збору даних у реальному часі. Однак більшість таких систем потребують експертної підтримки для їх застосування в дистанційних умовах [9]. Зі збільшенням доступності портативних і натільних пристроїв для моніторингу рухів, телемедицина має потенціал для

значного покращення лікувального процесу та забезпечення більш якісної медичної допомоги в умовах обмеженого доступу до стаціонарного лікування [10].

Висновок: Телемедицина є важливим компонентом сучасної медичної допомоги, що сприяє покращенню доступності послуг для пацієнтів, особливо у віддалених або важкодоступних регіонах. Вона надає можливість дистанційної консультації, моніторингу та супроводу пацієнтів, що значно полегшує процеси лікування та реабілітації, знижує витрати на транспортування та дозволяє лікарям ефективніше розподіляти свій час і ресурси. Одним з перспективних напрямків є інтеграція біомеханічних технологій, що дозволяє точно оцінювати рухову активність пацієнтів, їхні фізичні характеристики та прогрес у реабілітації. Такі технології, як носимі пристрої з IMU та портативні сенсори, забезпечують зручність і ефективність моніторингу в реальних умовах. Однак більшість з них потребує подальшого вдосконалення для повністю автономного дистанційного використання. Таким чином, телемедицина та біомеханічні технології мають потенціал для вдосконалення системи охорони здоров'я, оптимізації реабілітаційних процесів та покращення якості життя пацієнтів.

Список літератури:

1. Fraden J (2010) Handbook of modern sensors. Physics, design and applications, 4th edn, New York

2. Hajesmaeel-Gohari S., Bahaadinbeigy K. The most used questionnaires for evaluating telemedicine services. BMC Med. Inf. Decis. Making. 2021 Dec;21(1)

3. Lupton D., Maslen S. Telemedicine and the senses: a review. Sociol. Health Illness. 2017 Nov;39(8):1557–1571.

4. Moghadas A., Jamshidi M., Shaderam M. World Automation Congress. IEEE; 2008 Sep. Telemedicine in healthcare system; pp. 1–6. 2008.

5. Peter Merton McGinnis (2020) Biomechanics of Sport and Exercise, Fourth Edition, 401p, Human Kinetics

6. Robert N. Marshall, Bruce C Elliott (1995) Biomechanical Analysis Science and Medicine in Sport (Chapter 3) Blackwell Science Asia

7. Sarhan F. Telemedicine in healthcare. 1: exploring its uses, benefits and disadvantages. Nurs. Times. 2009 Oct 1;105(42):10–13.

8. Whittle M. (1991) Gait Analysis - an introduction. Butterworth Heinemann, Oxford.

9. Wilson L.S., Maeder A.J. Recent directions in telemedicine: review of trends in research and practice. Healthcare informatics research. 2015 Oct;21(4):213.

10. Winter D.A. (1990) Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 2nd edn. Wiley Interscience, Toronto.

НАЗАЛЬНА СПІРОМЕТРІЯ ЯК СПРОЩЕНИЙ МЕТОД РИНОМАНОМЕТРІЇ

Привалов Б.В., Носова Я.В., Шушляпіна Н.О., Ібрагім Юнусс Абделхамід, Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, 61116 м. Харків, пр. Науки 14, e-mail: oleh.avrunin@nure.ua

Для визначення функціональних порушень носового дихання основним методом («золотим стандартом») є риноманометрія, яка дозволяє за рахунок вимірів перепаду тиску та відповідної витрати повітря при носовому диханні визначити такі показники носового дихання, як коефіцієнт аеродинамічного носового опору, пневматичну потужність дихання та деякі інші додаткові показники [1, 2]. Але на сучасному етапі риноманомерія не є розповсюдженим в звичайних клінічних умовах методом і використовується в більшості лише для наукових досліджень в університетських клініках та спеціалізованих оториноларингологічних центрах. Це пов'язано, в першу чергу, з малою номенклатурою таких пристроїв, доступних на ринку медичного обладнання, а також методичними особливостями методу, його реалізацією та відповідними обмеженнями [3, 4]. Тому, пропонується для визначення порушень носового дихання використовувати пристрої, які реалізують метод назальної спірометрії і в доповненні та при порівнянні зі звичайною спірометрією при ротовому видиху дозволять отримати об'єктивні дані щодо тестування назальної повітряної провідності.

Актуально для цього використовувати різні спірометри та пікфлоуметри, які дозволяють отримати дані щодо витрати повітря при диханні. Потенційно, виміри можливо проводити я у циклах вдиху, так і у видиху, але для порівняння з результатами звичайної спірометрії доцільно проводити виміри в циклу видиху [5, 6]. Тип вимірювального перетворювача у таких пристроях не має великого значення: це може бути звичайні турбінні, або термоелектричні вимірювачі швидкості та об'ємної витрати повітряного потоку [7, 8]. Для підвищення точності вимірів та відсутності проходження повітря навколо перетворювача необхідно передбачити додаткову мініатюрну маску на обличчя. Основним вимірювальним показником при цьому буде об'ємна витрата повітря при носовому диханні. Для формування діагностичних висновків необхідно цій показник порівняти з витратою повітря при видиху за методом звичайної спірометрії і визначити коефіцієнт ефективності носового дихання (як їх відношення), значення якого повинно бути в нормі в межах 0,4-0,6 [4, 6]. Менше ніж 0,4 значення цього коефіцієнту призводить до діагностичного висновку щодо об'єктивного зниження назальної повітряної провідності, збільшення більш ніж 0,6 – навпаки, до підвищення назальної повітряної провідності та синдрому «пустого носу». Крім того, опираючись на знання фізіологічної норми для типових вікових груп пацієнтів з урахуванням гендерних особливостей, можливо отримати дані щодо перепаду тиску і визначити коефіцієнт аеродинамічного носового опору. Різниця між значеннями цього показника за реально отриманими риноманометричними даними та запропонованими розрахунковими за даними авторів не перевищує 15% при форсованому

диханні, і може використовуватися для попереднього експрес-визначення носового опору. Також можливо розрахувати інші діагностичні показники.

Запропонований підхід з використанням методу назальної спірометрії може використовуватичь для експрес-тестування носового дихання, зокрема в спортивній медицині та фізичній реабілітації [9, 10] а також для контролю результатів як оперативного, так і консервативного лікування порушень носового дихання. Перспективою роботи є вдосконалення такого підходу та адаптація найпоширеної спірометричної апаратури для проведення тестування носового дихання.

Список літератури:

1. Avrunin, O. G., Nosova, Y. V., Abdelhamid, I. Y., Harasim, D. (2021). Research active posterior rhinomanometry tomography method for nasal breathing determining violations. Sensors, 21(24) doi:10.3390/s21248508

2. Аврунін О. О. Аналіз пневматичної потужності при диханні людини // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 19-21 квітня 2022 р. Харків : ХНУРЕ, 2022. Т. 1. С. 40-41.

3. Аврунін О.О., Носова Я.В., Шушляпіна Н.О. (2022) Засоби для визначення пневматичної потужності при диханні людини // Актуальні задачі медичної, біологічної фізики та інформатики: Всеукр. наук.-пр. конф. Вінниця, 27 квітня 2022 р., 20-22.

4. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н.О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія.– Харків: ХНУРЕ, 2018. 125 с.

5. Avrunin O., Shuslyapina N., Ivanchenko J. Extended of Diagnostic Capabilities for the Rhinomanometry Method // Chapter 5.1 (315-321 p.) in Spatial aspects of socioeconomic systems' development: the economy, education and 11 health care. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. Publishing House WSZiA, 2015. 380 p.

6. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Калашник М.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики. Харків : ХНУРЕ, 2018. 248 с. doi:10.30837/978-966-659-234-0.

7. Аврунин О. Г., Носова Я. В., Худаева С. А. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках // Тези доповіді 5-й всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». 2018. С. 117–119.

8. 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.

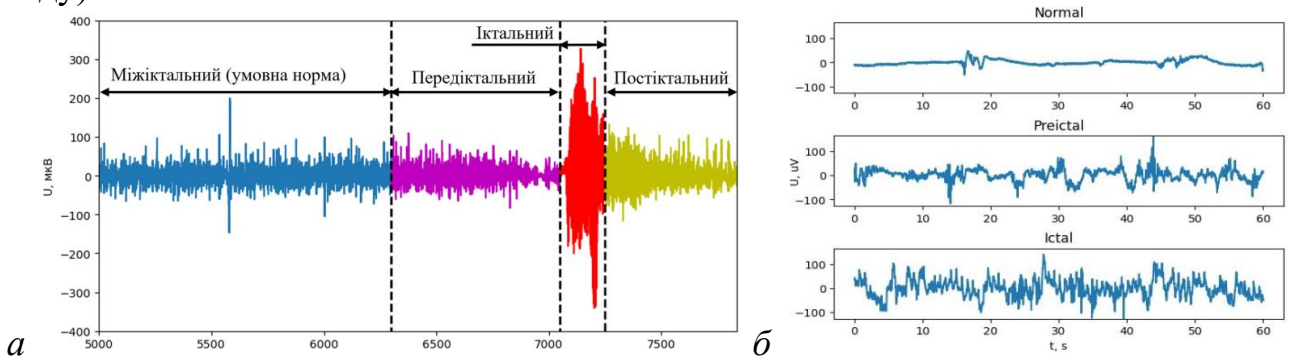
9. Щапов П. Ф., Аврунин О.Г. Повышение достоверности контроля и диагностики объектов в условиях неопределенности: монография. Харьков : ХНАДУ, 2011. 192 с.

10. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.

АНАЛІЗ ДАНИХ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ ЕЕГ ТА ВАРІАБЕЛЬНОСТІ РИТМУ СЕРЦЯ ДЛЯ ДЕТЕКТУВАННЯ ЕПІЛЕПТИЧНИХ НАПАДІВ У НОВОНАРОДЖЕНИХ

Резніченко Д.Т., Іванько К.О., Іванушкіна Н.Г.
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,
проспект Берестейський, 37, Київ-03056,
dreznichenko-ee25@lll.kpi.ua, ivanko-ee@lll.kpi.ua, niva-ee@lll.kpi.ua

Метою даного дослідження є виявлення та передбачення епілептичних нападів у новонароджених на основі аналізу сигналів багатоканальної електроенцефалограми (ЕЕГ) та дослідження параметрів варіабельності серцевого ритму (ВСР) за даними електрокардіограми (ЕКГ). Епілептичні напади у новонароджених можуть негативно вплинути на розвиток нервової системи у дитини, появу епілептичних ускладнень та на поведінку дитини в майбутньому. Судоми у новонароджених часто супроводжуються змінами у частоті серцевих скорочень та диханні, тому сучасні дослідження включають одночасну реєстрацію ЕЕГ та ЕКГ сигналів. При діагностиці найчастіше виділяють такі стани як (рис.1, а): міжіктальний (умовно нормальний); передіктальний (за певний час перед нападом); іктальний (стан, при якому наявний епілептичний напад); постіктальний (після нападу).



а *б*

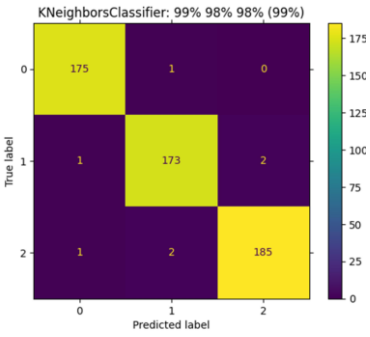
Рис.1 – а) Різні стани електричної активності мозку новонародженого на ЕЕГ;
б) ЕЕГ новонародженого в нормі, передіктальному та іктальному станах

У даній роботі досліджено ЕЕГ-сигнали, зареєстровані за стандартною системою “10-20” розміщення електродів, разом з одночасною реєстрацією ЕКГ сигналу. Дані для дослідження були отримані з публічно відкритого ресурсу Zenodo, а саме з «A dataset of neonatal EEG recordings with seizures annotations" (набір записів ЕЕГ новонароджених з анотаціями судом) [1]. Сигнали було сегментовано на епохи тривалістю 60 секунд. Аналіз сигналів проводився в часовій, частотній областях, а також за допомогою вейвлет-аналізу. Загалом було отримано 3017 параметрів, із них 91 для ВСР і 2926 для ЕЕГ (по 154 параметри на кожне з 19 проаналізованих відведень ЕЕГ). В часовій області аналізувалися такі параметри як середнє значення, мода, середньоквадратичне відхилення сигналу та його похідної, середньоквадратичне значення, коефіцієнти ексцесу та асиметрії. Часові параметри було отримано як для сигналів в цілому, так і для різних частотних інтервалів. Для ЕЕГ різні частотні діапазони аналізу відповідали

наступним ритмам: дельта (1-4 Гц), тета (4-8 Гц), альфа (8-12 Гц), бета 1 (12-20 Гц), бета 2 (20-30 Гц), гама 1 (30-60), гама 2 (60-100 Гц). Для дослідження варіабельності ритму серця проаналізовано наступні частотні діапазони кардіоритмограми: ультранизькі частоти ULF (<0.015 Гц), дуже низькі частоти VLF (0.015-0.04 Гц), низькі частоти LF (0.04-0.15 Гц), високі частоти HF (0.15-0.4 Гц) та дуже високі частоти VHF (>0.4 Гц). В частотній області для кожного ритму ЕЕГ та частотного діапазону ВСР розраховувалися такі параметри як сумарна енергія, середня енергія, відносна енергія. Для ЕЕГ також розраховано відношення енергій ритмів. Для ВСР розраховувалися відношення енергій сигналу в частотних діапазонах VLF до ULF і VHF, а також відношення VHF до суми ULF і VLF. За допомогою вейвлет аналізу розраховувано значення енергій рівнів деталізації та рівня апроксимації, а також відносні значення енергій. Також розраховано параметри для всіх рівнів вейвлет-розкладу з використанням вейвлет-функції Добеші 2 порядку та вейвлет-розкладом до 7 рівня. Для класифікації сигналів на три класи (стан нормальної електричної активності мозку, передіктальний та іктальний стани) з метою передбачення епілептичних нападів у немовлят, було реалізовано такі моделі машинного навчання як k-найближчих сусідів, метод опорних векторів, дерево рішень, випадковий ліс дерев рішень та ґрадієнтний бустинг. Для навчання і тестування класифікаторів набір даних було розбито на дві частини: 80% (2160 зразків) для навчання і 20% (540 зразків) для тестування.

Метод	Точність класифікації (норма, преіктальний, іктальний стани), %
K-найближчих сусідів	99 (99, 98, 98)
Опорних векторів	98 (100, 97, 97)
Дерево рішень	91 (98, 85, 91)
Випадковий ліс дерев рішень	97 (97, 98, 96)
Ґрадієнтний бустинг дерев рішень	98 (97, 99, 96)

а



б

Рис.2 – а) Порівняння результатів класифікації; б) Матриця невідповідності для моделі на основі методу *k* найближчих сусідів (0-нормальний, 1-передіктальний, 2-іктальний стан)

Висновок: Найбільш важливими відведеннями ЕЕГ для виявлення епізодів епілепсії у новонароджених виявилися C4, T4, T5 та Pz. Виявлено, що найбільш важливими параметрами ЕЕГ є відносна енергія альфа та тета ритмів, а також відносна енергія четвертого та п’ятого рівнів деталізації вейвлет-перетворення. Для ВСР найбільшу оцінку отримали енергія сигналу кардіоритмограми, стандартне відхилення складової деталізації другого рівня для вейвлет-розкладу, відношення енергії в частотному діапазоні VLF до енергії в частотному діапазоні VHF та коефіцієнт ексцесу для ULF.

Список літератури:

1. Stevenson, N., Tapani, K., Lauronen, L., & Vanhatalo, S. (2018). A dataset of neonatal EEG recordings with seizures annotations. Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.4940267

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ КІНЦІВОК ПАЦІЄНТА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ РУХОВОЇ ПОВЕДІНКИ

Сміян О. В., Колісник К. В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», 61002 Харків , вул. Кирпичова, 2,
e-mail: oleksandr.smiian@ieee.khpi.edu.ua

Протягом життя людина може формувати різні звички, вплив яких не відчувається, а іноді є зовсім непомітними у повсякденному житті, але з часом вони можуть призвести до суттєвих змін в організмі.

Хоч зміни у руховій поведінці людини можуть виникати і без наявності фізичних травм, особливу увагу слід приділити пацієнтам, що проходять реабілітацію після отримання травми рухового апарату. Протягом лікування та відновлення зміна рухових поведінок є нормальним та, фактично, неминучим явищем, через наявність болю у певних ділянках тіла та ослабленість певних груп м'яз. Головна проблема виникає вже після проходження основного курсу лікування, коли джерело поведінкових змін усунуте, а адаптації організму залишаються. Якщо це не виявити та не виправити – то людина може отримати серйозну шкоду для здоров'я, адже після занадто тривалого часу організм буде дуже важко перелаштувати на стандартну рухову поведінку. Разом з тим такі адаптаційні зміни почнуть приводити до шкідливих змін у організмі, які вже можуть стати незворотними.

Наразі у широкому застосуванні наявні системи, які фіксують динаміку рухів вимірюючи прискорення кінцівок. (Рис. 1) Але результати, які отримує лікар, після проведення такої діагностики не завжди є достатньо наочними, щоб виявити відхилення у руховій поведінці або точно оцінити її характер та інтенсивність.



Рис. 1 – Система діагностики рухової поведінки контролю WitMotion WT901

Найбільш дієвим способом у діагностиці та лікуванні такого роду проблем було б представлення рухів пацієнта у вигляді тривимірної моделі. Для цієї задачі необхідне вимірювання саме лінійного переміщення точок кінцівки, щоб відтворити їх за допомогою програмного забезпечення у вигляді моделі. В даній роботі запропоновано метод вимірювання, який би дозволив вирішити поставлене завдання.

Для того, щоб визначити лінійне переміщення певної точки кінцівки – необхідно дізнаватися її відносні координати з певною фіксованою частотою. Як точку відліку для усієї системи доцільно обрати тулуб, адже кінцівки рухаються саме відносно нього.

Функціональна схема системи діагностики рухової поведінки складається з 5 частин – поясу та 4 модулів-випромінювачів. Модулі встановлюються на

колінних суглобах та нижніх частинах гомілки. Пояс одягається на таз та є системою відліку для визначення координат модулів. Пояс по черзі опитує кожний модуль по каналу Bluetooth та визначає його положення (Рис. 2).



Рис. 2 – Позначення суглобів, на рівні яких встановлюється система

Визначення положення модулю в тривимірних координатах відносно поясу відбувається завдяки вимірюванню відстані від випромінювача, що знаходиться в відповідному модулі, до кожного з 4 приймачів, розташованих вздовж поясу. Випромінювач поступово, з фіксованою швидкістю, збільшує силу сигналу. Коли потужність сигналу на приймачі досягає встановленого значення – система фіксує час, коли це сталось. Поєднуючи інформацію про швидкість наростання сигналу та час, за який він досяг порогової потужності для приймача – ми можемо визначити відстань між випромінювачем та приймачем. Адже чим далі буде випромінювач від приймача – тим більша потрібна буде сила сигналу для спрацювання, а 4 приймачі у різних точках дозволять провести тріангуляцію.

Пристрій є портативним – а отже записи можна робити як короткочасно, так й протягом однієї-двох діб. Після збору інформації лікар зможе завантажити данні на комп’ютер, де програмне забезпечення представить їх у вигляді тривимірної моделі опорно-рухової системи пацієнта та буде відображати її рухи протягом часу. Лікар зможе дивитися на рухи у певний проміжок часу та порівнювати їх з діями, які виконувались у цей час.

Таким чином можна створити діагностичну систему з принципово новим методом отримання та візуалізації інформації, що має зробити відповідну діагностику більш точною, зручною та доступною. Це також дозволить більш точно підбирати курс лікування. Успіх впровадження такої системи може зробити більш поширеною профілактичну діагностику рухової системи та поведінки пацієнта. Це питання є досить актуальним у наш час через переважно сидячий спосіб життя – це призводить до зміни поставі і, відповідно, зміни рухової поведінки. Якісна та легка діагностика, яка може бути досягнена представленим у роботі методом, дозволить зробити важливі кроки у вирішенні як цієї проблеми так й проблеми реабілітації після отримання травм опорно-рухової системи.

Список літератури:

1. Годлевський Л. С., Полясний С. А., Кресюн Н. С., Муратова Т. Н., Ненова О. Н., Саддлій А. С., Годлевська Т. Л. Медична апаратура. Принципи дії та застосування: Навчальний посібник. Одеса: Політехперіодика, 2015. 392 с.

2. Злепко С. М., Павлов С. В., Коваль Л. Г. та ін. Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2011. 133 с.

3. ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та постачання продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення.

ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ В РИНОЛОГІЇ: ІННОВАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕНДОСКОПІЧНИХ ВТРУЧАНЬ ТА МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Сокольцов А. О.[1)], Аврунін О. Г.[2)]
[1)] Харківський національний університет радіоелектроніки, e-mail: andrii.sokoltsov@nure.ua
[2)] Харківський національний університет радіоелектроніки, e-mail: oleh.avrunin@nure.ua

Функціональна ендоскопічна хірургія носових пазух (FESS) є одним із провідних методів лікування патологій порожнини носа та придаткових пазух. Це вимагає високої підготовки хірургів, оскільки неточність в техніці виконання операції можуть призвести до пошкодження оточуючих анатомічних структур (орбіта, порожнина черепа, гілки сонної артерії). Традиційно досвід набувається під час операцій, але інновації в 3D-друці дозволяють створювати моделі носових пазух для тренувань у безпечному середовищі, покращуючи підготовку хірургів [1]. Зростання інтересу до використання 3D-друку в медицині підтверджується рішенням Американської асоціації радіології та Спілки радіологічного товариства Північної Америки, які з 1 липня 2019 року впровадили спеціальний розділ у «Кодексі поточної процедурної термінології» Американського медичного товариства. Цей розділ стосується 3D-друку для збору даних про його застосування на клінічних об'єктах, документування практики та компенсації витрат на використання цієї технології. Застосування 3D-друкованих анатомічних моделей для хірургічних втручань показало скорочення часу операції на 23-62 хвилини залежно від її складності. Оціночна вартість хвилини роботи в операційній становила в середньому 62 долари, що забезпечило економію від 1488 до 3720 доларів на одну операцію. Для досягнення беззбитковості у використанні 3D-друкованих моделей необхідно створювати 63 моделі на рік (приблизно 1-2 моделі на тиждень) [2-3]. Впровадження таких моделей удосконалює передопераційне планування, підвищує точність хірургічних втручань і скорочують час операцій. Такі моделі сприяють підвищенню обізнаності пацієнтів про їхнє захворювання, спрощують комунікацію з лікарями та міждисциплінарне співробітництво в клініках. Внутрішні центри 3D-друку на базі лікарень мінімізують залежність від зовнішніх постачальників, знижують ризики передачі персональної інформації та забезпечують швидкий доступ до необхідних моделей. Інфраструктура та ресурси лікарняних лабораторій 3D-моделювання здебільшого зосереджені в університетських клініках і мають високу взаємодію з іншими відділеннями, здебільшого радіологічними. Така співпраця сприяє ефективнішому використанню технологій та розвитку внутрішніх програм навчання персоналу [4-5].

3D-друковані моделі дозволяють об'єктивно оцінювати технічні навички хірургів за допомогою структурованої оцінки (OSATS) та аналізувати результати дисекцій за допомогою КТ. Однією з переваг є можливість багаторазового повторення операційних вправ для швидшого набуття навичок. Можливість створення моделей з різною складністю та анатомією дозволяє адаптувати навчання до рівня хірурга,

починаючи з простих і поступово переходячи до складніших. Можливо навчатися, спостерігаючи за експертами, які виконують операції на тих самих моделях, як у безпосередньому контакті, так і дистанційно через онлайн-платформи. Застосування штучних моделей є перевагою завдяки відсутності етичних та юридичних обмежень, що супроводжують використання трупних зразків; при цьому виключається ризик інфекційного зараження та потреби створення спеціальних умов у симуляційних центрах. Штучні моделі забезпечують більшу наближеність до реальних умов (у порівнянні з тваринними або рослинними моделями) та мають персоніфіковані параметри, що базуються на попередньо отриманих КТ-знімках [6]. Проте відтворення реалістичних умов, таких як слизова оболонка та моделювання кровотечі, потребують подальших розробок [7].

Застосування 3D-друкованих моделей є перспективним напрямом підготовки хірургів-ринологів, оскільки підвищує точність, безпечність і ефективність ендоскопічних втручань. Це сприяє стандартизації набуття та об'єктивній оцінці хірургічних навичок і має великий потенціал для розвитку сучасної ринології та медичної освіти, створює нові можливості для вдосконалення клінічної практики і покращення якості медичної допомоги.

Список літератури:

1. Павлов С. В., Аврунін О. Г., Злепко С. М., Бодянський Є. В., Колісник П. Ф., Лисенко О. М., Чайковський І. А., Філатов В. О. (2019). Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К». – 2019. – 260 с.

2. Shine KM et al. From the ground up: understanding the developing infrastructure and resources of 3D printing facilities in hospital-based settings. 3D Print Med. 2022 Jul 11;8(1):21. doi: 10.1186/s41205-022-00147-7. PMID: 35821456; PMCID: PMC9275538.

3. Abdullah KA, Reed W. 3D printing in medical imaging and healthcare services. J Med Radiat Sci. 2018 Sep;65(3):237-239. doi: 10.1002/jmrs.292. Epub 2018 Jul 3.

4. Ballard DH et al. Medical 3D Printing Cost-Savings in Orthopedic and Maxillofacial Surgery: Cost Analysis of Operating Room Time Saved with 3D Printed Anatomic Models and Surgical Guides. Acad Radiol. 2020 Aug;27(8):1103-1113. doi: 10.1016/j.acra.2019.08.011. Epub 2019 Sep 18.

5. Kveller C et al. First experiences of a hospital-based 3D printing facility - an analytical observational study. BMC Health Serv Res. 2024 Jan 4;24(1):28. doi: 10.1186/s12913-023-10511-w. PMID: 38178068; PMCID: PMC10768152.

6. Тымкович М. Ю. Использование DICOM изображений в медицинских системах / М. Ю. Тымкович, О. Г. Аврунин, В.В. Семенец // НТУУ «КПІ» Техн. електродинаміка :Темат. вип. : Силова електроніка та енергоефективність, (СЕЕ’2012)». – Київ : НТУ «ХПИ». – 2012. – С. 178-183. ISSN 1607-7970.

7. Avrunin, O. G. et al. Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology. Paper presented at the Information Technology in Medical Diagnostics II - Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, 1-8. doi:10.1201/9780429057618-1.

СЕКЦІЯ 3. ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧОК ПЕРЕХОДУ НА СКАНЛАЙНІ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЛАЙН-ІНТЕРПОЛЯЦІЇ

Вірченко К.Д.[1)], Колєсниченко А. О.[2)], Плєснецов С.Ю.[3)]
[1)] НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002
kseniia.kopach@cit.khpi.edu.ua
[2)] НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002
artem.koliesnychenko@infiz.khpi.edu.ua
[3)] НТУ «ХПІ», , вул. Кирпичова 2, м. Харків 61002
serhii.pliesnetsov@khpi.edu.ua

Сканлайн – це сукупність алгоритмів для визначення, відображення видимої поверхні в комп'ютерній графіці, який працює на основі послідовної обробки рядків. Сканлайни є розповсюдженим інструментом процедурної обробки зображень,

В узагальненому вигляді сканлайн є дискретним набором з *n* точок, кожна з яких має координати *x* та *y*:

$$S=\begin{bmatrix} x_0 & x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_{n-1} \\ y_0 & y_1 & y_2 & y_3 & \dots & y_{n-1} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Ці точки мають (можуть) знаходитись у залежності як дві множини S_x та S_y, утворюючи функціональну залежність $S_y(S_x)$.

Такі множини зазвичай найзручніше описувати з використанням сплайнів [1]

Сплайн — функція, область визначення якої розбита на шматки, на кожному зі шматків функція є деяким поліномом (многочленом). Більш поширеним типом сплайн-інтерполяції є інтерполяція з використанням кубічних сплайнів [2].

Тож, сплайн-функцію $t(x)$ можна представити як суму функцій виду:

$$t(x)=\sum_{i=0}^{n-1} f_i(x), \quad (2)$$

де $f_i(x)$ – це функції, що у сукупності утворюють сплайн.

Однією з основних умов для коректної побудови кубічного сплайну є рівність значень похідних другого ступеня у кінцевих точках кожного зі шматків сплайну, тобто:

$$f_i''(x)=f_{i+1}''(x). \quad (3)$$

Очевидно, що похідна другого ступеня від кубічної параболи є функцією дотичної до цієї параболи у точці, а співпадіння значень дотичних гарантує виконання умови гладкості сплайну.

У найпростішому випадку, коли сканлайн має бінарну структуру (0, 1), сканлайн опис його матиме вид як представлено на рис. 1.

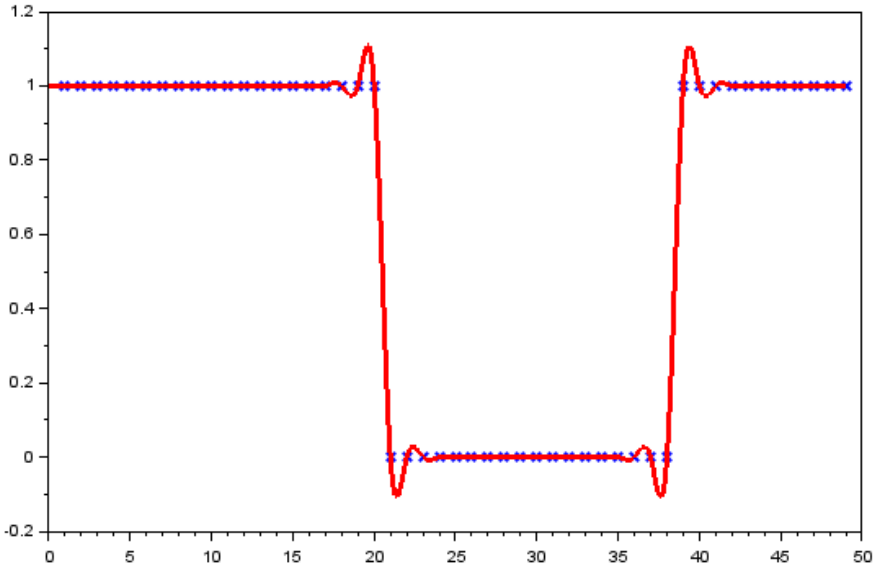


Рис. 1 – Приклад найпростішого сплайн-опису сканлайну

Як можна побачити, сплайн-представлення дає певне уявлення про структуру зображення, але вимагає аналізу істотної кількості екстремальних значень. Цю задачу можна спростити, якщо використати як основу першу похідну $|t`(x)|$ від знайденого сплайну (рис. 2).

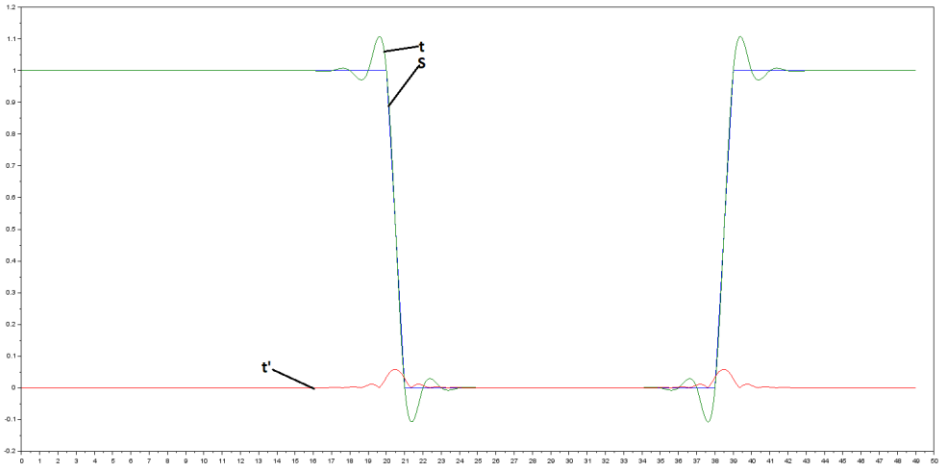


Рис. 2 – Врахування першої похідної від сплайну

Таким чином, основою для аналізу сканлайну при пошуці точок переходу стає аналіз модуля першої похідної від функції сканлайну.

Список літератури:

1. Малачівський П. С., Скопецький В. В. Неперервне й гладке мінімаксне сплайн-наближення [відп. ред.] І. В. Сергієнко; НАН України, Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова, Центр мат. моделювання Ін-ту приклад. пробл. механіки і математики ім. Я. С. Підстригача. К. : Наук. думка, 2013. 271 с.

2. Довгий Б. П., Ловейкін А. В., Вакал Є. С., Вакал Ю. Є. Сплайн-функції та їхнє застосування : навч. посіб. К. : Київський ун-т, 2017. 120 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Григоренко С. М., Ляшенко Б. І.
НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2 м. Харків,61002
e-mail: bohdan.liashenko@cit.khpi.edu.ua

Застосування інфрачервоної термографії як одного з основних методів оцінювання теплових втрат електрообладнання стає доцільним у межах вирішення питань вчасного визначення проблемних ділянок і дефектів електрообладнання, а аналіз вірогідності методів діагностування та прогнозування технічного стану енергетичного обладнання надає можливість своєчасного встановлення дефекту і прогнозування подальшого терміну роботи електрообладнання до повної відмови останнього.

Головною задачею технічної діагностики є визначення технічного стану об’єкта діагностування, однак зазвичай задача ускладняється умовами обмеженої діагностичної інформації через складність процесів у яких задіяне енергетичне обладнання.

Одним з основних теоретичних обґрунтувань за для визначення технічного стану в умовах дефіциту апріорної інформації є загальна теорія розпізнавання образів. На зараз існують два основні підходи до вирішення задач розпізнавання дефектів: вірогідністний та детермінований [1].

Вірогідністні методи аналізу є більш узагальненими, і для своєї реалізації потребують технічного аудиту: попереднього накопичення, подальшої обробки та класифікації значних обсягів діагностичної інформації.

Детерміновані методи здатні більш стисло описати процес розпізнавання дефектів, оскільки вони пов’язані із послідовністю структурованих подій, які є логічними і однозначними ознаками певного дефекту.

Станом на зараз вірогідністні методи діагностування у виробництві набули широкого розповсюдження для оцінки технічного стану не критичних для технологічного процесу елементів, наприклад, на електричних станціях. Також вони використовуються для внесення коректив до завчасно прийнятої стратегії технічного обслуговування [1].

Одним із найбільш поширених із вірогіднісних методів діагностування є оцінка технічного стану за узагальненим законом Баєса [2]. У теорії ймовірностей та математичної статистики теорема Баєса описує ймовірність події, спираючись на обставини, що могли би бути пов’язані із цією подією. Наприклад, поява глухого переривчатого стуку при роботі електродвигуна може свідчити про його несправний стан, а саме про порушення умов змащення підшипників [1]. Основним недоліком такого методу діагностування – необхідність попередньої обробки значної кількості статистичної інформації. Ще одним недоліком є пригнічення мало ймовірних діагнозів у порівнянні з більш поширеними.

У таких випадках на допомого приходить тепловізійний контроль. Він дозволяє не тільки проводити тепловізійне дослідження стану контактів і

контактних з’єднань електрообладнання, а також струмопровідних частин. Тепловізійний контроль самого корпусного електрообладнання, такого як генератори, трансформатори, уводи, вимикачі, і т. ін., хоч і відрізняється достатньою складністю та різноманітністю інформації про об’єкт контролю, але дає достатньо чітку оцінку ситуації на об’єкті.

Але не треба забувати і про похибки, що виникають у випадках контролю технічного стану електрообладнання на підставі обстежень за допомогою засобів інфрачервоної техніки. Похибки виникають від дії багатьох специфічних параметрів факторного впливу на результати даного методу контролю, тому остаточне рішення за даними такого обстеження слід приймати з урахуванням динаміки зміни теплового стану конкретної одиниці обладнання, порівняння її теплових зображень (термограм) із аналогічними для інших таких самих одиниць [2].

На підставі проведених досліджень можна зробити ряд важливих висновків:

– тепловізійна діагностика електричного обладнання є найбільш раціональним методом, що дозволяє перевірити як окремі ділянки так і конкретні елементи без відключення системи, що економить ресурси і час;

– основною причиною, що викликає неполадки енлектричного обладнання є підвищена температура в обладнанні, яке зазвичай викликається неприпустимі режими роботи, механічний знос обладнання, неякісне обслуговування обладнання.

На підставі аналізу варіантів використання засобів тепловізійного контролю для визначення технічного стану електрообладнання є очевидним, що тепловізійний контроль набагато скорочує час операцій по визначенню дефектних ділянок енергетичного обладнання.

Список літератури:

1. Діагностика теплоенергетичного устаткування теплових та атомних електричних станцій: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. А. Пешко, О. Ю. Черноусенко, Д. В. Риндюк. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 81 с.

2. Діагностика електрообладнання: навчальний посібник / В. М. Кутін, М. О. Ілюхін, М. В. Кутіна. Вінниця: Вінницький Національний Технічний Університет, 2013. 161 с.

НЕЧІТКИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРНОГО ВПЛИВУ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ЛЮДИНИ

Григоренко С. М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
e-mail: Svitlana.Hryhorenko@khpi.edu.ua

У доповіді пропонується використання апарату нечіткої логіки для визначення дії факторного впливу на артеріальний тиск (АТ) людини.

Відповідно до стандартів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) нормальними показниками артеріального тиску вважають: 139/89 мм рт. ст. як нормально високий, 120/80 мм рт. ст – оптимальний для дорослої людини [1]. Проте, у роботах закордонних вчених [2, 3] підвищеним артеріальним тиском є тис ≥ 130 або ≥ 85 мм рт. ст. Вказані значення є узагальненими, оскільки артеріальний тиск може змінюватись залежно від цілого ряду факторів таких як: час доби, психологічний стан людини (стрес підвищує тиск), вік людини (старіння організму, хронічні захворювання), прийом стимулюючих речовин або медикаментів та ін.

Підвищується АТ у разі підвищення серцевого викиду, об'єму крові, периферичного судинного опору, в'язкості крові і жорсткості стінок судин. Зниження АТ відбувається при зниженні вказаних факторів.

Оскільки стійке підвищення АТ вище 140/90 мм рт. ст. або стійке пониження АТ нижче 90/50 мм рт. ст. можуть бути симптомами важких захворювань людини, тому дослідження зміни артеріального тиску під дією різних факторів є актуальною науковою задачею, що цікавить науковців всього світу.

Так у роботі [2] зазначено, що вплив метаболічного синдрому (МС) і кластерів його компонентів на центральний артеріальний тиск (ЦАТ) ще не достатньо вивчено. У [2] проведено дослідження по визначенню впливу МС і кластерів його компонентів на ЦАТ для великої групи людей та визначено різницю цього впливу у чоловіків і жінок.

У роботі [3] досліджено кореляцію між постдіалізним артеріальним тиском, що виміряний у різні моменти часу і домашнім моніторингом АТ. Пацієнти, що знаходяться на гемодіалізі, проходять вимірювання АТ під час переддіалізного, інтрадіалізного та постдіалізного періодів у час сеансів діалізу.

Медіації факторів ризику високого АТ у чотирьох расових та етнічних групах населення присвячена роботу [4]. У цьому дослідженні була оцінена ступінь, в якій індекс маси тіла забезпечує зв'язок між факторами ризику та випадками високого АТ в американських індейців і корінних мешканців Аляски, неіспаномовних білих, неіспаномовних чорношкірих і латиноамериканців. У Національному довгостроковому дослідженні здоров'я підлітків і дорослих взяли участь 7793 людини. Однак ці дослідження ще далекі від завершення. У [4] вказано про необхідність подальших досліджень для покращення знань про зв'язки між

факторами ризику та інцидентом високого АТ, а також їх потенційної зміни у залежності від раси / етнічної належності.

У дослідженні [5] вивчається вплив недостатнього сну на рівень АТ серед населення округу Zakho, де наголошено на унікальність культурних, економічних та географічних факторів, що сприяють цим станам. У дослідженні взяли участь 1038 учасників віком від 18 до 65 років, розділених на дві групи. 527 випадків, у яких недостатній сон < 7 годин (n = 262), < 6 годин (n = 194), < 5 годин (n = 71), та 511 контрольних, у яких достатньо сну від 7 до 9 годин. Дослідження оцінювало кількість сну за самозвітною тривалістю сну за допомогою анкети-інтерв'ю. Артеріальний тиск вимірювався три рази (з інтервалом не менше однієї хвилини між кожним показанням) за допомогою ртутного стандартного сфігмоманометру та манжети відповідного розміру.

Отримані результати досліджень світової наукової спільноти надихають на розвиток досліджень дії факторного впливу завдяки використанню апарату нечіткої логіки, що дозволяє моделювати дію факторів і їх комбінації для встановлення рівню впливу на показник контролю – АТ.

Для моделювання пропонується обрати наступні впливаючи фактори: емоційний стан, фізичні навантаження, якість харчування, вживання лікарських засобів, режим дня.

Початковими умовами для дослідження обрано наступні параметри: стать (чоловіча/жіноча), етнічна належність.

Список літератури:

1. Медичні маніпуляції в алгоритмах / Під ред. Білика Л. С., ЧДМК. Тернопіль: ТДМУ, 2005. 324 с.

2. Laucyte-Cibulskiene, A., Chen, CH., Cockroft, J. et al. Clusters of risk factors in metabolic syndrome and their influence on central blood pressure in a global study. Sci Rep 12, 14409 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-18094-y.

3. W Nadruz, R Bezerra, F Teles, C M M A Franco, L M S F Vieira, A C Sposito, A D M Feitosa. Correlation between postdialysis blood pressure assessed at different time points and home blood pressure monitoring. European Heart Journal, Volume 45, Issue Supplement_1, October 2024, ehae666.3252, https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.3252.

4. Zamora-Kapoor, A., Hebert, L., Mellacheruvu, P., Buchwald, D., & Sinclair, K. (2024). Mediation of risk factors for high blood pressure in four racial and ethnic populations. *Longitudinal and Life Course Studies*, *15*(4), 478-491. Retrieved Nov 17, 2024, from https://doi.org/10.1332/17579597Y2024D000000030.

5. B. Abdi, Influence of Inadequate Sleep on Blood Pressure among the Population in Zakho District, J. Contemp. Med. Sci., vol. 10, no. 3, Jul. 2024. DOI: https://doi.org/10.22317/jcms.v10i3.1552.

СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ РАДІОГРАФІЧНОГО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ У ПРОМИСЛОВОСТІ

Григоренко С. М., Григоренко І. В., Юрченко О. М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
e-mail: Svitlana.Hryhorenko@khpi.edu.ua

Станом на сьогодні у всьому світі дуже популярне використання промислової радіографії як для перевірки якості зварних з'єднань, так і для багатьох інших задач неруйнівного контролю (НК). Промислова радіографія використовує іонізуюче випромінювання для перевірки об'єктів контролю тоді, коли перевірка наявності дефектів неможлива іншим способом НК. Метод радіографії є основним методом радіаційного неруйнівного контролю (РНК), який має певну перевагу серед інших методів РНК (радіоскопії та радіометрії) та широко застосовується в промисловості для вирішення багатьох задач з використанням широкого спектру різноманітних радіографічних зображень (РЗ). Всі методи РНК направлені на перевірку матеріалів на наявність прихованих дефектів. Випромінювання, що створюється при РНК, є дуже небезпечним, проте при використанні нових технологій та належного захисту ризики травм і смерті, що пов'язані із випромінюванням, можуть бути значно знижені. Метод радіографії або радіографічний контроль широко використовується у багатьох галузях промисловості та в медичних цілях для виявлення аномалій у матеріалах і тілах людей. Радіографічний контроль також використовується у будівництві та виробництві для нафтогазового сектору із використанням зварювання, трубопроводів для транспортування газу / рідини, в ливарних цехах та ін.

У роботі [1] зазначено, що на дозу випромінення та якість зображення в радіології впливають основні фактори рентгенівського випромінювання, які задаються рентгенологом перед отриманням радіографічного зображення з урахуванням рентгенографічного положення. Невірне настроювання початкових параметрів може призвести до помилок експозиції, що змусить повторити тест зі збільшенням дози опромінення, доставленої пацієнтові. У [1] представлений новий підхід, заснований на глибокому навчанні, який автоматично оцінює рентгенографічне положення з фотографії, зробленої до рентгенівського опромінення, яку можна використовувати для вибору оптимальних основних факторів. Результати досліджень свідчать про можливість полегшити робочий процес отримання даних, зменшуючи виникнення помилок експозиції та запобігаючи непотрібній дозі опромінення, яку отримують пацієнти [1].

У дослідженні канадських вчених [2] вивчається ефективність підходів НК для виявлення аберацій в об'ємній щільності (або дефектів), які притаманні матеріалам, виготовленим за допомогою лазерного адитивного виробництва (LAM). РНК використовується для перевірки здатності виявляти зародкові дефекти або відхилення в об'ємній щільності у зразках сталі LAM 300 M. Після уточнення контрастності на РЗ стало можливим використовувати радіографію для виявлення дефектів у зразках з насипною щільністю 99,5 %. Результати [2] дають уявлення про розробку процедур НК для контролю якості деталей.

У [3] зазначено, що в Індії виконується безліч зварювальних робіт у будівництві та прокладанні величезних трубопроводів для транспортування та розподілу газу та води, а також будівництві резервуарів для зберігання різних речовин. Об'єкти працюють під високим тиском, тому важливо виробляти зварні шви високої якості. Розроблено безліч методів обробки зображень виявлення дефектів зварювання з використанням РЗ. Дефекти зварювання можуть з'являтися на РЗ у різних формах, розмірах, місцях та контрастах. У роботі [3] зразки зварних швів з різнорідних сплавів AA 6063 і MgAZ31B були підготовлені з різними рівнями струму з використанням зварювання вольфрамовим електродом серед інертного газу. Нові набори тестових даних було розроблено з урахуванням РЗ зварних зразків. Різні моделі глибокого навчання, такі як нейронна мережа, залишкова мережа (ResNet) і Inception V3, також використовувалися у [3] для виявлення дефектів зварювання. В експериментальному дослідженні доступний набір даних для навчання складається з дефектів зварювання, таких як пористість, тріщина, непровар та шлакова інфузія, які використовувалися для дослідження. У [3] проведено порівняння ефективності трьох моделей глибокого навчання та встановлено, що ResNet має найвищу точність класифікації – 99,67 % для навчальних зображень та 99,52 % для тестових зображень зварного з'єднання AA 6063 та MgAZ31B.

У роботі іспанських вчених [4] стверджується, що в останні роки машинне навчання зайняло центральне місце як інструмент для розробки автоматизованих рішень для виявлення та класифікації дефектів у цифровій рентгенівській радіографії. Ці рішення на основі машинного навчання все частіше розробляються та впроваджуються для перевірки компонентів, щоб йти в ногу з високою продуктивністю у виробничих галузях. Робота [4] зосереджена на розробці алгоритму класифікації дефектів, який оцінює виявлені дефекти, щоб встановити, чи є дефектом, який може зробити компонент непридатним для використання.

Таким чином, проведений аналіз робіт у галузі радіографічного НК свідчіть про зацікавленість світової наукової спільноти у вирішенні науково-практичних задач виявлення та класифікації дефектів у багатьох галузях промисловості.

Список літератури:

1. Del Cerro, C.F., Giménez, R.C., García-Blas, J. et al. Deep Learning–Based Estimation of Radiographic Position to Automatically Set Up the X-Ray Prime Factors. J Digit Imaging. Inform. med. (2024). https://doi.org/10.1007/s10278-024-01256-x.

2. Farrell, S.P. Detection of Aberrations in Bulk Density in Additive Manufactured 300 M Steel using X-ray Radiographic Testing and Ultrasonic Testing. *J Nondestruct Eval* 40, 84 (2021). https://doi.org/10.1007/s10921-021-00814-5.

3. Bansal, A., Vettivel, S.C., Kumar, M. *et al.* Automated defects detection of AA 6063-MgAZ31B TIG welding using radiographic images and deep learning. *Multiscale and Multidiscip. Model. Exp. and Des.* **8**, 40 (2025). https://doi.org/10.1007/s41939-024-00657-3

4. Hena B, Ramos G, Ibarra-Castanedo C, Maldague X. Automated Defect Detection through Flaw Grading in Non-Destructive Testing Digital X-ray Radiography. *NDT*. 2024; 2(4):378-391. https://doi.org/10.3390/ndt2040023.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РЕЖИМУ ПРОФІЛЮВАННЯ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ

Курандо О. І.[1)], Плєснецов С.Ю.[2)], Плєснецов Ю.О. [2)]
[1)] ТОВ Інріс-профіль™, вул. Плиткова, м. Харків, 61106,
oleksii.kurando@infiz.khpi.edu.ua
[2)] Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002,
serhii.pliesnetsov@khpi.edu.ua

При профілюванні, якщо коефіцієнт тертя не перевищує певної мінімальної величини, смуга не захоплюється валками. В результаті збільшуються витрати енергії, відбувається перерозподіл зусиль формування між клітями, виникають додаткові динамічні навантаження на передавальні елементи приводу, погіршується якість профілів. Отримання профілів без поверхневих дефектів можна забезпечити за допомогою порівняно дешевих мастил при дещо більшому коефіцієнті тертя. Визначення оптимального коефіцієнта тертя, знання якого дозволило б раціонально проектувати процес профілювання, є важливим і актуальним завданням.

Для визначення катаючих діаметрів валків проведено експериментальні дослідження на робочій кліті з приводом від диференціальної шестеренної кліті. Як заготовки застосовувалися смуги зі сталі 08 кп товщиною 3 мм, з шириною, необхідною для отримання рівнобоких куточків з полицями 20 мм, 30 мм, 40 мм, 50 мм, 60 мм, 70 мм і 80 мм. На підставі проведених вимірювань на диференціальній кліті у валках із відношенням діаметрів 2,5 при профілюванні кутиків за режимом 0°→8°→18°→30°→45° було встановлено, що при формуванні у валках з кутом підгинання 8° відношення $n_н/n_в$ зі збільшенням ширини полиці зменшувалося з 2,43 при ширині полиць 20 мм до 2,29 при ширині полиць 80 мм. Катаючий діаметр верхнього валка практично залишався постійним незалежно від зміни ширини полиць, що підгинаються; катаючий діаметр нижнього валка змінювався інтенсивніше. Зі збільшенням сумарного кута підгинання відношення частот обертань нижнього та верхнього валків та величини катаючих діаметрів залежно від ширини полиць куточків змінювалися інтенсивніше. Так, при сумарному куті підгинання 45° відношення $n_н/n_в$ зменшувалося з 2,28 при ширині полиць 20 мм до 1,63 при ширині полиць 80 мм. Катаючий діаметр верхнього валка у своїй змінювався від 363 мм до 330 мм, нижнього - від 160 мм до 200 мм.

Зі збільшенням сумарного кута підгинання відношення $n_н/n_в$ зменшувалося. Катаючі діаметри верхнього валка зменшуються, а нижнього збільшуються. Так, при формуванні кутиків 30х30х3мм відношення $n_н/n_в$ зменшилося з 2,41 при куті підгинання 8° до 2,17 при сумарному куті підгинання 45°. Катаючий діаметр верхнього валка при цьому змінювався від 373 мм до 367 мм, нижнього - від 155 мм до 165 мм. Для кутика 80х80х3мм відношення $n_н/n_в$ змінювалося з 2,28 при куті підгинання 8° до 1,63° при сумарному куті підгинання 45°. Розмір катаючих

діаметрів у своїй змінювалася від 373 мм до 300 мм верхнього валка і від 164 мм до 200 мм нижнього.

На підставі вимірювань на диференціальній кліті у валках з відношенням діаметрів 2,5 при профілюванні кутиків за режимом 0°→8°→18°→30°→45° встановлені оптимальні передавальні відносини циліндричних пар шестеренних клітей стану, призначеного для профілювання кутових профілів зазначених розмірів, які становлять за клітями 2,5; 2,36; 2,36; 2,18; 1,95.

Внаслідок різниці швидкостей між верхнім валком та профілем виникає тертя ковзання, що неминуче призводить до погіршення якості профілю, підвищеного зносу валків, збільшення енергетичних витрат на профілювання, а в деяких випадках до поломки деталей робочої кліті. При дослідному профілюванні кутиків, швелерів та z-подібних профілів з'ясувалося, що для здійснення процесу профілювання у всіх випадках достатньо зусилля, що створюється приводом лише нижнього валка. У зв'язку з цим у ряді випадків верхні валки відключалися, що забезпечувало однакову лінійну швидкість валків та профілю у місцях контакту.

Висновки.

1. Результати аналізу зношування валків при виготовленні профілів показали, що зі збільшенням кутів підгинання елементів профілю по клітях і, отже, глибини врізу калібрів у валки створюється постійне збільшення перепаду окружних швидкостей по висоті робочих калібрів.

2. Ділянки калібрів, найбільш віддалені від основного діаметра валка (формуючі гребні та бурти), зношуються більшою мірою, у зв'язку з чим, при розробці калібрування валків з метою підвищення терміну їхньої служби радіуси закруглення у робочих калібрах та розрахункові розміри по стінці профілю слід приймати зменшеними на величину мінусового допуску. Доцільно також застосування кутів та ділянок звільнення у калібрах валків.

Список літератури

1. Погребна Н.Е., Куцова В.З., Котова Т.В. Способи зміцнення металів: Навчальний посібник. Дніпро: НМетАУ, 2021. 89 с.

2. Тарельник В.Б. Триботехнічне матеріалознавство та триботехнологія в задачах: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2019. 191 с.

3. Новомлинець О.О., Ющенко С.М., Нагорна І.В. Інженерія поверхні. Чернігів: ЧНТУ, 2019. 67 с.

4. Кіндрачук М.В., Лабунець В.Ф., Клімова Т.С., Черниш І.Г. Матеріалознавство: підручник. Київ, «НАУ-ДРУК». 2012. 500 с.

5. Кіндрачук М.В., Марчук В.Є., Духота О.І., Радіоненко О.В. Технологічне забезпечення зносостійкості деталей трибомеханічних систем дискретними поверхнями: монографія. Київ: НАУ, 2020. 204 с.

6. Холявко В.В. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 114 с.

7. Курандо О.І., Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О. Аналіз можливості використання деформаційного зміцнення при виробництві гнутих профілів // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні», 6-7 грудня 2023 р. Одеса. С. 170.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ МІНІМАЛЬНИХ РАДІУСІВ МІСЦЬ ЗГИНАННЯ ПРИ ВАЛКОВОМУ ФОРМУВАННІ ГНУТИХ ПРОФІЛІВ

Сєвєрін О. Ю.[1)], Плєснецов С.Ю.[2)], Плєснецов Ю.О.[2)]
[1)]ТОВ Інпіс-профіль™, вул. Плиткова, м. Харків, 61106,
oleksandr.sievierin@infiz.khpi.edu.ua
[2)] Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2 Харків, 61002,
yurii.pliesnetsov@khpi.edu.ua

Питання про руйнування металу в процесі профілювання оцінюють за відносним подовженням δ_{10}. Більш точною оцінкою слід вважати відносне поперечне звуження ψ. Методом механіки суцільних середовищ з використанням поля швидкостей переміщень визначена питома робота деформування елементарного об'єму місця згину при профілюванні. У роботі встановлено, що питома робота деформування зі зменшенням радіуса місця згинання і збільшенням кута підгинання зростає. З порівняння питомої роботи деформування A при згинанні з критичною роботою руйнування отримано критичний радіус руйнування, який для сталі Ст. 3сп дорівнює 0,16, для стали 09Г2 дорівнює 0,27. Зі збільшенням кута згинання величина критичного радіуса також збільшується. Кінці смуги деформаційно зміцнюються. Мінімальний допустимий радіус місця згинання для наклепаного металу повинен бути в 1,7÷2 рази більшим, ніж для відпаленого. Критерієм руйнування є питома робота деформування одиничного обсягу розривного зразка до руйнування. З умови пластичності Губера-Мізеса критерій можна поширити на різні схеми напружено-деформованого стану. Середня величина дисипації енергії у кожному інтервалі може бути визначена за залежністю:

$$E_{\text{сер}}=\varepsilon_{i\text{сер}}\cdot\sigma_i. \quad (1)$$

Приріст роботи деформування за інтервал отримаємо, помноживши дисипацію енергії на час деформування:

$$\Delta A=E_{\text{сер}}\Delta t. \quad (2)$$

Сумарну роботу деформування елементарного об'єму при згинанні смуги до відносного внутрішнього радіусу згинання, отримаємо, підсумувавши збільшення роботи в окремих інтервалах:

$$A_{\text{сум}}=\Sigma\Delta A. \quad (3)$$

В роботі визначені величини питомої роботи деформування елементарного об'єму при згинанні смуги з кутом $\varphi_0=\pi/4$ та відносним внутрішнім радіусом згинання $r_{\text{в}}=1$ для сталі Ст. 3сп. Зафіксовані проміжні положення при 250, 100, 50 і т.д. з відповідними кутами згинання. Оскільки швидкості переміщення частинок при профілюванні відносно малі, можна прийняти, що $\omega=1$. Тоді, із співвідношення $\omega=\Delta\varphi/\Delta t$, отримаємо: $\Delta\varphi=\Delta t$. За рівнянням (2) визначено збільшення роботи між двома суміжними положеннями. За рівнянням (3) визначено сумарну роботу, що витрачається на деформування елементарного об'єму при вигині з кінцевим відносним внутрішнім радіусом rв та кутом вигину φ_0.

За результатами побудовано графік зміни *A* елементарного об'єму в залежності від відносного внутрішнього радіусу згинання (рис. 1). На графіку у вигляді прямих ліній нанесено величини питомої роботи руйнування сталей марок Ст. 3сп (1) та 09Г2 (2). Перетин кривої залежності питомої роботи деформування від відносного внутрішнього радіусу згинання з прямою критичної роботи руйнування дає критичне значення відносного внутрішнього радіусу згинання.

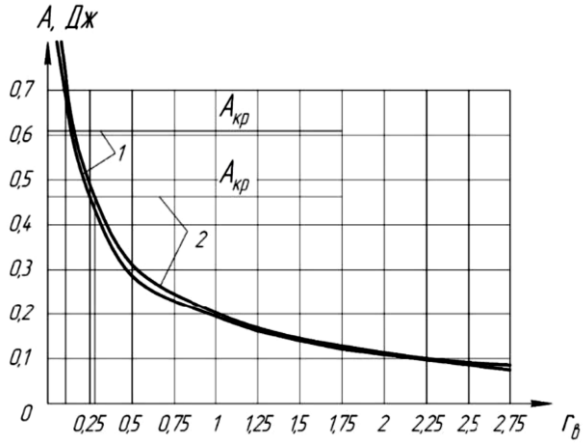


Рис. 1 – Графіки питомої роботи деформування в залежності від відносного внутрішнього радіусу згинання: 1 – для сталі Ст.3сп; 2 – для сталі 09Г2

Висновки. 1. Методом механіки суцільних середовищ визначено *A* елементарного обсягу місця вигину під час профілювання. Встановлено, що питома робота деформування зі зменшенням радіусу та збільшенням кута вигину зростає.

2. З порівняння *A* при згинанні з критичною роботою руйнування отримано критичний радіус руйнування $r_к$, який при згинанні на кут $\varphi_0=\pi/4$ дорівнює: для сталі Ст. 3сп $r_к$=0,16, для сталі 09Г2Д $r_к$=0,27.

3. Зі збільшенням кута вигину величина критичного радіусу також збільшується. Технологічні радіуси вигину повинні відрізнятись від розрахункових значень критичного радіусу вигину коефіцієнтом запасу міцності, тобто $r_{min} = kr_k$.

4. При поштучному процесі профілюванні, коли мають місце наклеп і задирки на кінцях смуги, відносний мінімальний внутрішній радіус вигину слід визначати за формулою $r_{min}=(2,8…3,5)kr_k$.

Список літератури

1. Ніколаєв В.О. Калібрування прокатних валків: навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2015. - 158 с.

2. Семко В.О. Сталеві холодноформовані тонкостінні конструкції: монографія /. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2017. - 325 с.

3. Moghadam A.E. Flexible Roll Forming of the Variable Depth Profiles /. – Submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Masters of Research, Institute for Frontier Materials Deakin University, 2017. - 159 p.

4. Halmos G.T. Roll Forming Handbook. - Boca Raton: Taylor&Francis, 2006. - 583 p.

5. Сєвєрін О.Ю., Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О. Аналіз стоншення металу при виробництві гнутих профілів // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні», 6-7 грудня 2023 р. Одеса. С. 299.

СПОСІБ ВИХОРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СТАЛЕВИХ СТРИЖНІВ

Сіренко М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
e-mail: sirnn2@gmail.com

Відомо [1], що залежність $d(Im\dot{K})/dX = F(X)$ похідних уявної частини ефективного магнітного потоку $\dot{K}$ в металевому стрижні круглого перерізу від узагальненого його параметру X має екстремуми при певних значеннях X^*, зокрема коли X^*=1,3174 (рис. 1). Максимальна крутизна цієї функції перетворення в області її екстремуму визначає найвищий рівень чутливості вихорострумового датчика (ВСД) прохідного типу до контрольованих параметрів стрижнів, таких як діаметр d, відносна магнітна проникність μ_r і питома електрична провідність σ.

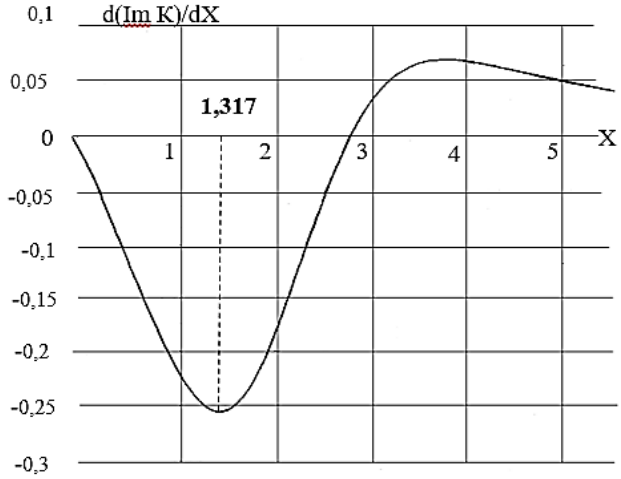


Рис.1 – Графік залежності похідної $d(Im\dot{K})/dX$ від параметра X

Тому визначення екстремуму функції перетворення ВСД із стрижнем, що відповідає частоті f_{e}, можна використати для сумісного контролю параметрів стрижнів. В точці цього екстремуму окрім параметра X^*=1,3174 ще стають відомими пов'язані з ним і попередньо розраховані сталі значення амплітуди K=0,9633364359 і фази φ=11,9684° магнітного потоку у металевому стрижні [2].

На підставі цього отримані формули для сумісного визначення трьох характеристик (d, μ_r і σ) стрижнів, які є залежними лише від значень амплітуд ЕРС датчика трансформаторного типу із стрижнем (E) і без нього (E_0), та фазового кута зсуву між ними (φ_0) на певній частоті f_{e} екстремуму чутливості функції перетворення ВСД, а також від відомих значень діаметру $d_{\text{в}}$ вторинної обмотки датчика і магнітної сталої μ_0.

Алгоритм пошуку частоти f_{e} екстремуму функції перетворення датчика розроблений у роботі [2]. Вимірювання параметрів сигналу ВСД можна реалізувати за стандартною схемою з ідентичними робочою 4 і опорною 5 секціями ВСД (рис. 2). Вона має первинне і вторинне електричні кола.

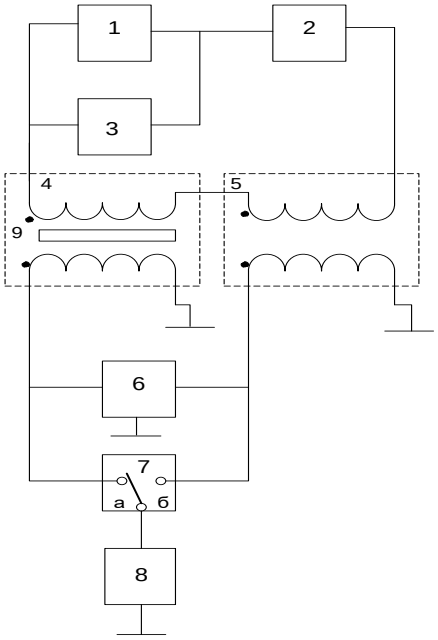


Рис. 2 – Вимірювальна схема датчика з двома секціями обмоток

Перше складають з'єднані послідовно генератор синусоїдальних сигналів 1, амперметр змінного струму 2 і первинні обмотки секцій 4 і 5. Амперметром 2 опосередковано контролюють напруженість поля в порожнинах котушок 4 і 5, яку створює струм, а частотоміром 3 вимірюють його частоту *f*. При цьому потрібно стабілізувати напруженість поля (H≤50 А/м) ВСД під час зміни його частоти [2]. Вторинний ланцюг схеми призначений для утворення сигналів (ЕРС) на затискачах вторинних обмоток секцій 4 і 5 і вимірювання їх параметрів (амплітуд ЕРС датчика із стрижнем 9 E і без нього E_0, фазового кута φ_0 між ними) відповідно вольтметром 8 через перемикач 7 і фазометром 6.

Важливою особливістю цього способу контролю трьох параметрів металевих стрижнів є те, що він відбувається тільки на одній певній частоті f_e поля ВСД. При цьому геометричні і електромагнітні характеристики стрижнів визначаються на одній і тій же глибині δ проникнення поля в стрижень, яка залежить від його діаметру d і параметра X^*=1,3174, і визначається, як $\delta = 0{,}54d$. Цей факт дозволяє проводити діагностику зміни механічних властивостей деталей круглого перерізу машин і механізмів по зміні їх трьох параметрів, що значно підвищує точність і надійність результатів контролю.

Список літератури:

1. Сіренко М.М. Вихорострумовий контроль параметрів металевих прутків на різних глибинах перерізу / М.М.Сіренко // XXIX Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD-2021»**.** 12-14 травня 2021 р. м. Харків. С. 323.

2. Сіренко М.М. Оптимізація алгоритму вихорострумового контролю параметрів електропровідних прутків/ М.М.Сіренко // XXIX Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD-2021»**.** 12-14 травня 2021 р. м. Харків. С. 324.

СИСТЕМИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Смолін Ю.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
uas8735@gmail.com

Бездротові технології контролю газотранспортної мережі, порівняно з провідними чи візуальними методами, є більш ефективними та дешевими в економічному плані [1]. В даний час газотранспортні підприємства використовують застарілі методи контролю стану газотранспортної мережі та контролю витоків на протяжних лінійних ділянках, такі як ручне управління засувками та візуальний контроль (наприклад, обліт ділянок на гелікоптері), або наземні виїзні експедиції. Обидва методи є дорогими, що вимагають велику кількість персоналу, що, у свою чергу, збільшує неточності внаслідок людського фактору.

Основною задачею систем автоматичного контролю є забезпечення безпеки газопроводів та супутніх інженерних систем. При цьому забезпечується постійний моніторинг частин обладнання про його стан та функціонування. Одне з ключових рішень цієї проблеми - побудова бездротової системи зв'язку (Wireless Sensor Networks, WSN), яка може бути використана на нафтопереробних та нафтохімічних заводах, свердловинах, пробурених з берега, та накопичувальних станціях, для підводних розробок родовищ та на морських платформах для видобутку нафти та газу.

Сучасні комп'ютерні пристрої стають дедалі меншими і легко інтегруються (вбудовуються) у різні об'єкти. Різноманітні мережеві топологія допомагають оптимізувати ці комп'ютерні системи в частині обміну інформацією та обчислювальними ресурсами, що сприяє їхній ефективній взаємодії.У цьому випадку датчики, підключені за бездротовими технологіями, використовують як проникаючі системи зв'язку (СС) з низькими швидкостями передачі даних (наприклад, RFID (Radio Frequency Identification), ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi), так і супутникові комунікаційні системи з вищими швидкостями передачі [2].

Однією із основних задач залишається контроль витоків газу на протяжних магістральних трубопроводах. Можливим варіантом технічних рішень цієї проблеми є використання бездротової сенсорної телекомунікаційної системи (БСТС). До складу такої комплексної багаторівневої системи повинні входити: - пристрої локального діагностування витоків газу/метану; автономні джерела живлення, що підтримують цю систему у робочому стані; радіопередаючі засоби, що здійснюють прийом та передачу інформації різними каналами зв'язку; стаціонарні пункти прийому, розподілу та обробки даних; програмні засоби, що забезпечують обробку інформації та об'єднані в єдину автоматизовану систему моніторингу та управління газотранспортним підприємством.

При цьому БСТС вирішуватиме наступне коло завдань: здійснювати моніторинг, контроль, виявлення та локалізацію місць витоку газу з магістралей; проводити ефективну передачу повідомлень пакетів різними каналами зв'язку;

здійснювати моніторинг та контроль стану засобів діагностування приймальних пристроїв, джерел живлення та допоміжного обладнання в режимі реального часу, забезпечувати управління та контроль експлуатації магістральних трубопроводів у режимі реального часу на основі бездротових технологій. Управління телекомунікаційною системою здійснюється автоматизованою системою управління, побудованою на базі сервіс-орієнтованих технологій, яка має модульну архітектуру та налаштовується під специфічні вимоги користувача.

Ще однією важливою системою є система з віддаленим керуванням запірної арматури. При виявленні витоку чи аварії у газотранспортній мережі необхідно оперативно заблокувати потік вуглеводню у трубі. Але іноді це завдання є дуже складним, в основному через розташування газопроводів на важкодоступних ділянках місцевості, куди не можна підвести ні стабільне електроживлення, ні кабель мережі.

Вирішенням цієї проблеми є також система дистанційного керування запірної арматури, призначена для дистанційного аварійного закриття/відкриття та технологічного обслуговування запірної арматури за командою оператора з віддаленого пульта керування. Система здійснює також телеметричний контроль та вимірювання технологічних параметрів об'єктів. Управління приводом здійснюється за рахунок стисненого повітря у балонах або від системи подачі попутного газу. Управління запірною арматурою та передача технологічних параметрів об'єкта здійснюється бездротовим каналом зв'язку.

Поєднуючи обидві розглянуті вище системи, можна побудувати повністю інтерактивний та автономний комплекс контролю та керування магістральними газопроводами з використанням інфокомунікаційних технологій.

На закінчення можна відзначити, що використання бездротових сенсорних телекомунікаційних систем контролю витоків газу з магістральних трубопроводів дозволить розгорнути їх у будь-якому місці, зокрема у важкодоступних районах, підвищити точність та оперативність отримання та передачі даних; забезпечити контроль та моніторинг технічних засобів газопроводів, проводити в режимі реального часу обробку та аналіз інформації, що надходить, виявляти місця несанкціонованого доступу та пошкоджень на об'єктах, що, у свою чергу, дозволить уникнути великих матеріальних витрат на ремонт та усунення наслідків аварій на магістральних трубопроводах.

Список літератури

1. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. Київ: Самміт-книга, 2018. 708 с.

2. Казак В.М., Шевчук Д.О., Гасіджак В.С. Діагностика основних елементів газотранспортної системи за фактичним технічним станом з використанням інтелектуальних технологій // Проблеми інформатизації та управління. Київ: НАУ, 2018. Випуск 2(24). С. 102-106.

ОБРОБКА СИГНАЛІВ ФАЗОІМПУЛЬСНОГО ФЕРОЗОНДУ

Хомяк Ю.В., Корнєв І.К.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
homyak.yv@gmail.com

Ферозонди завжди привертали увагу як корисний і ефективний інструмент для векторних вимірювань магнітних полів у мікротесельному діапазоні при кімнатній температурі. Вони використовуються в таких важливих сферах, як космічна та геофізична розвідка, картографія, неруйнівний контроль, а також в різних військових застосуваннях. У космічних дослідженнях ферозонди служать для аналізу магнітних полів планет і сонячного вітру, а в геофізиці – для виявлення та дослідження магнітних аномалій земної кори. У картографії вони сприяють створенню точних магнітних карт, а в неруйнівному контролі – забезпечують діагностику матеріалів і конструкцій без їх пошкодження.

Ці пристрої відомі своєю високою чутливістю та здатністю до точних вимірювань, що робить їх незамінними в наукових і промислових дослідженнях. Більшість сучасних ферозондів працює за принципом вимірювання другої гармоніки вихідної напруги, що забезпечує високу точність і стабільність вимірів.

З часу свого виникнення ферозонди знайшли застосування в різних сферах – від наукових магнітометричних досліджень до пристроїв для військової розвідки. Технічний прогрес дозволив значно вдосконалити їх конструкцію та принципи роботи, що призвело до розширення їх функціональних можливостей і підвищення ефективності. Сьогодні ферозонди продовжують відігравати важливу роль у передових дослідженнях і технологічних розробках.

У роботі [1] детально розглянуто фазоімпульсний ферозонд і приведено результати досліджень. Показано що функція чутливості при трикутному струмі збудження (рис. 1а) ферозонду [1]:

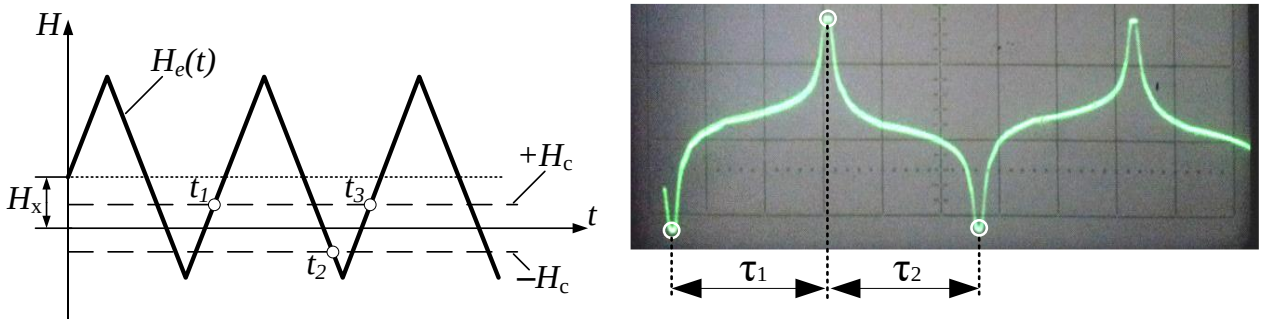
$$S = \frac{1}{H_e f}. \qquad (1)$$

З (1) видно що чутливість обернено пропорційна частоті (f) і амплітуді сигналу збудження (H_e), до того ж функція чутливості не залежить від зовнішнього магнітного поля H_x (як у випадку синусоїдального збудження). Тобто, дослідження параметрів та режимів роботи таких ферозондів є задача з великою кількістю змінних.

Основна вимірювальна інформація фазоімпульсного ферозонду – це проміжки часу між характерними точками вихідного сигналу $\Delta\tau$ (рис. 1б). Функція перетворення ферозонду[1]:

$$\Delta\tau = \frac{4H_x}{\beta}. \qquad (2)$$

де H_x – вимірюване зовнішнє поле, β – нахил трикутного сигналу збудження.



а *б*

Рис. 1 – Часові діаграми сигналів фазоімпульсного ферозонда: *а* – сигнал збудження ферозонду; *б* – осцилограма вихідного сигналу з характерними точками

Для експериментів пропонується створення і використання комп'ютеризованої установки на базі стандартного персонального комп'ютера як у роботі [2].

Зазначимо, що амплітуда може змінюватись в залежності від режимів роботи, вимірювального поля, зовнішніх факторів. Тому пропонується використовувати основні концепти обробки сигналу на персональному комп'ютері.

1. Для забезпечення детермінованого живлення необхідне використання підсилювача струму збудження ферозонду за принципом джерела струму, що керується напругою.

2. Вимірювальний сигнал необхідно нормалізувати до сталої амплітуди для чіткої фіксації характерних точок.

3. Екстремуми можна вираховувати за рахунок компаратору.

4. Вимірювання слід проводити декілька періодів збуджувального струму для усереднення та зменшення випадкових похибок.

Для досягнення пункту 1 можна використовувати класичні схеми з підсилювачами на аналогових компонентах. Реалізація пунктів 2-4 можлива за рахунок програмних засобів на персональному комп'ютері.

Запропоновані судження покладено в основу створення комп'ютеризованої системи досліджень фазоімпульсного ферозонду.

Список літератури:

1. Крикун В. Р., Хомяк Ю. В., Корнєв І. К. Фазоімпульсний ферозонд для вимірювання магнітного поля. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 3 (21). С. 32-38.

2. Корнєв І. К., Хомяк Ю. В., Познякова М. Є. Застосування персонального комп’ютера для проведення та обробки сигналу вихрострумового контролю. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 2 (20). С. 24-29.

МОДЕЛЮВАННЯ ОКРУГЛОГО ДЕФЕКТУ СТАЛЕВОЇ СТРІЧКИ

Хомяк Ю.В., Носков М.С., Познякова М.Є.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
homyak.yv@gmail.com

Округлі дефекти металевої стрічки – це дефекти, які мають форму близьку до кола, еліпса або інших замкнутих кривих. Вони можуть бути як на поверхні, так і всередині матеріалу. Їх особливості залежать від причин виникнення та процесів виробництва.

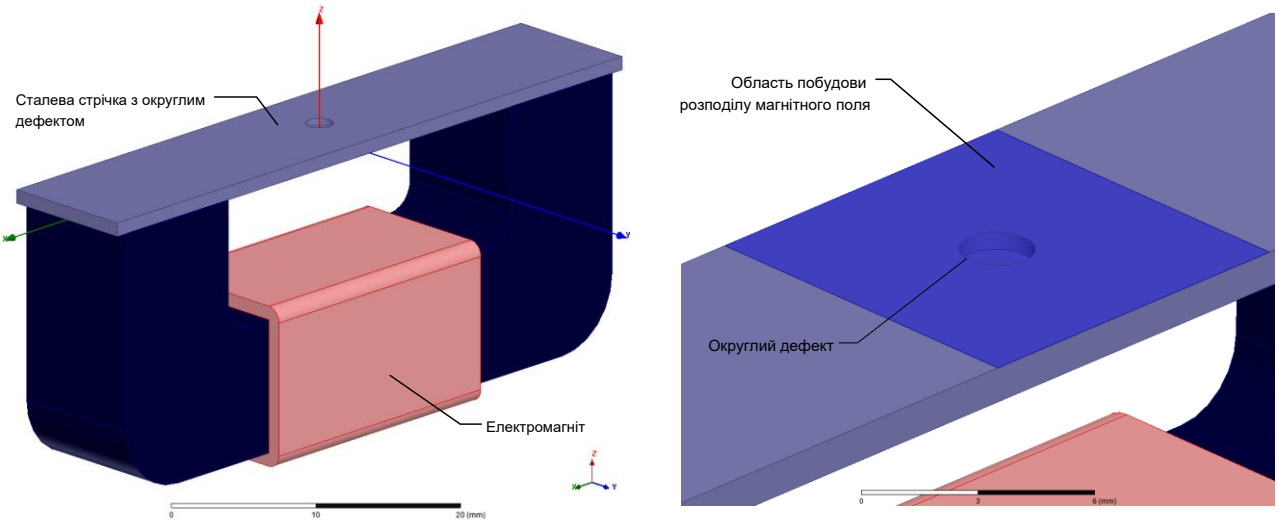
Основні типи округлих дефектів. Округлі пори утворюються через бульбашки газу, що залишаються в металі під час плавлення або лиття, можуть бути одиничними або множинними. Розташовуються на поверхні або в товщині матеріалу. Округлі включення – частинки сторонніх матеріалів (шлаку, неметалевих домішок), що залишаються в металі після плавлення, мають неправильну округлу форму. Чужорідні частинки зазвичай мають інший колір або структуру. Округлі вм’ятини виникають через механічний вплив на стрічку під час транспортування, зберігання або обробки, мають чіткі межі, округлу форму. Точки корозії (піттинг) утворюються внаслідок нерівномірної корозії.

Загальні особливості округлих дефектів: Округла або еліптична форма, яка може бути чітко окреслена або розмита. Можуть бути як на поверхні, так і в об’ємі металу. Погіршують механічну міцність і пластичність. Знижують корозійну стійкість. Можуть стати джерелом утворення тріщин.

Неруйнівний контроль (НК) для виявлення округлих дефектів тонкої сталевої стрічки має свої особливості через специфіку форми дефектів, товщини матеріалу та вимоги до точності [1, 2]. Основні особливості НК для округлих дефектів. Тонка товщина. Вимагає високої чутливості методів контролю для виявлення дрібних дефектів. Методи повинні забезпечувати можливість оцінки дефектів без пошкодження стрічки. Округла форма дефектів. Характерні рівномірні контури, які вимагають адаптації обробки сигналів для точної локалізації. Методи повинні ідентифікувати як поверхневі, так і внутрішні округлі дефекти. Контроль великих площ. Стрічка може мати значну довжину, тому методи мають бути швидкими й автоматизованими. Високі вимоги до безперервного моніторингу в реальному часі. Дефекти різного походження. Контроль має враховувати різноманітність дефектів (пори, вм’ятини, корозійні точки, включення).

З урахуванням вище зазначеного, пропонується використовувати магнітний метод контролю. Він базується на зміні магнітного поля поблизу дефектів, таких як тріщини, пори або вм'ятини. Магнітне поле створюється в матеріалі за допомогою електромагніту (рис.1а). Дефекти порушують розподіл магнітного потоку, створюючи локальні "витоки" магнітного поля. Для виявлення використовуються магнітні частинки (порошок, суспензія) або сенсори для візуалізації витоків магнітного поля.

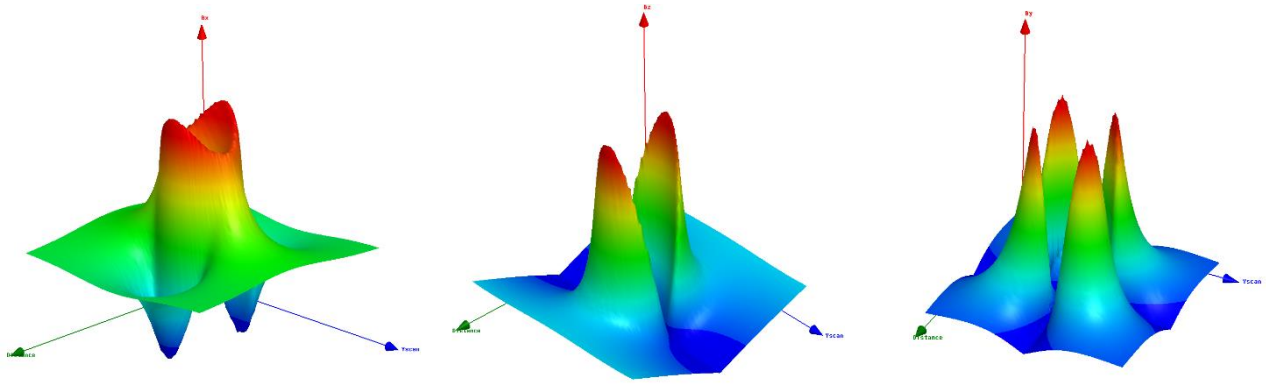
В даній роботі досліджується за рахунок комп'ютерного моделювання розподіл складових магнітного поля поблизу округлого дефекту сталевої стрічки (рис.1б).



а *б*

Рис. 1 – Система магнетизації сталевої стрічки : *а* – ескіз моделі; *б* – округлий дефект стрічки

Моделювання та розрахунки проводилися для сталевої стрічки ($\mu = 60$) з товщиною 1 мм. Дефект у вигляді циліндра радіусом 1 мм глибиною 0,5 мм. Частота струму збудження – 50 Гц. Результати моделювання наведено на рис. 2.



а *б* *в*

Рис. 2 – Розподіл складових магнітного поля округлого дефекту (амплітудні значення): *а* – $\boldsymbol{B}_x$; *б* – $\boldsymbol{B}_z$; *в* – $\boldsymbol{B}_y$

Просторове уявлення розподілу магнітного поля округлого дефекту показує особливості що можуть використовуватись при неруйнівному контролі методом розсіювання магнітного потоку.

Список літератури:

1. Udpa S. S., O'Moore P. Nondestructive Testing Handbook, Third Edition: Volume 5, Electromagnetic Testing / S. S. Udpa, P. O'Moore // ASNT. – 2004. – 536 p.

2. Крикун В.Р., Хомяк Ю.В., Познякова М.Є. Електромагнітна дефектоскопія металевої стрічки: XV Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (01 – 03 грудня 2021 року): матеріали конференції / за ред. проф. Є.І. Сокола. Харків : НТУ «ХПІ», 2021. С.42-43.

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

COMPREHENSIVE APPROACH DEVELOPMENT TO THE IT SERVICES KEY EFFICIENCY INDICATORS FORMULATION ACCORDING TO THE INTERNATIONAL STANDARDS GUIDELINES

Zabolotnyi Y.O.[1)], Moshchenko I.O.[2)]

[1)] Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine, yevhen.zabolotnyi@nure.ua

[2)] Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine, inna.moshchenko@nure.ua

In the rapidly evolving digital landscape, the expectations of end-users have soared. To remain competitive, organizations must deliver IT services that are not only functional but also resilient, secure, and compliant with industry standards. Effective IT services are characterized not only by their technical capabilities but also by their ability to align with business objectives, adapt to evolving market demands, and integrate seamlessly with existing systems. The establishment of Key Performance Indicators (KPIs) provides a quantitative framework for measuring the effectiveness of IT services allowing organizations to evaluate services efficiency, ensure system reliability, and identify opportunities for innovation and operational excellence [1].

By leveraging internationally recognized standards, businesses can implement structured frameworks to monitor and enhance service delivery, ensuring long-term sustainability.

Multiple international standards can be applied to create a robust KPI system for IT services. ISO 9001:2015 offers a general framework for quality management, emphasizing continuous improvement and customer satisfaction [2]. This standard can be used as a foundation for developing KPIs that align with these principles.

ISO/IEC 25010:2011 provides a model for assessing software quality, covering aspects like functionality, performance, reliability, usability, and security [3]. These characteristics can be adapted to measure the efficiency of IT services [4].

ISO/IEC 20000-1:2018 is a specific standard for IT service management [5]. It guides organizations in establishing KPI monitoring frameworks to track the performance of IT services.

ISO/IEC 27001:2022 is a globally recognized standard for information security management [6]. By integrating its principles into KPI systems, organizations can measure and monitor their security performance. This includes tracking metrics such as incident response times, vulnerability assessment frequency, and compliance with security policies.

This research aims to establish a framework for developing KPIs tailored to IT services that enhance accessibility for users with disabilities. These services are particularly relevant to software developers who need to integrate accessibility requirements into their development processes. By identifying and tracking specific KPIs, organizations can effectively evaluate the accessibility of their software and services.

To enable efficient data collection and KPI analysis, automated accessibility testing tools are employed. These tools assess compliance with the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [7]. This approach enables organizations to evaluate

their services not only in terms of compliance with standards but also in terms of real-world user interactions for those relying on assistive technologies.

The proposed KPIs for such services focus on measuring the following:

- The percentage of the software or service that adheres to relevant accessibility standards.
- The average time taken to address and resolve reported accessibility issues.
- The level of satisfaction among users with disabilities, as measured through surveys or feedback mechanisms.
- The speed with which support teams respond to accessibility-related inquiries or requests.

The identified KPIs cover areas such as adherence to standards, resolution efficiency for accessibility issues, user satisfaction, and responsiveness to accessibility-related support requests. By leveraging automated tools for accessibility testing and KPI analysis, organizations can obtain actionable insights, enabling continuous improvement and timely adaptations to evolving user needs.

The proposed framework for developing and implementing KPIs can be applied to a wide range of different IT services. By aligning KPIs with internationally recognized standards organizations it can establish a structured approach to evaluating and enhancing almost any of IT services.

As digital transformation continues to shape the IT service industry, the adoption of such KPI systems that enhances the overall quality, usability, and competitiveness of these services is not only a strategic advantage but also a societal imperative. This research contributes to advancing the understanding of KPI development and provides practical guidelines for creating IT systems that meet the highest standards of user satisfaction.

References:

1. Parmenter, D. Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. John Wiley & Sons, 2015.

2. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. International Organization for Standardization, 2015.

3. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. International Organization for Standardization, 2011.

4. Kazuhiro Esaki. Introduction of Quality Requirement and Evaluation Based on ISO/IEC SQuaRE Series of Standard. // Global Perspectives on Engineering Management. May 2013, Vol. 2 Iss. 2, pp. 52-59.

5. ISO/IEC 20000-1:2018. Information technology – Service management – Part 1: Service management system requirements. International Organization for Standardization, 2018.

6. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security management systems – Requirements. International Organization for Standardization, 2022.

7. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. URL: https://www.w3.org/TR/WCAG22/

РОЗРОБКА СИСТЕМИ СПОВІЩЕННЯ ЩОДО НАЯВНОСТІ ЕЛЕКТРИКИ В ЖИТЛОВОМУ ПРИМІЩЕНІ

Балєв В.М.[1)], Буренкова А.М.[2)]
[1)]НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, volodymyr.baliev@khpi.edu.ua
[2)]НТУ «ХПІ», , вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, anna.burenkova@khpi.edu.ua

Недоліком багатьох систем розумного будинку, у тому числі на ESP, з керуванням та сповіщеннями через дротовий інтернет чи Wi-Fi є їхня непрацездатність при відключенні освітлення або зникнення мережі інтернет. При віддаленому моніторингу неможливо зрозуміти, вийшла система розумного будинку з ладу або лише зник інтернет і на об'єкті відключили електрику. Для таких випадків допоможе автономна система управління через канал GSM.

Розглянемо підключення GSM модуля SIM800L до Wi-Fi модуля ESP8266 та налаштування SMS сповіщення про зникнення інтернету, втрату пінгу або відключення електрики на об'єкті без програмування на базі проекту Wi-Fi IoT

Для цього буде потрібно безпосередньо сам модуль SIM800, сім-карта того оператора, який у найкраще приймає у місцевості або на об'єкті саме в мережі 2G. Тобто для цього можна вставити сім-карту в телефон, переключити формат 2G і перевірити, який із операторів краще цей сигнал приймає. Далі знадобиться модуль ESP8266, дроти для підключення та будь-яке автономне джерело живлення напруги від 3,5 до 4,4 В.

Для моніторингу мережи живлення можна використовувати найпростіше реле, яке входить до 220 В. При відключені світла контакти на електромагнітному реле будуть замикати контакти, за допомогою яких модуль ESP8266 підправить повідомлення про відсутність живлення.

На рисунку 1.1 представлена принципова електрична схема підключення необхідних компонентів.

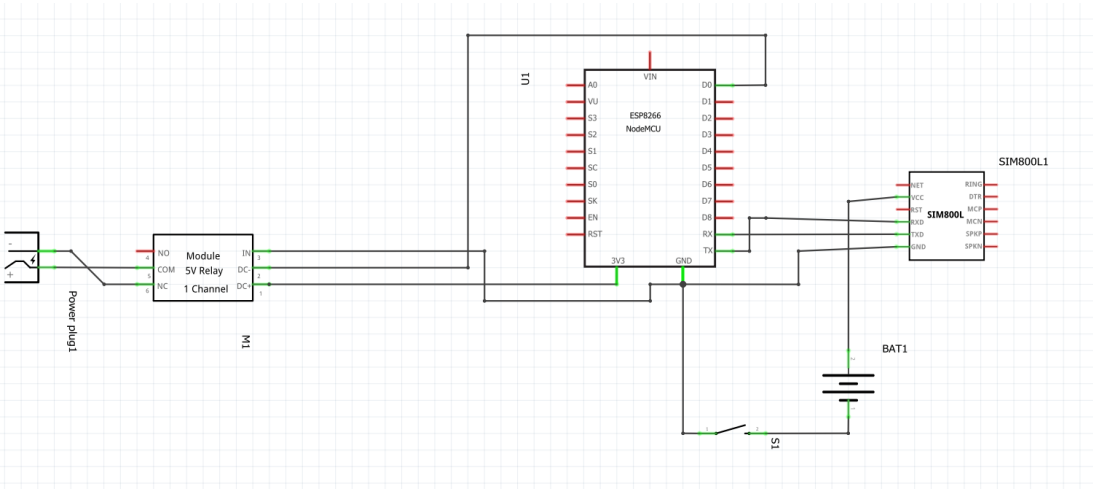


Рис. 1.1– Електрична схема підключення пристрою сповіщення

За допомогою безкоштовної версії програми Fritzing було зроблено макет системи сповіщення щодо наявності електрики в житловому приміщені. На рисунку 1.2 показано зовнішній виглядати розробленого пристрою.

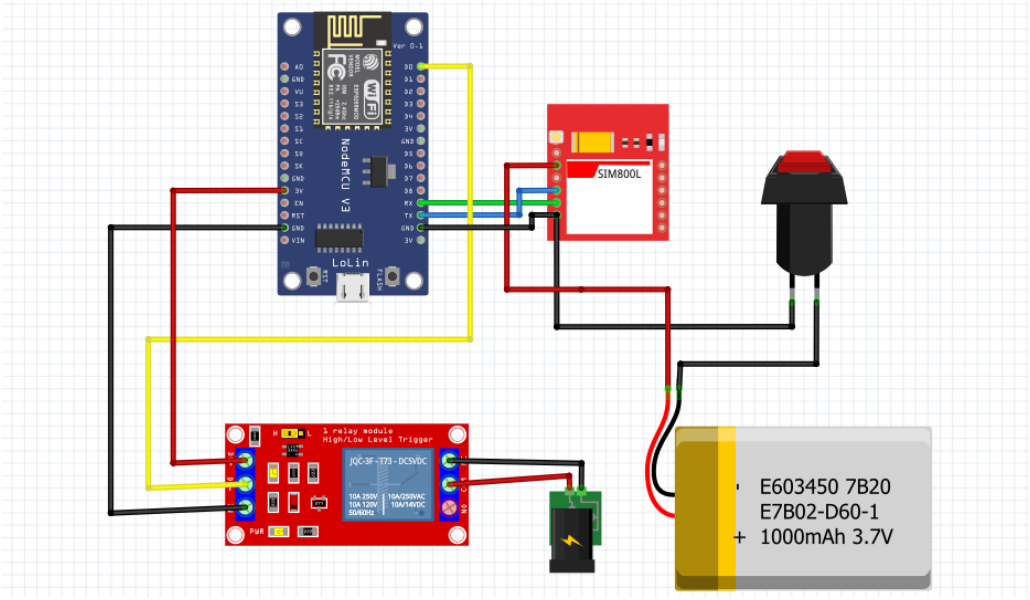


Рис. 1.2 – Макет приладу сповіщення

При відключені інтернету приходить SMS повідомлення з назвою модуля через двокрапку ping timeout alarm, що означає, що зник Інтернет. При відключення електроенергія надходить сповіщення з назвою модуля через двокрапку час, коли було відключення світла чи його поява (рис. 1.3).

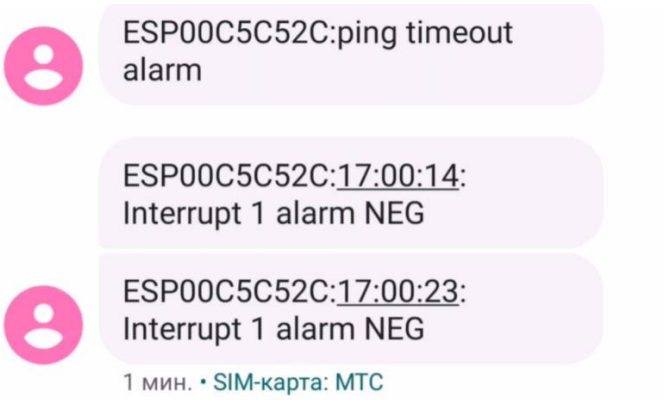


Рис.1.3 – Повідомлення, які приходять при відключені електроенергії чи інтернету

Список літератури:

1. Massimo Banzi and Michael Shiloh Getting Started with Arduino: Book. Maker Media, 2014. 262 с.

2. SIM800 Series AT Command Manual SIMCom Wireless Solutions Limited Building B, SIM Technology Building, No.633 Jinzhong Road, Changning District, Shanghai P.R. China, 2020. 364 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ У ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ

Батова Д. О.[1)], Кизима К. В.[2)], Дроздова Т.В.[3)]
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
[1)] Daria.Batova@cit.khpi.edu.ua
[2)] Kateryna.Kyzyma@cit.khpi.edu.ua
[3)] Tetiana.Drozdova@khpi.edu.ua

Сучасні методи вимірювання потоків парникових газів у приземному шарі атмосфери дозволяють отримати точні дані щодо викидів вуглецю та інших газів, які впливають на клімат. Особливий інтерес становлять дослідження у природних екосистемах, які можуть як поглинати, так і вивільняти значні обсяги парникових газів залежно від змін клімату.

Моніторинг викидів карбон діоксиду CO_2 від процесів спалювання включає викиди від спалювання всіх видів викопного палива, альтернативного палива, а також викиди CO_2 від процесів очищення відхідного газу, наприклад, видалення діоксиду сірки (SO_2).

Для правильного вибору методики оцінки викидів парникових газів оператору необхідно зробити наступні кроки:

1) визначити межі установки для цілей моніторингу викидів ПГ;

2) ідентифікувати всі види діяльності, в результаті яких відбуваються викиди ПГ на установці;

3) ідентифікувати всі джерела викидів ПГ;

4) ідентифікувати всі матеріальні потоки, включаючи:

ідентифікацію видів палива, що безпосередньо спалюються чи використовуються в технологічних процесах в межах установки;

визначення, чи міститься вуглець у іншій вхідній сировині чи продуктах виробництва (продукції, відходах) [1].

Польові дослідження з вимірювання концентрацій основних парникових газів (CO_2, CH_4, N_2O) проводяться із застосуванням сучасних методів. Існують два базових прямих методи вимірювання потоків парникових газів між екосистемою та атмосферою: метод вихрової коваріації та метод закритої камери.

Метод вихрової коваріації (рис.1) аналізує високочастотний вітер і скалярні ряди атмосферних даних, газ, енергію та імпульс, що дає значення потоків цих властивостей. Цей метод є універсальним і придатним для роботи з різними типами природних екосистем, що дозволяє прогнозувати вплив глобальних змін на їхній стан та функції [2].

Метод закритої камери є широко використовуваним і високоефективним методом для вимірювання потоків парникових газів із ґрунту в атмосферу. Принцип роботи цього методу полягає у встановленні герметичної камери над обраною ділянкою екосистеми, що дає змогу ізолювати досліджувану зону і фіксувати викиди газів з ґрунту, такі як CO_2, CH_4 та N_2O. Для забезпечення точності вимірювань камера оснащена вентилятором, який підтримує рівномірну концентрацію

газу, та системою охолодження для стабілізації температури всередині камери [3]. Це важливо, адже навіть невеликі коливання температури можуть суттєво вплинути на результати вимірювань. Газовий потік вимірюється у просторі камери за допомогою газового аналізатора, наприклад газоаналізатор dräger X-am 5000 (рис.2).



Рис.1 - Система вихрової коваріації, що складається з ультразвукового анемометра та інфрачервоного газоаналізатора



Рис. 2 - Газоаналізатор dräger X-am 5000

Це портативний прилад, який дозволяє оперативно та точно вимірювати концентрації парникових газів у різних умовах освітленості та температури. Важливо, що метод закритої камери дозволяє отримувати вимірювання як у світлих, так і у темних умовах, що дозволяє визначити фотосинтетичну активність рослин і загальну респірацію ґрунту, порівнюючи «світлові» та «темнові» вимірювання. Наприклад, при вимірюванні в темряві визначають рівень ґрунтової респірації, тоді як при світлі – фотосинтез у поєднанні з респірацією.

У дослідженнях застосовуються кілька точок вимірювань на ділянках з різною рослинністю та умовами ґрунту, що дозволяє отримати великий обсяг даних і перевірити ефективність методу для моніторингу реакцій рослинних угруповань на кліматичні зміни. Аналіз досліджень показав, що при задіянні 30 точок вимірювань на місцевостях з різною рослинністю та ґрунтовими умовами, підтверджується високий рівень ефективності методу закритої камери для аналізу динаміки парникових газів у різних типах екосистем. Отримані дані свідчать, що цей метод є не тільки точним, але і зручним для прогнозування довгострокових наслідків глобальних кліматичних змін, що особливо актуально для трав'янистих, болотяних та інших екосистем, які можуть стати індикаторами кліматичних змін.

Список літератури:

1. Наказ № 671 від 13.10.2021 Про затвердження Методичних рекомендацій з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок.

2. Liang, Shunlin; Li, Xiaowen; Wang, Jindi, ред. (1 січня 2012), Chapter 16 - Vegetation Production in Terrestrial Ecosystems, *Advanced Remote Sensing* (англ.), Academic Press, с. 501-531

3. Войтенко Ю. В. Сучасні методи вимірювання потоків парникових газів у приземному шарі атмосфери. Наук. зап. НаУКМА. Сер. Біологія та екологія. 2005. Т. 43. С. 58-64.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ВМТ В ЦИЛІНДРАХ ДИЗЕЛЯ

Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А., Ільчакова Я.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002

Пристрій розроблено для визначення фактичного положення верхньої мертвої точки (ВМТ) поршня при вимірюванні фаз паливоподачі, фаз газорозподілу, побудови індикаторних діаграм тощо. Розглянемо схему пристрою на Рис. 1. Для визначення положення ВМТ нижнього поршня (9) у циліндрі дизеля здвоєний перемикач (4) встановлюють у положення, в якому резистор (5) одним затискачем виявляється під'єднаним до другої пластини (7), а другий затискач генератора високочастотного сигналу (1), під'єднаний до циліндра (3), виявляється сполученим із першою пластиною (6). Рухомі контакти здвоєного перемикача (4) під'єднані до конденсатора, що складається з двох паралельно включених конденсаторів. Один з конденсаторів утворений пластинами (6) і (7) та укладеним між ними діелектриком (8), а другий – пластиною (7) і нижнім поршнем (9). Сумарна ємність цих конденсаторів падає зі збільшенням відстані між нижнім поршнем і нижньою пластиною (7), а зі зменшенням цієї відстані – збільшується. Під дією вихідної напруги генератора (1) через датчик струму (2), резистор (5) і вищезгаданий конденсатор протікає змінний гармонійний струм високої частоти.

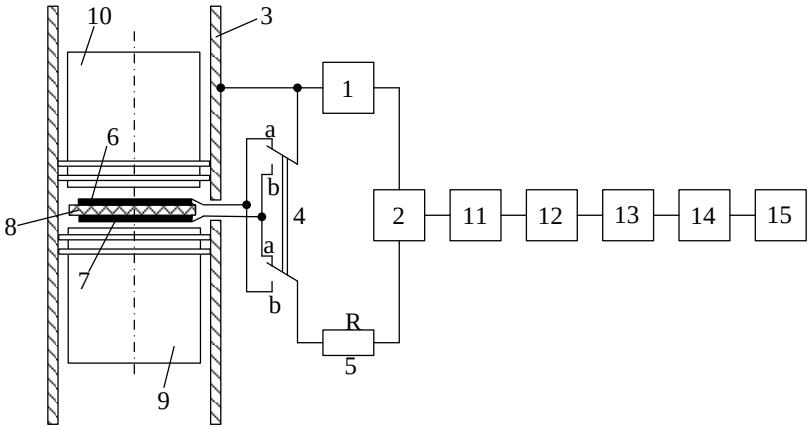


Рис. 1 – Блок-схема пристрою для визначення ВМТ в циліндрах дизеля

Вихідний сигнал датчика струму (2) після підсилення за допомогою підсилювача (11) надходить на детектор (12), і на виході останнього в результаті детектування діє змінний за величиною сигнал позитивної полярності, який являє собою амплітудно-модульовану напругу. Частота цього сигналу дорівнює частоті генератора (1), а амплітуда змінюється відповідно до зміни відстані між нижньою пластиною (7) і нижнім поршнем (9). Амплітудне значення цієї напруги визначається за формулою:

$$U_{m2} = \frac{K_2 \cdot K_{11} \cdot K_{12} \cdot U_m}{\sqrt{r^2 + \left[\frac{d_1 \cdot d_2}{\omega S(\varepsilon_1 d_1 + \varepsilon_2 d_2)}\right]^2}}, \quad (1)$$

де r – опір резистора в послідовному пасивному електричному колі; d_1 – товщина ізоляції між струмопровідними пластинами; d_2 – відстань між нижньою пластиною та поршнем; K_2 – коефіцієнт перетворення датчика струму, тобто відношення його вихідного сигналу до вхідного; S – площа пластин; ω – кругова частота високочастотного гармонійного сигналу; ε_1 – струмопровідними пластинами; ε_2 – діелектрична проникність ізоляції між нижньою пластиною і поршнем; K_{11} – коефіцієнт посилення підсилювача 11; K_{12} – коефіцієнт передачі детектора 12; $K = K_2 \cdot K_{11} \cdot K_{12}$.

Вихідний сигнал детектора (12) надходить на фільтр низької частоти (13), який не пропускає високочастотну змінну складову сигналу, а пропускає його постійну складову і низькочастотну змінну складову, зумовлену зміною відстані між другою пластиною (7) і нижнім поршнем (9). Вихідна напруга детектора за максимальної та мінімальної величини цієї відстані відповідно:

$$U_{13\max} = \frac{K \cdot U_m}{\sqrt{r^2 + \left[\frac{d_1 \cdot d_{2\min}}{\omega S(\varepsilon_1 d_{2\max} + \varepsilon_2 d_1)}\right]^2}}, \; U_{13\min} = \frac{K \cdot U_m}{\sqrt{r^2 + \left[\frac{d_1 \cdot d_{2\max}}{\omega S(\varepsilon_1 d_{2\min} + \varepsilon_2 d_1)}\right]^2}}. \quad (2)$$

Постійна складова сигналу U_{13} не пропускається розділовим конденсатором (14), завдяки чому на вхід схеми реєстрації максимуму (15) надходить тільки низькочастотна змінна складова, діапазон якої дорівнює:

$$U_{p14} = K_{14}\,(U_{13\max} - U_{13\min}), \quad (3)$$

де K_{14} – коефіцієнт передачі за напругою кола, що складається з конденсатора (14) і вхідного опору блока (15).

У разі досягнення сигналом на вході схеми реєстрації максимуму (15) максимального значення схема виробляє прямокутний імпульс, причому момент початку цього імпульсу збігається з моментом досягнення максимального значення вихідними сигналами фільтра (13), детектора (12), підсилювача (11), датчика струму, а також з моментом досягнення амплітудного значення струмом резистора (5). Оскільки останнє відбувається за мінімальної відстані між нижньою пластиною і нижнім поршнем, то момент формування прямокутного імпульсу на виході схеми (15) відповідає моменту перебування цього поршня у ВМТ. Для визначення ВМТ верхнього поршня (10) здвоєний перемикач (4) встановлюється в положення *b*.

ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ КУТА ВИПЕРЕДЖЕННЯ ПАЛИВОПОДАЧІ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002

Пристрій призначений для моніторингу стану паливної системи дизель-електричної станції з метою забезпечення її високих техніко-економічних показників. Розглянемо випадок вимірювання кута випередження подачі палива двотактного дизеля, коли перемикач (9) установлено в перше положення, а його рухомий контакт замкнуто з першим нерухомим контактом (Рис.1).

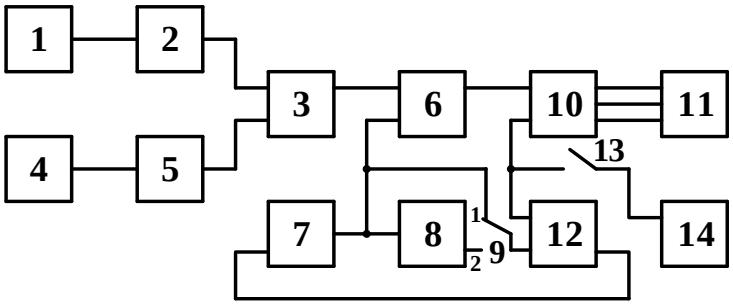


Рис 1. – Блок-схема пристрою вимірювання кута випередження подачі палива дизель-генератора

Під час роботи дизеля форсунка вприскує паливо в циліндр, завдяки чому датчик переміщення голки форсунки (1) виробляє електричний імпульс, що перетворюється за допомогою першого формувача прямокутних імпульсів (2) у прямокутний імпульс у нормовані амплітуди (що дорівнює рівню логічної одиниці) і тривалості, передній фронт цього імпульсу формується в момент появи сигналу датчика 1. Під час дії переднього фронту вихідного імпульсу другого формувача прямокутних імпульсів (2) тригер (3) встановлюється в одиничний стан, унаслідок чого його вихідний сигнал, що дорівнює рівню логічної одиниці, надходить на перший вхід схеми співпадіння (6).

Далі під час роботи дизеля поршень заходить у верхню мертву точку, і датчик верхньої мертвої точки (4) виробляє електричний імпульс, початок якого відповідає моменту перебування поршня в цьому положенні. За допомогою другого формувача прямокутних імпульсів (5) сигнал датчика (4) перетворюється на прямокутний імпульс нормованих амплітуди (що дорівнює рівню логічної одиниці) та тривалості, причому передній фронт цього імпульсу формується в момент початку сигналу датчика (4). Під час дії переднього фронту вихідного імпульсу формувача (5) перший тригер (3) переходить у нульовий стан, і одиничний сигнал на першому вході схеми співпадіння (6) зникає. Оскільки вихідний імпульс першого тригера (3) починається в момент початку подачі палива і закінчується в момент перебування поршня у верхній мертвій точці, то його тривалість являє собою час випередження вприскування палива. В процесі роботи

подача палива у циліндр відбувається при кожному оберті валу, завдяки чому одиничний імпульс на виході першого тригера (3) виробляється також в кожному оберті валу.

Цикл вимірювання кута випередження подачі палива починається з моменту натискання кнопки (13) (коли настановні входи регістрів з'єднуються з нульовою шиною джерела живлення (14)), внаслідок чого перший (10) і другий регістри (12) встановлюються в нульове положення. При цьому на табло блока індикації (11) висвічуються «нулі», а на керуючий вхід керованого генератора прямокутних імпульсів (7) надходить одиничний сигнал з інверсного виходу другого регістра (12). Генератор (7) виробляє прямокутні імпульси високої частоти, які надходять на рахунковий вхід другого тригера (8), другий вхід схеми співпадіння (6) і на вхід другого регістра (12) через встановлений у перше положення перемикач (9). При цьому на вхід другого регістра (12) імпульси генератора (7) надходять безперервно, а на вхід першого регістра (10) – тільки за відкритої схеми співпадіння (6), тобто за наявності на виході першого тригера (3) одиничного сигналу. Як тільки в другий регістр (12) записується заздалегідь відоме число N_2, на його інверсному виході замість одиничного сигналу встановлюється нульовий сигнал, унаслідок чого генератор (7) припиняє генерацію імпульсів і на входи регістрів (10) і (12), імпульси не надходять. Від моменту натискання кнопки (13) до моменту зриву генерації в перший регістр (10) записується певне число N_1, значення якого в десятковій системі числення висвічується на табло блока індикації (11).

За проміжок часу t_3, за який відбувається запис чисел N_1, N_2, вал здійснює обертів:

$$m = t_3 / T, \tag{1}$$

де T – період обертання валу.

При цьому N_1 та N_2, можна представити виразами:

$$N_1 = m \cdot t_u \cdot f_3, \quad N_2 = m \cdot T \cdot f_3, \tag{2}$$

де f_3 – частота вихідних імпульсів генератора (7); t_u – тривалість вихідного імпульсу тригера (3), а відношення N_1 та N_2 має такий вигляд:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{t_u}{T} = \frac{\omega t_u}{\omega T} = \frac{\theta}{2\pi}, \tag{3}$$

де θ – кут випередження вприскування палива.

З виразу (3) отримаємо формулу для обчислення кута випередження вприскування в градусах:

$$\theta = \frac{360 \cdot N_1}{N_2}. \tag{4}$$

При діагностуванні чотиритактного дизеля перемикач 9 переводиться в друге положення.

Розробка була виконана в рамках договору № 137/45-2024 про науково-технічне співробітництво та наукове консультування між кафедрою ТОЕ НТУ«ХПІ» та ПП «Прогрес+» м. Харків.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

Горкунов Б.М.[1)], Бульдяк Я.А.[2)]
[1)] ***НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул.. Кирпичова, 2, borys.horkunov@khpi.edu.ua***
[2)] ***НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул.. Кирпичова, 2, Yaroslav.Buldiak@infiz.khpi.edu.ua***

Зварювання є одним з основних технологічних процесів у сучасному машинобудуванні, тому актуальною задачею на даний момент є контроль якості зварювання. Якість зварювальних з'єднань забезпечують попереднім контролем матеріалів і заготівок, поточним контролем процесу зварювання і приймальним контролем готових зварювальних з'єднань. Перспективним є електромагнітний метод неруйнівного контролю зварювальних з'єднань, який ґрунтується на дослідженнях процесів взаємодії інформаційного електромагнітного поля із об'єктом контролю. При дослідженні контролю якості зварних з'єднань постає завдання оцінки впливу неоднорідності самого шва і навколо шовної зони. Ускладнює ідентифікацію контролю інформативних параметрів те, що вихідний сигнал електромагнітного перетворювача містить багатопараметрову інформацію. При проектуванні електромагнітних перетворювачів для контролю якості зварних з'єднань під конкретні умови експлуатації в розрахункові співвідношення закладаються геометричні параметри шва, а також електричні і магнітні характеристики шва і навколо шовної зони.

У роботі наведено результати експериментальних досліджень магнітних характеристик зварного шва і навколо шовної зони фрагмента труби діаметром 76 мм із сталі марки Ст.2 ПС. Зварне з'єднання виконувалось електродуговим зварюванням електродом марки АНО-21-Е46.

На рис.1 зображено фрагмент труби зі зварним швом, з якої, після зварювання, виходячи з фактичного розміру зварного шва, були виготовлені кільцеві зразки однакового розміру a = 10 мм, які позначені на рисунку відповідними цифрами 1, 2, 3 і 4. На кожний кільцевий зразок наносилися відповідно намагнічуючі $W_н$ = 500 витків та вимірювальні обмотки $W_в$ = 150. Кількість витків обмоток розрахована для отримання відповідних значень вихідного сигналу з вимірювальної обмотки перетворювача достатнього для випробування на змінному струмі частотою 50 Гц за методом амперметра-вольтметра.

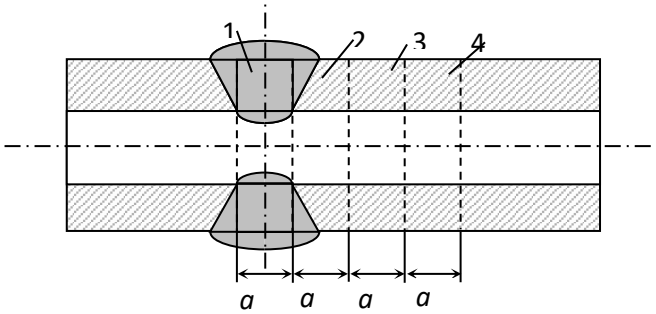


Рис. 1 – Ескіз фрагмента труби зі зварним швом та навколо шовною зоною

На рис. 2 наведені графіки залежностей відносної магнітної проникності μ_r матеріалу від напруженості магнітного поля для досліджуваної труби, зварного

шва (зона 1) і навколо шовної зони (2, 3, 4). Для порівняння наведено графік залежності відносної магнітної проникності матеріалу електрода, характеристики якого отримані на спеціально виготовленому відповідному кільцевому зразку.

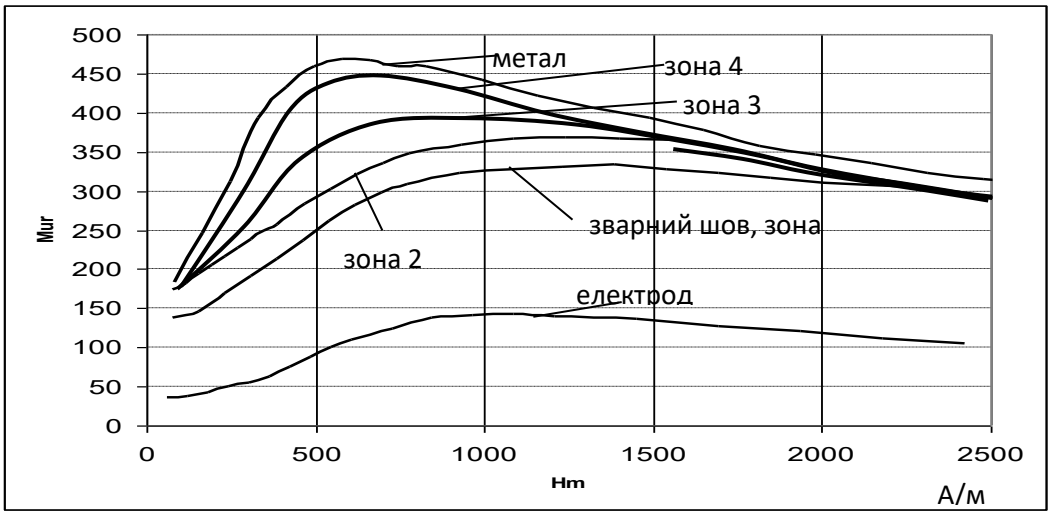


Рис. 2 – Магнітні характеристики матеріалу зварного шва, електроду та навколо шовної зони

На рис. 3 наведено графік залежності зміни μ_r, яка характеризує ступінь якості матеріалу після зварювання, в залежності від відстані віддалення від зварного з'єднання.

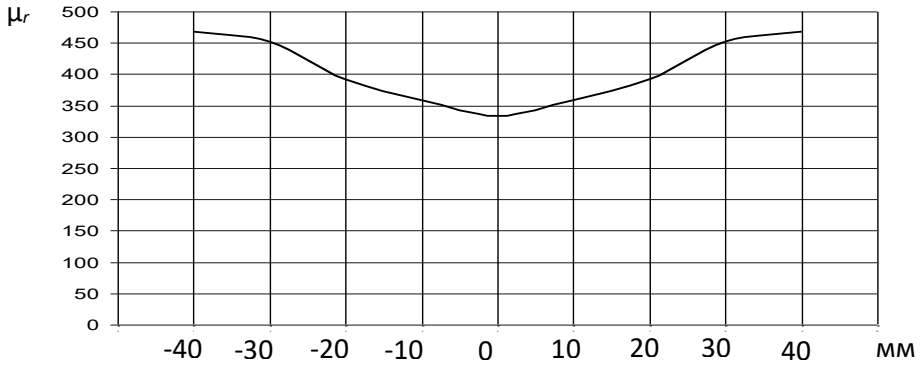


Рис. 3 – Зміна μ_r в залежності від відстані до зварного шва з обох сторін

Аналізуючи отримані результати можна дійти висновку, що зміна μ_r в зварному шві стосовно чистого металу становить близько 60 %. Відносна магнітна проникність матеріалу μ_r навколо шовної зони залежить від відстані віддалення від зварного шва. Отримані дані необхідно враховувати при проектуванні електромагнітних перетворювачів для контролю якості зварних з'єднань.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МАЙОНЕЗУ АПАРАТОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Григоренко І. В.[1)], Момот М. О.[2)]
[1), 2)] ***НТУ «ХПІ», м. Харків, вул. Кирпичова, 2,***
[1)]***e-mail: Ihor.Hryhorenko@khpi.edu.ua***

Інформаційно-вимірювальна система, що розроблена для контролю роботи технологічного процесу виготовлення майонезу із функцією впливу на основні етапи технології виробництва розглянуто у роботах [1, 2]. Встановлено, що основними етапами контролю є: формуванні майонезної пасти, охолодження емульсії, приготування «грубої» емульсії та гомогенізація майонезної маси. Для встановлення потрібних рівнів параметрів, що контролюються на вказаних етапах, для забезпечення максимально можливої якості майонезу використано евристичний аналізатор з нечіткою логікою.

Для побудови евристичного аналізатора використано додаток – інтерфейс користувача системи fuzzy-logic, який присутній у програми MatLab. Використано алгоритм нечіткого висновку Mamdani. У моделі чотири входи і один вихід. У якості першого входу обирано показник – температура при формуванні майонезної пасти (Температура 1). У якості другого входу – температура при охолодженні емульсії (Температура 2). У якості третього входу використано температура при приготуванні «грубої» емульсії (Температура 3). Четвертий вхід – рівень тиску у гомогенізаторі (Тиск). У якості вихідної величини обрано якість майонезу (рис.1).

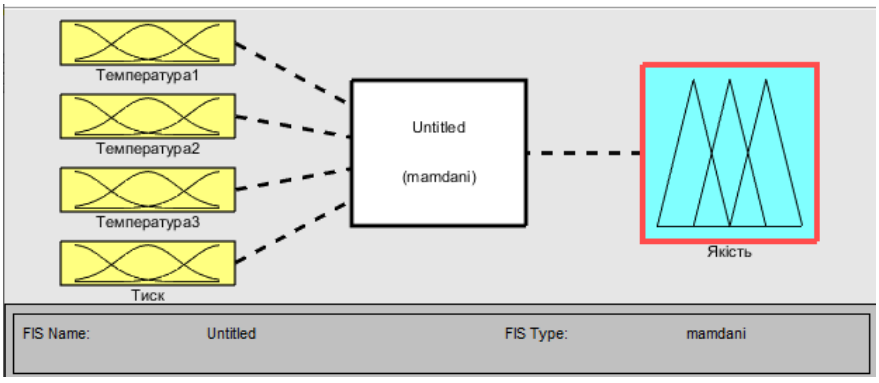


Рис.1 – Вікно завдання вхідних і вихідних параметрів системи з нечітким висновком

Для вхідних величин проведено перевірку закону розподілу експериментальних даних і підтверджено гіпотезу про нормальність розподілу. Для вихідної величини обрано трапецевидний закон розподілу.

Температура при формуванні майонезної пасти (Температура 1) встановлено у діапазоні від 35 ^{0}C до 100 ^{0}C. Температура при охолодженні емульсії (Температура 2) встановлено у діапазоні від 40 ^{0}C до 45 ^{0}C. Температура при

приготуванні «грубої» емульсії (Температура 3) встановлено у діапазоні від 30 ^{0}C до 40 ^{0}C. Рівень тиску у гомогенізаторі (Тиск) встановлено у діапазоні від 0,9 МПа до 1,1 МПа. Задано функції належності для вихідної змінної – якість майонезу у діапазоні від 1 до 10 балів. Вікно редактора правил із найкращими сполученнями параметрів технологічного процесу представлено на рис. 2.

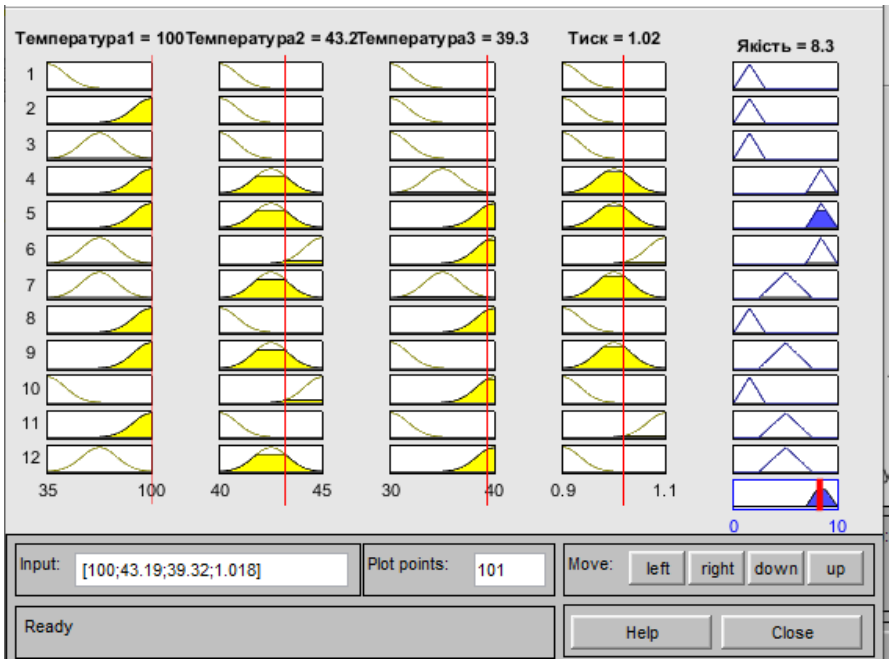


Рис. 2 – Вікно редактора правил із найкращими сполученнями параметрів технологічного процесу

За допомогою евристичного аналізатора встановлено, що найвища якість майонезу забезпечується при наступних значеннях параметрів технологічного процесу: температура при формуванні майонезної пасти 100 ^{0}C; температура при охолодженні емульсії 43,2 ^{0}C; температура при приготуванні «грубої» емульсії 49,3 ^{0}C; рівень тиску у гомогенізаторі 1,02 МПа.

Список літератури:

1. Григоренко І.В., Момот М.О., Григоренко С.М. Інформаційно-вимірювальна система для задач технологічного контролю виготовлення майонезу // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 2 (16). С. 42–47. doi:10.20998/2413-4295.2023.02.06.

2. Григоренко І. В., Момот М.О. Розроблення системи параметричного контролю технологічного процесу виготовлення майонезу // XXXI Міжнар. наук. – практ. конф.: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. С. 471.

ЗАЛУЧЕННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПІНОБЕТОНУ

Гуртовий К.С. [1)], **Тверитникова О.Є.** [2)]
[1)]НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, klymentii.hurtovyi@cit.khpi.edu.ua
[2)]НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, olena.tverytnykova@khpi.edu.ua

Пінобетон є перспективним будівельним матеріалом завдяки своїм теплоізоляційним властивостям. Процес виготовлення пінобетону включає змішування цементу, води, піноутворювача та добавок, що вимагає точного контролю технологічних параметрів для забезпечення якісного кінцевого продукту. Одним з ефективних рішень для забезпечення стабільності процесу є використання системи моніторингу та автоматичного регулювання та залученням інструментів SolidWorks для проведення 3D-моделювання.

SolidWorks – програмний комплекс САПР для автоматизації робіт підприємства на етапах розробки конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Програмне забезпечення, розроблене SolidWorks Corporation, поширюється для операційних систем сімейства Microsoft.

У рамках дослідження розглянуто можливість моделювання процесу виготовлення пінобетону у SolidWorks для подальшої інтеграції системи автоматизації. Використання SolidWorks дозволяє створити 3D-модель обладнання, наприклад, змішувача, дозатора, давачів тиску та температури, що відповідають за контроль якості суміші на різних етапах. Завдяки модулю SolidWorks Simulation можливо вивчити поведінку системи під різними навантаженнями та визначити оптимальні умови для кожного етапу процесу.

Параметричне моделювання забезпечує можливість гнучкого налаштування моделі. Це особливо важливо при створенні складних систем, таких як давачі, де важливі розміри, розташування елементів і механічна сумісність з іншими частинами збірки. Одним із ключових методів моделювання в SolidWorks є використання функціонального підходу, де кожна частина моделі створюється як окремий функціональний елемент. Це дозволяє детально промалювати всі елементи конструкції і за необхідності вносити зміни в окремі деталі без впливу на всю модель.

У ході проведеного дослідження мною було створено серію детальних 3D-моделей давачів, необхідних для контролю основних параметрів технологічного процесу виготовлення пінобетону (рис. 1). Це моделі температурного сенсору, гігрометру для вимірювання вологості сумішей пінобетону, а також давача для контролю витрат води. Кожна модель була побудована з урахуванням конструктивних особливостей реальних давачів, які були наведені в технічній документації.

Ці моделі створювалися для забезпечення максимальної деталізації та можливості їх подальшого використання у складних збірках, таких як системи автоматизованого регулювання процесу змішування. Моделі розроблені таким

чином, щоб їх легко можна було адаптувати для різних умов, що є важливим для забезпечення точності та стабільності збирання даних під час виробництва.

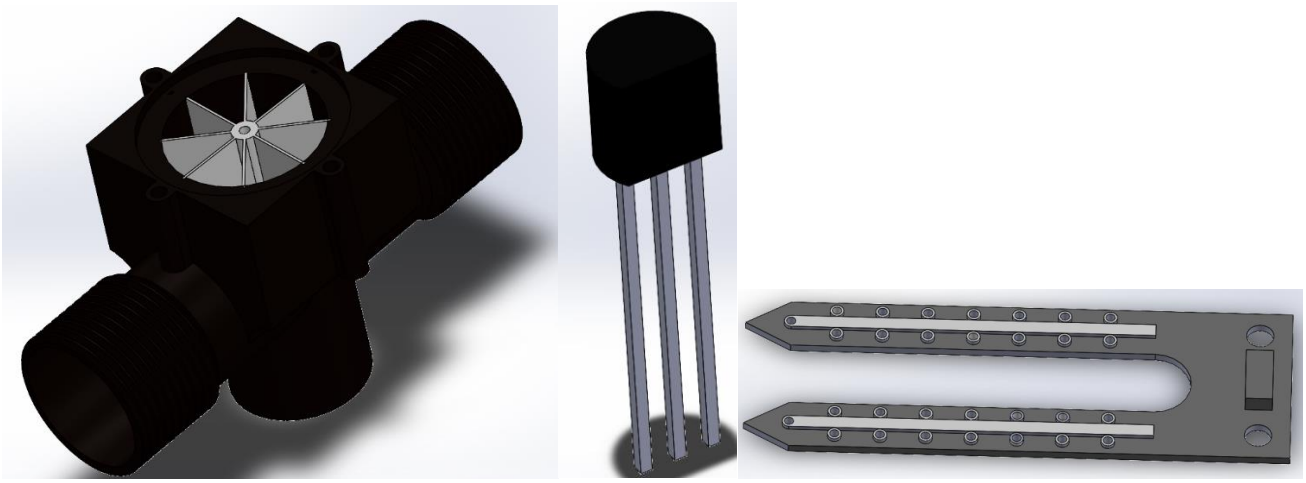


Рис. 1 – 3D-моделі давачів

Крім створення моделей проведено симуляції роботи сенсорів за допомогою модуля SolidWorks Simulation. Це дозволило оцінити їхню роботу у різних умовах: при змінних температурних показниках, різній вологості та варіативній швидкості витрат води. Автоматизація процесу досягається шляхом інтеграції сенсорів для збирання даних, а також використання контролерів для корегування параметрів змішування, таких як швидкість обертання змішувача, температура, вологість компонентів. Завдяки цьому забезпечується точність дозування інгредієнтів, що безпосередньо впливає на якість та щільність пінобетону. SolidWorks API дозволяє розробити спеціальні макроси для моніторингу та аналізу даних в режимі реального часу.

Застосування системи моніторингу та автоматичного регулювання у SolidWorks сприяє підвищенню якості виготовлення пінобетону, мінімізує відхилення технологічного процесу та зменшує кількість відходів, що робить виробництво більш економічним та екологічним. Результати цих симуляцій стали важливим кроком для розуміння поведінки давачів у виробничих умовах та оптимізації їх параметрів. Завдяки вдосконаленню моделей та симуляцій стало можливим забезпечення високого рівня точності вимірювань, що є важливим для підтримки стабільності виробництва. Ця розробка покращує надійність системи моніторингу, а також сприяє її ефективній інтеграції в автоматизовані процеси, що регулюють якість виробництва пінобетону.

Список літератури:

1. Шишкіна О.О. Застосування комплексного наномодифікатора в технології пінобетону. Нові технології в будівництві. № 37. 2020. С. 77–83.

2. Tverytnykova E.E., Hurtovyi K.S. Control unit of foam concrete Manufacturing process. Матеріали XXVII-ї Міжнародної наукової конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія,освіта, здоров’я». Харків 2023.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Євсін Г.А.[1)], Львов С.Г. [2)]
[1)] НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, hryhorii.yevsin@cit.khpi.edu.ua
[2)] НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, serhii.lvov@khpi.edu.ua

Для автоматичного аналізу даних використовується Data Mining –технологія інтелектуального аналізу даних з метою виявлення прихованих закономірностей у вигляді значущих особливостей, кореляцій, тенденцій і шаблонів.

Специфіка сучасних вимог до продуктивного оброблення інформації така:

– дані мають необмежений обсяг;

– дані є різнорідними (кількісними, якісними, текстовими);

– результати повинні бути конкретний і зрозумілий;

– інструменти для обробки «сирих даних» повинні бути прості у використовуванні.

Таблиця 1– Характеристика методів Data Mining

Назва	Характеристика
Класифікація(Classification)	Найпростіша і поширена задача Data Mining. Для вирішення задачі класифікації можуть використовуватися методи: найближчого сусіда (Nearest Neighbor); к-ближайшего сусіда (к-Nearest Neighbor); нейроні мережі (neural networks).
Кластеризація (Clustering)	Є логічним продовженням ідеї класифікації. Це задача складніша, особливість кластеризації полягає в тому, що класи об'єктів спочатку не визначені.
Асоціація (Associations)	В ході рішення задачі пошуку асоціативних правил відшукуються закономірності між зв'язаними подіями в наборі даних.
Послідовність (Sequence)	Послідовність дозволяє знайти тимчасові закономірності між транзакціями в часі.
Прогнозування (Forecasting).	В результаті рішення задачі прогнозування на основі особливостей існуючих даних оцінюються пропущені або ж майбутні значення цільових чисельних показників.
Візуалізація (Visualization, Graph Mining)	В результаті візуалізації створюється графічний образ аналізованих даних. Для вирішення задачі візуалізації використовуються графічні методи, що показують наявність закономірностей в даних.
Підведення підсумків (Summarization)	Задача, мета якої – опис конкретних груп об'єктів з аналізованого набору даних та інші.

В основу сучасної технології Data Mining встановлена концепція шаблонів (pattern), що відображають фрагменти багатоаспектних взаємостосунків в даних. Цими шаблонами є закономірності, властиві підвибіркам даних, які можуть бути компактно виражені у формі, зрозумілій людині. Пошук шаблонів проводиться

методами, не обмеженими рамками апріорних припущень про структуру вибірки і вид розподілів значень аналізованих показників.

Причини популярності Data Mining є: стрімке накопичення даних; загальна комп'ютеризація бізнес-процесів; проникнення Інтернет у всі сфери діяльності; прогрес в області інформаційних технологій: вдосконалення СУБД і сховищ даних; прогрес в області виробничих технологій: стрімке зростання продуктивності комп'ютерів, об'ємів накопичувачів, впровадження Grid систем.

Основна особливість Data Mining – це поєднання широкого математичного інструментарію (від класичного статистичного аналізу до нових кібернетичних методів) і останніх досягнень у сфері інформаційних технологій. В технології Data Mining гармонійно об'єдналися строго формалізовані методи і методи неформального аналізу, тобто кількісний і якісний аналіз даних.

Задачі Data Mining, залежно від моделей, що використовуються, можуть бути дескриптивними і прогнозуючими. В результаті вирішення описових (descriptive) задач аналітик одержує шаблони, що описують дані, які піддаються інтерпретації. Ці задачі описують загальну концепцію аналізованих даних, визначають інформативні, підсумкові, відмітні особливості даних.

Прогнозуючі (predictive) задачі грунтуються на аналізі даних, створенні моделі, прогнозі тенденцій або властивостей нових або невідомих даних.

Важливе положення Data Mining – нетривіальність розшукуваних шаблонів. Це означає, що знайдені шаблони повинні відображати неочевидні, несподівані (unexpected) регулярності в даних, складові так званих прихованих знань (hidden knowledge). Більшість аналітичних методів, що використовуються в технології Data Mining – це відомі математичні алгоритми і методи. Новою в їх застосуванні є можливість їх використовування при рішенні тих або інших конкретних проблем, обумовлена новими можливостями технічних і програмних засобів, що з'явилися. Слід зазначити, що більшість методів Data Mining була розроблена в рамках теорії штучного інтелекту.

З появою і ускладненням інтелектуальних систем очевидну значущість мають підходи до побудови систем з використанням, так званих шарів (рівнів). Багаторівневий підхід – це модель взаємодії, в якій набір інтелектуальних систем або їх складових компонентів взаємодіє і обмінюється знаннями в деякому внутрішньому представленні.

Складність і різноманітність методів Data Mining вимагають створення спеціалізованих засобів для вирішення типових завдань аналізу інформації в конкретних галузях.

Список літератури:

1. Акіменко В.В. Прикладні задачі інтелектуального аналізу даних (DATA MINING). К.: КНУ ім. Тараса Шевченко, 2018. 152 с.

2. Черняк О. І. Інтелектуальний аналіз даних: підручник / О. І. Черняк, П. В. Захарченко. – К.: Знання, 2014. – 599 с.

3. Zumel N., Mount J. Practical Data Science with R. Manning Publications Co., 2014. 417 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА МОБІЛЬНОГО ІНТЕРНЕТУ В ШВИДКІСНИХ ПОТЯГАХ

Жигло С.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра Інформаційно-вимірювальних технологій, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна, e-mail: serhii.zhyhlo@nure.ua

Світовий досвід забезпечення пасажирів швидкісних потягів якісним бездротовим зв’язком та інтернетом полягає у трьох різних принципах побудови такої системи.

1. Інтернет від Starlink.Компанією SpaceX побудована велика супутникова система для роздачі високошвидкісного інтернету в місцях, де він не доступний або небезпечний. При цьому використання цієї системи у швидкісних потягах України створює перні труднощі:

по-перше, сама технологія Starlink не розрахована на роботу в високошвидкісних потягах;

по-друге, 1 комплект при статичному використанні здатний забезпечити швидкість передачі даних у 100Мбт/с. Кількість пасажирів у потягу Інтерсіті+ становить 579. Навіть за допомогою 4-х комплектів середня швидкість на одного користувача не буде перевищувати 500 кбт/с;

по-третє, використання голосового зв’язку можливо лише з повноцінним впровадження технології Wi-Fi Calling;

по-четверте, це безпекова складова цього процесу. Досвід використання українськими військовими Starlink показав не стабільність технології, оскільки «керується ззовні».

2. Система Trackside Network (TSN) – це окрема бездротова мережа з широкосмуговим доступом до Інтернету.

Необхідною умовою для будівництва виділеної мережі зв'язку «поїзд-земля» є прокладання оптичного кабелю вздовж усієї залізничної лінії. На деяких ділянках можна використовувати фіксований бездротовий зв'язок між базовими станціями TSN-мережі, але оптика вздовж шляхів - це основна умова.

Залежно від обраної технології, частотного діапазону та інших умов (таких як дощові зони ITU) проводяться розрахунки енергетичного запасу лінії між терміналом на поїзді та базовою станцією та визначається рекомендована відстань між базовими станціями.

3. Мобільний зв’язок та інтернет від операторів мобільного зв’язку

Основними перевагами використання цієї моделі є :

- використання вже існуючої базової інфраструктуру операторів мобільного зв'язку з необхідною модернізацією;
- можлива синергія існуючих мереж усіх операторів;
- мінімальні безпекові ризики, оскільки надавачі послуг є резидентами України;
- можливість користуватися як інтернетом, так і голосовим зв'язком.

При цьому існує ряд недоліків використання цієї моделі:

- не достатнє покриття залізної дороги за межами населених пунктів;
- затухання сигналу у вагоні на рівні 20дБ;
- затримка реєстрації абонентів в нових сотах станцій при збільшенні швидкості потягу;
- падіння пропускної спроможності при одночасній реєстрації великої кількості абонентів у соті;
- несиметричний характер зв'язку, коли швидкість скачування (download) приблизно 20 разів вище, ніж швидкість вивантаження (upload).

Основними способами модернізації існуючих мереж мобільних операторів під можливість забезпечення якісного мобільного зв’язку та мобільного інтернету в високошвидкісних потягах є використання:

- адаптивних антенний систем - розробка антенн, які можуть динамічно змінювати свої параметри для оптимізації прийому сигналу в залежності від розташування та швидкості потяга;
- антен з високий коефіцієнтом випромінювання для зменшення втрат сигналу та підвищення якості зв’язку;
- штучного інтелекту для оптимізації зв’язку - застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу даних про якість зв’язку та автоматичного вибору найкращого каналу зв’язк;
- прогнозування потенційних перешкод у зв’язку та автоматичне переключення на альтернативні частоти.

При цьому створення єдиної інтегрованої системи, яка об’єднає сигнали усіх операторів, супутниковий зв’язок з іншими системами потягу (система приймання та обробки сигналів, внутрішньопотягова система WiFi, система GPS, система управління рухом) забезпечить стабільний та якісний сервіс пасажирам у вигляді доступу бездротового доступу до високошвидкісної мережі Інтернет та якісний мобільний зв’язок незалежно від розташування та швидкості руху потягу.

Список літератури:

1. Generalized Frequency Division Multiplexing for 5th Generation Cellular Networks [Електронний ресурс] / [N. Michailow, M. Matthé, I. Gaspar та ін.]. URL: https://www.vodafone-chair.org/media/publications/legacy/n-michailow/Generalized_Frequency_Division_Multiplexing_for_5th_Generation_Cellular_Networks.pdf (дата звернення: 16.11.2024).

2. Дослідження основних недоліків базових станцій різних поколінь стільникового зв’язку / Р. С. Одарченко та ін. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2016. С.107-110.

3. План заходів щодо підвищення якості послуг рухомого (мобільного) зв’язку, затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 1189-р [Текст]// URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1189-2020-%D1%80#Text (дата звернення: 16.11.2024).

ВИБІР ПОРЯДКУ ПОЛІНОМІАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРИ ПОБУДОВІ НЕЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗАСОБУ ВИМІРЮВАНЬ

Запорожець О. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Україна, м. Харків, пр. Науки, 14, oleg.zaporozhets@nure.ua

Однією з поширених задач метрологічної практики є побудова функції перетворення засобів вимірювань на основі даних сумісних вимірювань. У більшості випадків використовують лінійну модель, невідомі параметри якої знаходять за допомогою методу найменших квадратів. Однак досить часто виникає ситуація, коли вимірювальний пристрій має суттєво нелінійні характеристики і лінійна модель не забезпечує потрібну точність апроксимації.

Ідентифікація функції перетворення таких засобів вимірювань зазвичай є досить складною задачею, яка погано піддається формалізації. Це пояснюється відсутністю апріорної інформації про вид цієї нелінійної функції, що ускладнює вибір структури математичної моделі.

Одним із ефективних підходів до вирішення задачі відшукання нелінійної функції перетворення засобу вимірювань в умовах дефіциту апріорної інформації є застосування математичних моделей у вигляді алгебраїчних поліномів. На користь такого вибору говорить те, що поліноміальні функції мають добрі апроксимуючі властивості і придатні для відтворення широкого класу нелінійних залежностей, по суті їх можна вважати універсальними апроксиматорами [1, 2].

Проте існують певні труднощі, пов’язані з обґрунтованим вибором порядку поліноміальної моделі. Зрозуміло, що чим вище порядок полінома, тим точніше модель буде відтворювати нелінійну залежність. Але не потрібно забувати, що застосування методу найменших квадратів потребує розв’язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь, порядок якої на одиницю більше порядку апроксимаційного полінома. З одного боку, це призводить до суттєвого зростання обсягу необхідних обчислень, а з іншого системи рівнянь високих порядків в методі найменших квадратів часто бувають погано обумовленими. Зауважимо, що на практиці використовуються поліноміальні моделі функції перетворення як правило не вище третього порядку.

Таким чином, порядок полінома, який описує нелінійну функцію перетворення, є компромісом між точністю апроксимації та обчислювальною складністю задачі. Звідси виникає потреба в здійсненні обґрунтованого вибору порядку такого полінома. У зв’язку з цим пропонується евристичний алгоритм вибору порядку поліноміальної моделі n, який заснований на послідовному збільшенні значення n, починаючи з 1. Перехід до наступної ітерації циклу здійснюється у випадку, якщо середньоквадратична похибка моделі порядку n зменшується в 1,5...2 рази в порівнянні з похибкою моделі порядку $n – 1$. Алгоритм зупиняється, коли збільшення порядку поліноміальної моделі дає несуттєве збільшення точності, не пропорційне зі збільшенням обчислювальної складності (рис. 1).

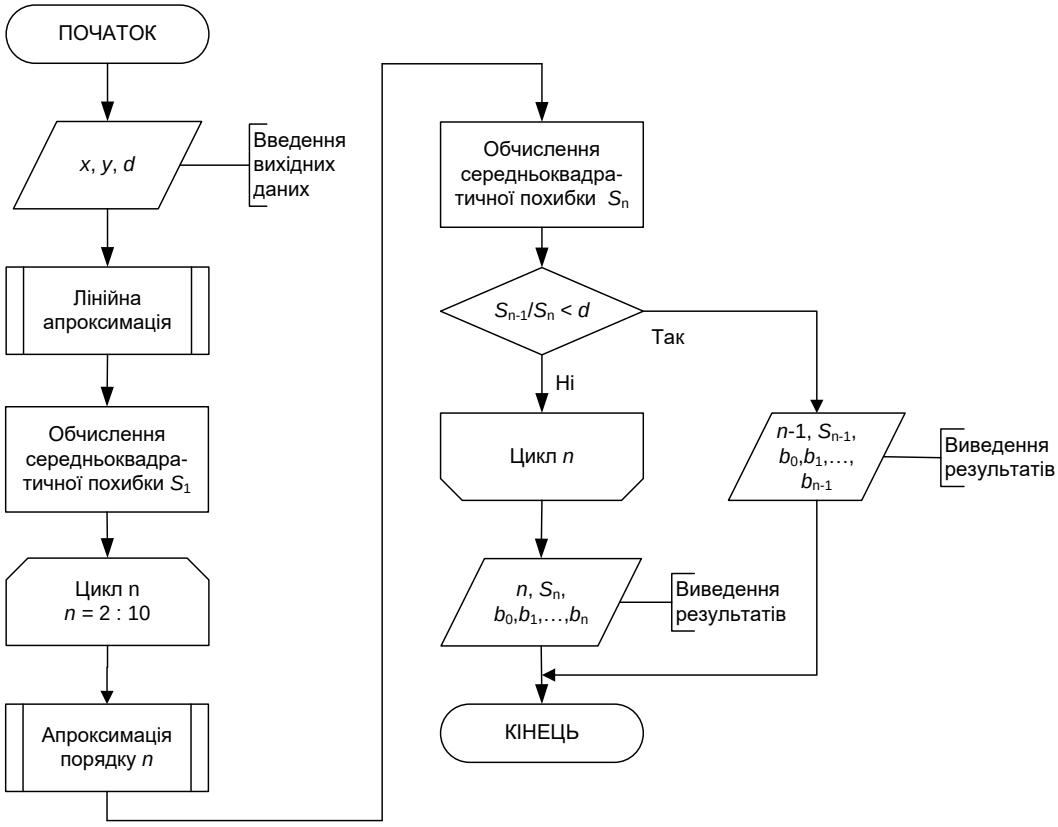


Рис. 1 – Алгоритм автоматизованого вибору порядку поліноміальної моделі

Для перевірки працездатності запропонованого алгоритму проводилось комп'ютерне моделювання з використанням різних видів нелінійних залежностей. Результати моделювання наведено на рис. 2.

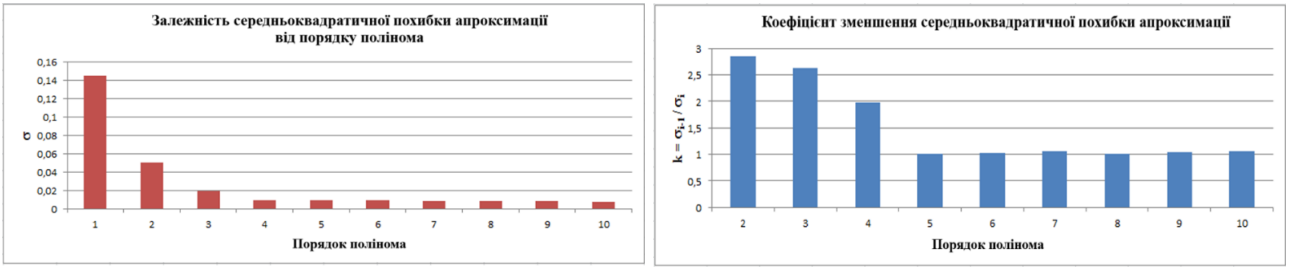


Рис. 2 – Результати моделювання

Як видно з графіка, коефіцієнт зменшення середньоквадратичної похибки апроксимації починаючи з $n = 5$ стає близьким до одиниці і далі із збільшенням n практично не змінюється. Це свідчить про те, що використання поліноміальних моделей вище четвертого порядку для наведеного прикладу є недоцільним, оскільки не призводить до підвищення точності апроксимації, а лиш ускладнює модель і суттєво збільшує обсяг обчислень.

Список літератури:

1. Захаров І. П. Обробка результатів вимірювань: навч. посібник. Харків: Вид-во НУВС, 2001. 126 с.

2. Нікітенко О. М. MAPLE: розв'язання інженерних та наукових задач: Харків: ХНУРЕ, 2011. 294 с.

ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЗАКОНОДАВЧО РЕГУЛЬОВАНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Кондратенко В.О. [1)], Штефан Н. В. [2)]

[1)] Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІВТ, м. Харків, проспект Науки, 14, e-mail: vadym.kondratenko@nure.ua

[2)] Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІВТ, м. Харків, проспект Науки, 14, e-mail: natalya.shtefan@nure.ua

Сфера законодавчо регульованої метрології встановлена Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [1]. Законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки (ЗР ЗВТ) повинні проходити процедуру оцінки відповідності вимогам технічних регламентів у разі, коли це передбачено відповідними технічними регламентами. Щодо засобів вимірювальної техніки існує три технічних регламента: технічний регламент засобів вимірювальної техніки [2], технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки 3], технічний регламент щодо неавтоматичних зважувальних приладів [4]. Дія цих регламентів поширюється на засоби вимірювань, перелік яких наведено у кожному з зазначених регламентів.

ЗР ЗВТ можуть бути введені в експлуатацію тільки у разі, коли вони відповідають вимогам вищезазначених технічних регламентів, вони повинні відповідати положенням, що регулюють їх введення в експлуатацію з урахуванням місцевих кліматичних умов, та необхідних класів точності для певної сфери застосування. І якщо, для введення в експлуатацію ЗР ЗВТ усі суттєві вимоги до них однозначні і зрозумілі (зазначено в відповідних розділах регламентів), то не все так однозначно з оформленням та комплектністю документів, які повинні надаватись кінцевому споживачу, тому є певні питання які потребують роз'яснення.

В залежності від обраної виробником або його уповноваженим представником дозволеної регламентом процедури оцінки відповідності (B+D або B+F або G та ін.) можливі різні комплекти документів, які оформлюються за результатами пройденої процедури та надаються кінцевому споживачу. Обов'язковою вимогою регламентів щодо введення в обіг ЗР ЗВТ є наявність «Декларації про відповідність», знака відповідності та додаткового метрологічного маркування. Тобто кінцевий споживач (організація чи підприємство) маючи необхідне маркування та декларацію може вводити ЗР ЗВТ в експлуатацію. Згідно регламентів надання кінцевому споживачу копій «Сертифікату перевірки типу», «Сертифікату відповідності», «Сертифікату схвалення системи управління якістю», а головне протоколів випробувань чи калібрування, що додаються до сертифікатів, не є обов'язковим, тому виробники, а частіш за все їх уповноважені представники або розповсюджувачі іноді відмовляються надавати копії зазначених документів. У цьому випадку, коли кінцевий споживач має тільки декларацію про відповідність, може виникати багато питань щодо ведення ЗР ЗВТ в експлуатацію, а саме:

1. Чи є насправді організація, що видає декларацію уповноваженим представником виробника (відповідність декларації регламенту) – це можна з'ясувати за наявністю копії сертифікату відповідності або іншого з вищевказаних сертифікатів. Організація що зазначена в сертифікаті є виробником або уповноваженим представником виробника.

2. Чи відповідає вимогам регламенту саме ця модифікація ЗР ЗВТ та/або його версія програмного забезпечення – модифікації та версії ПО зазначені у сертифікаті перевірки типу.

3. Які діапазони вимірювання досліджено та які похибки було отримано – ця інформація зазначена в сертифікаті типу (на ЗР ЗВТ цього типу) та в сертифікаті відповідності (на конкретні одиниці ЗР ЗВТ).

4. Чи відповідає дата видання декларації, даті перевірки метрологічних характеристик ЗР ЗВТ, що зазначена у протоколі випробувань, який є додатком до сертифікату відповідності – ця інформація необхідна для встановлення дати наступної повірки ЗР ЗВТ.

5. Чи виконувалась взагалі перевірка метрологічних характеристик ЗР ЗВТ, що вводиться в експлуатацію, під час виконання процедури оцінки відповідності, яким чином оформлені результати - ситуація можлива при використанні наприклад модуля D. Позитивним прикладом від фірми-постачальника газоаналізаторів в Україні є організація повірки та надання у комплекті постачання декларації та свідоцтва про повірку.

Та інші. Тому можливим рішенням вищезазначених питань є внесення замовником (кінцевим споживачем) до контракту на поставку ЗР ЗВТ вимоги, щодо необхідності надання у комплекті постачання копій відповідних сертифікатів (з додатками) та свідоцтв про повірку. Саме кінцевий споживач має бути впевненим в відповідності ЗР ЗВТ вимогам технічного регламенту, перевіряти комплектність документації що надається та правильність її оформлення, а сподіватися тільки на «виключну відповідальність виробника», як зазначено в регламенті - є ризиком, особливо коли ЗР ЗВТ купується не у виробника. Державний ринковий нагляд за відповідністю засобів вимірювальної техніки вимогам технічних регламентів та контроль таких засобів здійснюється відповідно до закону, тому кінцевому споживачу слід уникати вищезазначених ризиків.

Список літератури:

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», Відомості Верховної Ради (ВВР). 2014. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text (дата звернення 15.11.2024).

2. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 24.02.2016 № 163 [Текст] // Офіційний вісник України. 2016 № 21. 89 с.

3. Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 13.01.2016 № 94 [Текст] // Офіційний вісник України. 2016. № 16. 69 с.

4. Технічний регламент щодо неавтоматичних зважувальних приладів, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 16.12.2015 № 1062 [Текст] // Офіційний вісник України. 2015 № 102. 103 с.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ РУХОМИХ ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ

Кот В. В.[1)], Герасимов С. В.[2)]

[1)] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", вулиця Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, gsvnr@ukr.net

[2)] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", вулиця Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, sergeyg@i.ua

Задача оптимізації кількості та номенклатури контрольно-діагностичного обладнання, питання оцінювання ефективності його використання за призначенням комплексно не досліджувались [1]. Основною причиною є недосконалість методичних положень із розроблення оптимальної комплектації рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту (РЗТОР) обладнанням, спеціальними засобами та інструментом [2, 3]. Це пов’язано із використанням переважно стаціонарних засобів технічного обслуговування та ремонту, що розглядає підхід "об’єкт контролю (ремонту) прямує до засобу обслуговування (ремонту)" [4, 5]. Однак, із економічного напрямку є більш доцільним використання РЗТОР. З одного боку, ще дозволяє розширити регіон обслуговування та ремонту, а з іншого – економити на утриманні стаціонарних засобів. Отже, виконання досліджень із розроблення пропозицій, спрямованих на забезпечення РЗТОР необхідним обладнанням і оцінювання його ефективності з метою створення єдиної методики з удосконалення організації технічного обслуговування та ремонту технічних комплексів і систем (ТКС) для удосконалення матеріально-технічної бази, є актуальним завданням і має практичне значення.

Метою дослідження є розроблення пропозицій щодо оптимізації контрольно-діагностичного обладнання РЗТОР.

Функціонування системи технічного обслуговування та ремонту зразка ТКС направлено на необхідність отримання на її виході справного зразка, що забезпечує його здатність виконувати призначені функції. У випадку невідповідності зразка ТКС, який пройшов обслуговування, встановленим вимогам здійснюється вплив (зворотній зв´язок) на вхід системи, тобто вводяться необхідні коригування. Такий підхід забезпечить надійне та ефективне функціонування системи технічного обслуговування та ремонту взагалі.

Для у оптимізації контрольно-діагностичного обладнання РЗТОР для технічного обслуговування та ремонту зразків ТКС на першому етапі пропонується, на основі експериментальних даних, визначити: види та періодичність обслуговування та ремонту, їх обсяг за кількістю та розподілом операцій, технічною спрямованістю та трудомісткістю робіт. За отриманими результатами необхідно обґрунтувати вимоги, які висуваються до обладнання та місць виконання заходів технічного обслуговування та ремонту, порядку виконання, переліку робіт, що вимагають спеціального обладнання. За результатами отриманих вимог

розробляються пропозиції із оптимізації контрольно-діагностичного обладнання РЗТОР.

На другому етапі пропонується провести оцінювання ефективності використання РЗТОР під час виконання робіт будь-якого виду. При цьому необхідно врахувати потребу у проведенні модернізації існуючих РЗТОР або створення їх нових версій за результатами аналізу наявного комплекту та обґрунтування вимог до них. Цей етап також дозволить виявити недоліки основного обладнання існуючих засобів технічного обслуговування та ремонту та шляхи їх усунення. В подальшому можливо обґрунтувати пропозиції щодо проведення заміни старого та встановлення нового обладнання у складі РЗТОР (внесення змін до комплектації).

На третьому етапі пропонується визначати заходи із виконання порядку використання РЗТОР. Необхідно розробити (удосконалити існуючі) технологічні карта із виконання робіт за допомогою запропонованого обладнання.

Задача оптимізації контрольно-діагностичного обладнання РЗТОР для технічного обслуговування та ремонту зразків ТКС може бути розв’язана розробкою нового засобу (майстерні) технічного обслуговування та ремонту. Це дозволить забезпечити оптимізацію необхідного обладнання, його кількості та номенклатури, яка підлягає для комплектування. При цьому можлива зміна обладнання залежно від призначення та умов використання РЗТОР. Така комплектація залежно від призначення дозволить більш ефективно використовувати РЗТОР відповідно до організації системи технічного обслуговування та ремонту ТКС, оптимізувати проведення робіт за часом.

Список літератури:

1. Герасимов С.В., Гаценко Л.В. Моделювання генерації сигналів спеціальної форми для контролю технічного стану радіоелектронного обладнання // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції. – Чернігів: НУ "Чернігівська політехніка", 2022. – Т. 2. – С. 176.

2. Herasimov S., Roshchupkin E. Control of the serviceability of the radio electronic equipment of the communication system // Міжнародна науково-практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку". Х.: НАНГУ, 2023. С. 39-40.

3. Бойко В.М., Ноженко О.М., Меркулов О.А., Герасимов С.В., Кірвас В.В., Зубрицький Г.М. Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на вироби озброєння та військової техніки // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2021. № 4 (70). С. 95-104. https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14.

4. Herasimov S., Roshchupkin E. Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems // Міжнародна науково-практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку". Х.: НАНГУ, 2022. С. 31-32.

5. Herasimov S., Soroka V., Yevseiev S., Milevskyi S., Bondarenko K. Development of a Method for Measuring small Nonlinear Distortions of Periodic Electrical Signals // 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). 2022. P. 49-52. – https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.993268.

МЕТОДИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ СТРУКТУРИ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Львов С. Г.[1)], Тищенко А. А.[2)], Ткаченко В. В.[3)]
[1)] ***НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, serhii.lvov@khpi.edu.ua***
[2)] ***НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, anna.tyshchenko@khpi.edu.ua***
[3)] ***НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, vadym.tkachenko@infiz.khpi.edu.ua***

Неруйнівні методи контролю структури матеріалів є критично важливими для багатьох галузей промисловості, зокрема для транспортної, енергетичної, авіаційної, будівельної та нафтової [1-3]. Ці методи дозволяють оцінювати цілісність та якість матеріалів, виявляти дефекти і прогнозувати потенційні пошкодження без порушення структури або фізичних властивостей об'єкта. Якісний моніторинг та аналіз структури матеріалів дозволяє не лише забезпечити відповідність виробів встановленим стандартам, але й запобігти можливим дефектам, що можуть виникнути в процесі експлуатації. Це, в свою чергу, підвищує надійність і тривалість використання продукції, що є критично важливим для задоволення потреб споживачів та конкурентоспроможності на ринку.

У процесі неруйнівного контролю для визначення стану структури об'єктів використовують різноманітні фізичні поля та речовини. В залежності від фізичних принципів, які лежать в основі методів, неруйнівний контроль можна поділити на декілька основних видів: ультразвуковий контроль, магнітний контроль, радіографічний контроль, електромагнітний контроль [4]. Кожен метод орієнтований на специфічні характеристики матеріалів і дозволяє ефективно виявляти певні типи дефектів, що є ключовим для забезпечення якості та надійності конструкцій.

Ультразвуковий контроль базується на генерації та поширенні ультразвукових хвиль у матеріалі. Він дозволяє виявляти внутрішні дефекти, зокрема пори, тріщини та неоднорідності, і широко використовується для контролю металевих та композитних матеріалів [5].

Магнітний контроль заснований на застосуванні магнітних полів для виявлення дефектів у феромагнітних матеріалах. Використовується, зокрема, для контролю зварних швів та трубопроводів [6].

Радіографічний контроль передбачає використання рентгенівського або гамма-випромінювання, що дозволяє отримати зображення внутрішньої структури матеріалів. Цей метод популярний для контролю зварних швів, ливарних виробів і деталей складної форми [7].

Електромагнітний метод є одним із найбільш ефективних для оцінки металевих конструкцій. Цей метод базується на застосуванні електромагнітних полів для виявлення дефектів, таких як тріщини, пори та корозія, а також для аналізу властивостей матеріалу [8]. Основним принципом електромагнітного контролю є взаємодія електромагнітного поля з матеріалом. Використовується змінне магнітне поле, яке створює вихрові струми у металі. Якщо в матеріалі є

дефекти, наприклад, тріщини чи пори, ці струми змінюють свої характеристики. Зміни у вихрових струмах фіксуються спеціальними датчиками, що дозволяє визначити наявність дефектів, їх розмір і глибину залягання.

Селективні електромагнітні перетворювачі є інноваційною технологією, яка дозволяє покращити чутливість електромагнітного методу. За рахунок налаштування частоти та амплітуди магнітного поля селективні електромагнітні перетворювачі дозволяють вибірково контролювати різні шари або ділянки матеріалу. Це особливо корисно для багатошарових конструкцій, де дефекти можуть виникати в різних зонах. Такі перетворювачі також можуть автоматично підлаштовуватися під специфіку об'єкта, що робить їх ефективними для об'єктів складної форми.

Електромагнітний контроль є швидким, дозволяє тестувати великі площі без контакту з виробом і може застосовуватися на об'єктах зі складною формою. Він підходить для контролю тонкостінних конструкцій, трубопроводів і зварних швів, а також добре інтегрується з цифровими технологіями для автоматизації процесу.

Неруйнівний контроль структури матеріалів відіграє ключову роль у сучасній промисловості, забезпечуючи безпеку і надійність конструкцій та знижуючи витрати на їх обслуговування. Кожен із зазначених методів має свої переваги та сфери застосування, і вибір методу залежить від типу матеріалу, глибини залягання дефекту, його розмірів та форми об'єкта. Електромагнітний метод, особливо в поєднанні з селективними перетворювачами, є перспективним напрямком, який розширює можливості контролю структури матеріалів та виявлення дефектів, а також підвищує точність контролю.

Список літератури:

1. Бучма І.М., Репетило Т.М., Ферчук К.В. Засоби вихрострумової діагностики корозійного стану сталевих листових конструкцій: монографія Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 292 с.

2. Khedmatgozar Dolati, S.S., Caluk, N., Mehrabi, A., Khedmatgozar Dolati, S.S. Non-Destructive Testing Applications for Steel Bridges. Appl. Sci. 2021.

3. Sahar Hassani, Ulrike Dackermann. "A Systematic Review of Advanced Sensor Technologies for Non-Destructive Testing and Structural Health Monitoring", Sensors, 2023.

4. Hübschen, G.; Altpeter, I.; Tschuncky, R.; Herrmann, H.G. Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods; Woodhead Publishing: Soston, UK, 2016.

5. Abbas, M., Shafiee, M. Structural health monitoring (SHM) and determination of surface defects in large metallic structures using ultrasonic guided waves. Sensors 2018.

6. Zhang, H., Liao, L., Zhao, R., Zhou, J., Yang, M., Xia, R. The non-destructive test of steel corrosion in reinforced concrete bridges using a micro-magnetic sensor. Sensors 2016.

7. Boaretto, N., Centeno, T.M. Automated detection of welding defects in pipelines from radiographic images DWDI. NDT E Int. 2017, 86, 7–13.

8. Gorkunov B., Tyshchenko A., Lvov S., Shaiban Tamer. Electromagnetic multiparameter converter for control of the structure of metal products / B // IEEE Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2017, 15-17 November, Kremenchuk, Ukraine. Volume 2018-January. P. 284-287.

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЗАПУСКУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Мигущенко Р. П.[1)], Кропачек О. Ю.[2)], Коцкало К. Д.[3)], Фіногенов О. М.[4)]
[1)] ***НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, mrp1@ukr.net***
[2)] ***НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, kropachek@ukr.net***
[3)] ***НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, kyrylo.kotskalo@cit.khpi.edu.ua***
[4)] ***НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, alexey.finohenov@gmail.com***

Актуальність використання механічних роботів у сучасному світі не викликає сумнівів. Подібні роботи використовуються в місцях, які або несуть загрозу людині, або недоступні для людини. Особливої ваги набрали механічні роботи у військовій справі. У будь-якому разі, точність позиціонування, точність дій механічного робота безпосередньо впливає на ефективність виконання поставлених перед роботом задач [1].

В якості об’єкта дослідження прийнятий робот, в комплектацію приводу якого входить:

–чотири двигуни приводу коліс (по одному двигуну на кожне колесо);

–два двигуни на важелі робота;

–один двигун для запуску дрона (літального апарату);

–система редукторів;

–електронний блок керування.

Дослідження авторів стосувались дослідженню приводу запуску дронів.

У базовому виконанні для приводу запуску дронів використовується П-регулятор з релейним виконавчим елементом. Використання П-регулятора орієнтоване на максимальну швидкодію виконавчого елементу при подачі вхідної ступеневої функції $1(t)$.

Для вивчення роботи П-регулятора аналізувалась схема заміщення (див. рис. 1) з номіналами елементів електричного кола: E = 2.5 В; L = 0.2 Гн; R = 100 Ом.

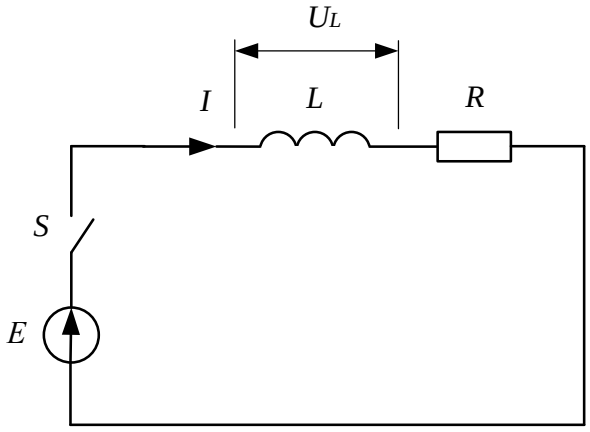


Рис.1 – Схема заміщення П-регулятора приводу запуску дрона

При цьому характер перехідної характеристики $h(t)$ ($i=f(t)$, $U_L=f(t)$) має вигляд, як на рис. 2.

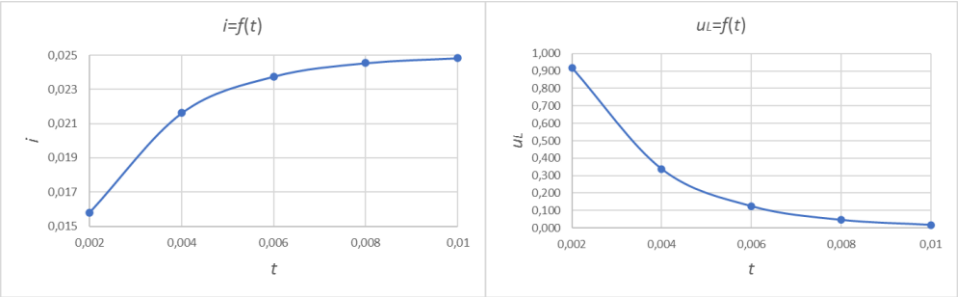


Рис.2 – Перехідні характеристики для П-регулятора

У разі використання, в якості приводу запуску дронів, ПІД-регулятора, схема заміщення прийме вигляд як на рис. 3. Номінал $C = 4\times10^{-6}$ Ф.

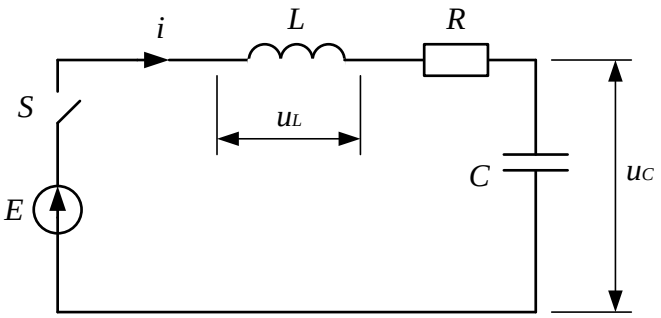


Рис.3 – Схема заміщення ПІД-регулятора приводу запуску дрона

Перехідні процеси у схемі на рис. 3 основуються на диференційному рівнянні:

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C}\int idt = E \qquad (1)$$

На основі (1) знайдені вирази для i, U_L, U_C і побудовані залежності $i=f(t)$, $U_L=f(t)$, $U_C=f(t)$ (див. рис. 4).

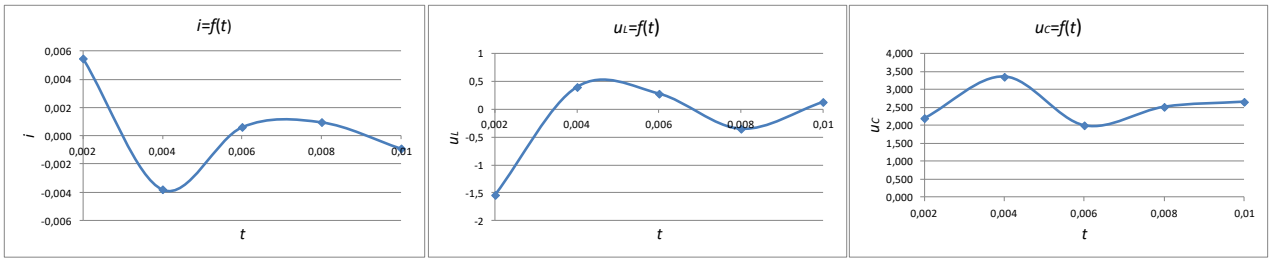


Рис.4 – Перехідні характеристики для ПІД-регулятора

З рис. 4 очевидно, що використання ПІД-регулятора вдвоє зменшує час перехідних процесів в приводі запуску дронів.

Список літератури:

1. Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю., Коцкало К.Д., Фіногенов О.М. Дослідження параметрів коливального об’єкту / Р // Матеріали Міжнародної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я». Харків, 2024.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ МЕХАНІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В МЕТАЛЕВИХ ВИРОБАХ

Олійник В.М. [1], Львов С.Г. [2]
[1] *НТУ "ХПІ", вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, oleynikwasya@gmail.com*
[2] *НТУ "ХПІ", вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, serhii.lvov@khpi.edu.ua*

Контроль механічних навантажень в металевих виробах обумовлен необхідністю забезпечення безпеки, надійності та довговічності металевих конструкцій, що використовуються в багатьох критичних галузях, таких як енергетика, транспорт, будівництво та авіація. Контроль механічних навантажень дозволяє вчасно виявляти дефекти, запобігаючи аваріям та зменшуючи витрати на обслуговування та ремонти [1].

З розвитком нових матеріалів та технологій виникає потреба в удосконаленні методів контролю для забезпечення високої точності та ефективності. Бесконтактні та дистанційні методи, такі як електромагнітний контроль і лазерна інтерферометрія, дозволяють здійснювати моніторинг без пошкодження матеріалу, що є критично важливим для важкодоступних або небезпечних зон. Враховуючи зростання вимог до якості, ефективності та безпеки, удосконалення методів контролю механічних навантажень є важливим для забезпечення надійної експлуатації металевих виробів у різних промислових секторах [2]. У роботі розгянуто основні методи контролю механічних навантажень в металевих виробах та проведено порівняльний аналіз (табл.1) [3-7].

Таблиця 1 – Основні методи контролю механічних навантажень

Метод	**Принцип роботи**	**Переваги**	**Недоліки**
1	2	3	4
Деформаційний метод	Вимірювання механічних деформацій через зміну опору тензорезисторів при навантаженні	Висока точність вимірювань, можливість локального контролю	Потребує контакту з виробом, чутливість до механічних пошкоджень
Ультразвуковий метод	Використовує зміну швидкості ультразвукових хвиль в залежності від механічних деформацій	Може виявляти внутрішні дефекти, безпека для оператора	Необхідність підготовки поверхні, складність у вимірюванні при неоднорідних матеріалах
Акустична емісія	Фіксація звукових хвиль, що виникають при тріщиноутворенні або деформації матеріалу	Раннє виявлення дефектів, безконтактність	Чутливість до зовнішніх шумів, складність інтерпретації результат

1	2	3	4
Електромагнітний метод	Вимірювання змін магнітних властивостей матеріалу під впливом механічних навантажень	Безконтактний метод, висока швидкість вимірювання, можливість дистанційного контролю	Обмежений застосуванням для магнітних матеріалів, чутливий до зовнішніх магнітних полів
Оптичний метод	Використання лазерної інтерферометрії для вимірювання деформацій поверхні металевого виробу	Висока точність вимірювань, можливість аналізу без контакту з матеріалом	Потребує чистоти поверхні, висока вартість обладнання, чутливість до зовнішніх умов

Проаналізувавши основні методи можна відзначити декілька значних переваг електромагнітного методу [8]. Електромагнітний метод дозволяє здійснювати контроль без необхідності фізичного контакту з виробом, що знижує ризик пошкодження та спрощує процес вимірювань. Цей метод дозволяє швидко отримувати результати без тривалого часу на налаштування чи вимірювання, що є важливим в умовах серійного виробництва та експлуатації. Можливість моніторингу стану об'єкта на відстані зменшує потребу в фізичній присутності на місці та дозволяє контролювати важкодоступні частини конструкцій.

Отже електромагнітний метод є одним з найбільш ефективних для масового контролю механічних навантажень у металевих виробах, особливо в умовах безперервного виробництва, де важливо зберігати високу швидкість і точність вимірювань.

Список літератури:

1. Faraz A., Channa S., Kossi J., Muhammad T., Shaista A. (2024). Structural health monitoring (SHM): advances, methods and applications, International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science 06(09), 2412-2417.

2. Husseini, M., Ashrafi, A., Tavan, N., Mola, S. (2020). Electromagnetic Methods for Monitoring of Mechanical Loads in Metallic Structures. *Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*, 67(5), 762-775.

3. Berezhnoy, A. N., & Gritsenko, V. I. (2018). Deformation-based methods for monitoring mechanical loads in metal structures. *Materials Testing*, 60(7), 899-905.

4. Hübschen, G.; Altpeter, I.; Tschuncky, R.; Herrmann, H.G. Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods; Woodhead Publishing: Soston, UK, 2016

5. Cosenza, E., & Sadeghian, S. (2021). Application of Acoustic Emission for Monitoring Damage and Mechanical Stress in Metal Structures. *Journal of Nondestructive Testing*, 40(2), 129-136.

6. Khedmatgozar Dolati, S.S., Caluk, N., Mehrabi, A., Khedmatgozar Dolati, S.S. Non-Destructive Testing Applications for Steel Bridges. Appl. Sci. 2021.

7. Iannuzzi, D., Tontodonati, M., Rinaldi, D. (2019). Laser-based techniques for monitoring mechanical load in industrial applications. Sensors, 19(14), 3132.

8. Артемчук В.А., Волошин О.О., Сидоренко П.П. Методи безконтактного контролю механічних напружень в металах / Київ: Наукова думка, 2018. 210 с.

СИНТЕЗ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Ольховіков С. В.[1)], Ольховіков Д. С.[1)], Ольховікова А. В.[2)]
[1)] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, olkhovikov@gmail.com
[2)] Харківський національний університет повітряних сил, вулиця Сумська, 77/79, м. Харків, 61023, olkhovikova_av@gmail.com

Для забезпечення надійної роботи та ефективного використання складних технічних комплексів (СТК) необхідна відповідна система контролю їх технічного стану, яка задовольняє певним показникам ефективності, та система обслуговування, що дозволяє підтримувати потрібний технічний стан [1, 2].

Підтримання потрібного рівня справності СТК можливо шляхом підвищення ефективності системи їх технічного обслуговування. Це включає контроль і діагностування технічного стану СТК за допомогою контрольно-діагностичної апаратури та проведення операцій (залежно від результатів контролю) для підтримання технічної справності [3].

Аналіз моделей технічного обслуговування СТК, методів оцінювання впливу характеристик контрольно-діагностичної апаратури на процеси вимірювання та вимірювального контролю параметрів дозволяють вибрати критерій кращої або раціональної (оптимальної) організації системи технічного обслуговування СТК із урахуванням умов їх експлуатації [4]. Не оптимально організована система технічного обслуговування СТК може стати причиною помилкового визначення їх технічного стану [5].

Так, технічне обслуговування СТК, як операція з підтримання їх характеристик на рівні, який потрібно, насамперед має забезпечити таку вихідну дефектність, щоб при роботі в наступний міжконтрольний період дефектність блоків та елементів СТК не піднімалася вище за величину, яка обмежена номінальними значеннями. При цьому вихідна дефектність сукупності блоків і елементів є головною характеристикою типів СТК, яка характеризує параметри технічного обслуговування.

Середній час перебування зразків СТК на обслуговуванні зазвичай обмежується деякою нормою, яка визначається можливістю обмінного фонду та тривалістю технічного обслуговування або зберігання. Обсяг та типаж обмінного фонду запасних частин (блоків, елементів) зразків СТК впливає на іншу характеристику технічного обслуговування – коефіцієнт заміни. Часто величина обмінного фонду становить 0,1 і менше, тому коефіцієнт заміни дорівнює або більше 0,9. При цьому необхідно прагнути досягнення одиниці коефіцієнта готовності контрольно-діагностичної апаратури. Такий рівень коефіцієнта готовності контрольно-діагностичної апаратури пов'язано із характеристиками технічного обслуговування зразків СТК, особливо із тривалістю проведення регулювання та ремонту несправних зразків.

Перераховані характеристики СТК взаємопов'язані та мають граничні значення. Крім того, ці характеристики пов'язані з вартістю технічного обслуговування СТК. Чим кращі характеристики контрольно-діагностичної апаратури, тим вища вартість проведення технічного обслуговування. Оскільки зазвичай потрібно, щоб основні характеристики контрольно-діагностичної апаратури відповідали необхідним нормам, то при проектуванні контрольно-діагностичної апаратури прагнуть мінімізації вартості технічного обслуговування СТК.

На основі умов або критеріїв оптимізації параметрів системи технічного обслуговування СТК можна розв’язати два види завдань:

–вибір раціональної організації технічного обслуговування зразків СТК (оптимального вибору контрольно-діагностичної апаратури);

–визначення оптимальних значень характеристик контрольно-діагностичної апаратури.

Таким чином, система технічного обслуговування СТК є складною. Однак така система необхідна, особливо для експлуатації СТК із високими показниками надійності, так як дозволяє підтримувати їх характеристики на потрібному (заданому) рівні. Систему технічного обслуговування зразків СТК пропонується проектувати на основі результатів оцінювання її ефективності. Необхідно оцінювати такі характеристики: коефіцієнт точності роботи контрольно-діагностичної апаратури, який пов’язаний з ймовірністю помилок перевірки та калібрування апаратури; час перебування зразків СТК на обслуговуванні; коефіцієнт універсальності контрольно-діагностичної апаратури.

Список літератури:

1. Герасимов С.В., Гаценко Л.В. Моделювання генерації сигналів спеціальної форми для контролю технічного стану радіоелектронного обладнання // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції. – Чернігів: НУ "Чернігівська політехніка", 2022. Т. 2. С. 176.

2. Herasimov S., Roshchupkin E. Control of the serviceability of the radio electronic equipment of the communication system // Міжнародна науково-практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку". Х.: НАНГУ, 2023. С. 39-40.

3. Бойко В.М., Ноженко О.М., Меркулов О.А., Герасимов С.В., Кірвас В.В., Зубрицький Г.М. Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на вироби озброєння та військової техніки // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2021. № 4 (70). С. 95-104. – https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14.

4. Herasimov S., Roshchupkin E. Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems // Міжнародна науково-практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку". Х.: НАНГУ. 2022. С. 31-32.

5. Herasymov S., Soroka V., Milevskyi S., Voropay N., Zviertsev H. and Motalyhin Y. Development of a Method for Digital Synthesis of Electrical Signals with a Normalized Harmonic Coefficient // 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA). Istanbul, Turkiye. 2023. Pp. 1-5. https://doi.org/10.1109/HORA58378.2023.10156678.

ВИМІРЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ У МІСЬКИХ УМОВАХ

Пацукевич Ю.Г., Дроздова Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2 м. Харків, 61002
Yuliia.Pasukevych@cit.khpi.edu.ua

У зв'язку з індустріалізацією міст, зростанням кількості автомобілів, зростанням технічного оснащення міського господарства та транспортної рухливості населення розширюється вплив техногенного середовища міста на природнє. Сільські ландшафти і приміські території зазнають активного впливу шосейних доріг і залізниць, аеродромів та річкових портів. До цих джерел шуму відносяться також залізничні вузли і станції, автовокзали і автогосподарства, мотелі і кемпінги, трейлерні парки, промислові об'єкти і великі бази будівельної індустрії, об’єкти енергетичної інфраструктури. Тому шумове забруднення є однією з ключових екологічних проблем сучасних міст, яка негативно впливає на здоров'я людей, зокрема викликаючи стрес, зниження продуктивності праці та порушення сну. Особливого значення набуває моніторинг рівня шуму у різних районах міста з метою розробки ефективних заходів його зменшення.

Так, допустимі рівні звуку в приміщеннях визначаються за рівнем звукового тиску постійного шуму (дБА) та критеріями шуму (NC). Зокрема, у житлових приміщеннях допустимий рівень шуму у денний час (08:00 – 22:00) – 40 дБА, а у нічний (22:00 – 08:00) – 30 дБА. При цьому максимальний рівень у денний час – 55 дБА, а нічний – 45 дБА [1,2].

Для офісів та приміщень, обладнаних персональними комп'ютерами або технікою для бізнесу, допустимий рівень шуму цілодобово - 50 дБА, а максимальний - 65 дБА [2].

На прилеглих територіях до житлових будинків підвищеної комфортності та котеджів вдень - до 65 дБА, а вночі - 55 дБА, а до звичайних житлових будинків, поліклінік, будинків відпочинку вдень - до 70 дБА, вночі - до 60 дБ.

Для дослідження рівня шумового забруднення було обрано центральні частини міста, спальні райони та промислові зони. Основним методом вимірювання було обрано використання сучасних портативних шумомірів, що дозволяють фіксувати рівень шуму (у дБ) в реальному часі. У кожній зоні проводиться кілька вимірювань у різний час доби (ранок, день, вечір), що дає змогу отримати повну картину шумового забруднення [2].

Вибираючи вимірювач рівня шуму, потрібно звертати увагу на такі характеристики:

– температура, при якій можна проводити вимірювання (більшість моделей розраховані на плюсову температуру, тому якщо вам потрібні вимірювання при температурі нижче нуля – потрібно вибирати спеціальний прилад);
– клас від 0 до 3, від якого залежить чутливість і точність показань;
– діапазон гучності – більшість шумомірів розраховані на 30-130 дБ.

Шумоміри типу Extech 407730 (рис.1, а) та Cirrus CR:162A (рис.1, б) забезпечують точні дані, що дозволяють визначити як середній рівень шуму, так і пікові значення. Особливу увагу було приділено спектральному аналізу, який допоміг визначити джерела шуму: транспортний рух, промислові підприємства та побутові фактори.





а) Extech 407730 б) Cirrus Research CR:162A Optimus

Рис. 1 – Пристрої вимірювання рівня звуку

Таблиця 1

Час доби	Центр (дБ)	Промислові зони (дБ)	Спальні райони (дБ)
Ранок (6:00-9:00)	70	80	50
День (10:00-17:00)	75	85	55
Вечір (18:00-23:00)	78	82	58

Аналіз показав, що середній рівень шуму в центральній частині міста становить 75 дБ, у промислових зонах – 85 дБ, у спальних районах – 55 дБ. Найбільшу частку шумового забруднення у центрі створює транспорт (80%), тоді як у промислових зонах домінує виробничий шум (70%). У спальних районах основним джерелом є побутові звуки.

На основі отриманих даних розроблені рекомендації для зменшення шумового навантаження, зокрема оптимізація транспортних потоків у центрі, впровадження звукоізоляції на промислових підприємствах та створення «тихих зон» у спальних районах.

Ці дослідження є важливими для планування міських екологічних програм і сприяють покращенню якості життя мешканців у великих містах.

Список літератури:

1. Наказ Міністерства охорони здоров’я України Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови від 22.02.2019 р. № 463.

2. Допустимі норми шуму в житлових та громадських приміщеннях URL : https://biz.ligazakon.net/news/188395_dopustim-normi-shumu-v-zhitlovikh-ta-gromadskikh-primshchennyakh (дата звернення 10.11.2024)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ВІБРОСИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ LABVIEW

Русанов В. І.[1)], Кондрашов С. І.[2)]
[1)] ***НТУ «ХПІ», Vladyslav.Rusanov@infiz.khpi.edu.ua***
[2)] ***НТУ «ХПІ», Serhii.Kondrashov@khpi.edu.ua***

В умовах воєнного стану ефективна координація та своєчасний ремонт військової техніки є критично важливими для збереження боєздатності та підтримки необхідних ресурсів на передовій.

Перед експлуатацією техніки, яка перебувала близько до зони бойових дій, та при дефіциті якісного пального, дуже важливо провести ретельну перевірку її технічного стану. Регулярні перевірки технічного стану дизельних двигунів можуть суттєво покращити показники роботи техніки, забезпечити надійність і запобігти серйозним поломкам.

Мета роботи – дослідити можливість використання засобів програмного пакету LabVIEW з метою підвищення ефективності оцінки технічного стану та своєчасного виявлення несправностей паливної системи.

Вібраційна діагностика є потужним інструментом для моніторингу механічних систем завдяки можливості виявлення дефектів на ранніх стадіях. Вібраційні сигнали можуть вказувати на явні аномалії в роботі механізмів, такі як несиметричний знос, балансування, або зношення підшипників. Для опису і аналізу закономірностей структури отриманих вібраційних сигналів необхідно обґрунтувати адекватні математичні моделі цих сигналів, методи і алгоритми їх комп’ютерної обробки для виділення відповідних діагностичних ознак і прийняти рішення про стан об’єкта [1, 2].

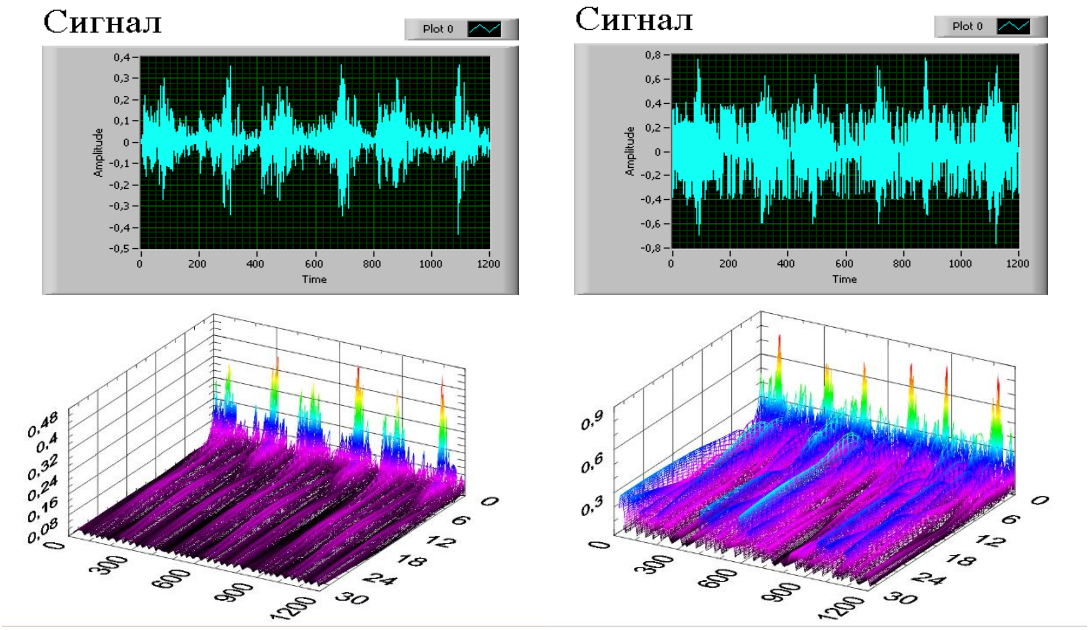
В основі технічної діагностики універсальними приладами лежить порівняння спектрограм з еталонною віброграмою, записаною на цілком справному дизелі за спеціально розробленою методикою для кожного конкретного випадку. Такий метод застосований в [3], де проводиться технічна діагностика системи клапанного газорозподілу дизеля шляхом порівняння віброграми, знятої на несправній системі з еталонною віброграмою.

Одним із найбільш перспективних методів вирішення дослідницьких і наукових завдань на виробництвах і випробувальних лабораторіях є використання різного роду програмного забезпечення, що дозволяє більш ефективно здійснювати комп’ютерне моделювання складних технологічних процесів. Такий підхід дозволяє підвищити точність аналізу завдань і проводити віртуальні експерименти, які важко реалізувати в житті.

Дослідження первинних вимірювальних вібросигналів з використанням LabVIEW може бути дуже ефективним підходом для аналізу та моніторингу вібрації у різних системах, крім того, можна налаштувати інтерфейс для збору даних із вібраційних датчиків (наприклад, акселерометрів). Це дозволяє в реальному часі отримувати сигнали вібрації та зберігати їх для подальшого аналізу. Застосування різних інструментів обробки та аналізу сигналів, включаючи фільтрацію, спектральний аналіз (наприклад, швидке перетворення Фур'є), вейвлет-

перетворення та виявлення аномалій, дозволить виявити особливості у вібраційних даних та зібрати статистику, яка допоможе у діагностиці несправностей та профілактичному обслуговуванні.

На рис. 1 показано обробку вібросигналів, отриманих від робочої (а) та несправної (б) форсунки дизельного двигуна за допомогою вейвлет-перетворення, реалізованого за допомогою програмного пакету LabVIEW.



а б

Рис. 1 – Вібросигнали, робочого (а) та несправного (б) стану форсунок дизельного двигуна та тривимірні моделі вейвлет-зображень

Саме по собі вейвлет-зображення не дозволяє отримати кількісні характеристики вимірювальних вібросигналів, тому далі їх необхідно опрацювати статистичними методами (наприклад, *F*-статистики).

Таким чином, аналіз параметрів вібрації – єдиний метод неруйнівного контролю, що дозволяє без тривалого простою техніки визначити фактичний технічний стан об’єкту. А поєднання методів вібродіагностики, реалізованих з використанням засобів програмного пакету LabVIEW, забезпечує можливість максимально точної інтерпретації отриманих результатів із зазначенням ступеня розвитку того чи іншого дефекту, формулювання рекомендацій по ремонту техніки, розробки достовірних прогнозних моделей розвитку типових пошкоджень двигунів внутрішнього згоряння, що працюють на важкому паливі.

Список літератури:

1. Гижко Ю. І., Мислович М. В. Особливості побудови інформаційно-вимірювальних систем діагностики рухомих частин електротехнічного обладнання. Праці інституту електродинаміки Національної академії наук України, № 2 (17), с. 107−115, 2007.

2. Яворський І. М., Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. Львів : Фіз.-мех. ін-т НАН України, 802 с.. 2013.

3. Mick Corse, Diagnostic valve system of diesel engine. United States Patent Application 6705258. Mar.16, 2004.

РОЗРАХУНОК БІГЕНЕРАТОРНОГО ПРОФІЛОМЕТРУ

Тополов І.І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, igor.i.topolov@gmail.com

З метою виконання умов взаємозамінності деталей на сучасному промисловому виробництві здійснюють операції контролю геометричних розмірів виробів [1]. Особливо на підприємствах точного машинобудування, для комплементарних пар деталей застосовують контроль допусків та посадок [2,3]. Таким чином оснащення вищеназваних підприємств приладами прецизійного контролю лінійних розмірів є актуальним завданням.

Розглянутий профілометр призначений для визначення відхилення профілю деталей, у діапазоні 200-300 мікрометрів. На рис. 1 представлена структурна схема, роботи профілометра для виміру профілю поршня двигуна.

Щуп Щ індуктивного датчика рухається уздовж поршня П, пристрій переміщення каретки з датчиком на рисунку не показано. Характеристика профілю, представлена на екрані комп'ютера ЕК.

До схеми входить генератор G_x, n періодами якого після приходу імпульсу запуску ІЗ формується часовий відрізок $t_{вим} = nT_x$. У плині $t_{вим}$ від квантуючого генератора $G_{кв}$, ідентичного генератору G_x, проходять імпульси з періодом $T_{кв}$ на рахунковий вхід лічильника СТ. Число імпульсів N_x дорівнює

$$N_x = nT_x / T_{кв} = n\sqrt{L_x} \Big/ \sqrt{L_{кв}} \qquad (1)$$

Вимірювальна схема містить параметри: $L_0 = L_{кв}$ індуктивності контурів відповідно генераторів G_x і $G_{кв}$. У процесі виміру $L_{кв} = const,$ а індуктивність датчика L_0 при переміщенні щупа Щ уздовж циліндра може приймати значення: $L_н$ - початкова індуктивність датчика, L_x - індуктивність датчика при деякому переміщенні щупа, $L_к$ - індуктивність наприкінці робочого діапазону. Зазначені індекси використані для позначення відповідних значень періодів T, величини переміщення щупа по вертикалі Δr та числа імпульсів N. Використовуючи перераховані позначення, на підставі (1) можна записати співвідношення, що характеризують параметри, а й б індуктивного датчика [4]

$$L_н / L_0 = T_н^2 / T_0^2 = N_н^2 / N_0^2 = a^2 \qquad (2)$$

$$L_к / L_н = T_к^2 / T_н^2 = N_н^2 / N_н^2 = \mathrm{b}^2 \qquad (3)$$

Враховуючи (1, 2, 3) складемо рівняння

$$x = \frac{L_x - L_н}{L_к - L_н} = \frac{\Delta L}{\Delta L_н} = \frac{\Delta r_x}{\Delta r_н} = \frac{N_x^2 - N_н^2}{N_к^2 - N_н^2} = \kappa\left[2N_н\left(N_x - N_н\right) + \left(N_x - N_н\right)^2\right] \qquad (4)$$

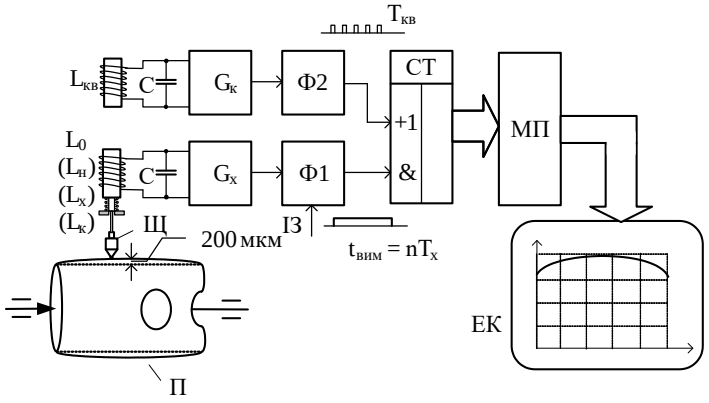


Рис. 1 – Структурна схема профілометра поршню

де $\Delta L_н$ й $\Delta r_н$ - номінальні збільшення індуктивності датчика й переміщення щупа, $\kappa = 1/\left(N_к^2 - N_н^2\right)$ - коефіцієнт пропорційності, що визначається в процесі калібрування приладу. Значення $\Delta r_х / r_н$ обчислюється мікропроцесором по формулі (4), для визначення параметрів схеми вибираємо число $N_к - N_н$, виходячи з похибки квантування, наведене середньоквадратичне значення якої дорівнює

$$\gamma = 1/\sqrt{3}\left(N_к - N_н\right) \qquad (5)$$

Дорівнявши $N_к - N_н = n\left(T_к - T_н\right)/T_{кв} = a\,n/T_н\left(T_к - T_н\right) = a\,n(b\text{-}1)$, і враховуючи (5) одержимо $n = 1/a(b-1)\gamma\sqrt{3}$. Знайдемо необхідне число імпульсів N_0, $N_н$, $N_к$ для отримання припустимої похибки, $N_к - N_н / N_н = b - 1 = 1/N_н \cdot \gamma\sqrt{3}$.

Звідки $N_н = 1/(b-1)\cdot\gamma\sqrt{3}$; $N_0 = N_н/a$; $N_к = N_н \cdot b$. Для визначення частот $G_х$ при індуктивностях L_0, $L_н$, $L_к$ задамося невеликим часом виміру $t_{вим}$ при $L_к$. Використавши рівняння $t_{вим} = nT_к$, одержимо:

$$f_к = 1/T_к = n/t_{вим};\ f_0 = f_{кв} - f_к \cdot ab = n \cdot ab/t_{вим};\ f_н = f_к b = nb/t_{вим}$$

Ємність С конденсаторів контурів $G_{кв}$ й $G_х$ обчислюється через відому частоту f_0 й початкову індуктивність датчика L_0.

Список літератури:

1. ДСТУ 2498-94 «Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення».

2. ДСТУ ISO 286-1-2002 «Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилень та посадок».

3. ДСТУ 2500-94 «Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми».

4. Полулях К. С., Тополов І.І. Бігенераторні мікропроцесорні вимірювальні перетворювачі // Український метрологічний журнал. 2004. №. 2. С. 46- 50

МЕТОДИ КАЛІБРУВАННЯ РАДІОКАНАЛІВ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТАКТИЧНОГО ТРЕНУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Чуніхіна Т.В.[1)], Амінов С.О.[2)]
[1)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, tetiana.chunikhina@khpi.edu.ua
[2)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, serhii.aminov@infiz.khpi.edu.ua

У сучасному світі бездротові технології є важливим елементом багатьох систем зв'язку (мобільні мережі, навігаційні системи, Інтернет речей). Враховуючи зростаючий попит на високу пропускну здатність і стабільний зв'язок, важливо забезпечити коректну роботу радіоканалів у мережах з великою кількістю підключених пристроїв. Зазвичай, кількість пристроїв, які можуть одночасно працювати в межах одного частотного діапазону без калібрування, є обмеженою. Частотні діапазони, такі як Wi-Fi (2,4 ГГц і 5 ГГц), здатні підтримувати роботу кількох десятків пристроїв, проте їх продуктивність значно залежить від якості сигналу, вимог до пропускної здатності та рівня завад у мережі [1].

Без калібрування частотного діапазону виникають наступні основні проблеми, які впливають на ефективність систем зв'язку:

1. Інтерференція та шум [2, 3].
2. Зниження пропускної здатності [4].
3. Частотна нестабільність [5].
4. Температурна залежність. Пасивні компоненти вихідного тракту мають залежність від температури.

Крім того, калібрування засобів вимірювання є основним компонентом метрологічної простежуваності вимірювань, необхідної для забезпечення компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій, акредитованих на відповідність вимогам [6].

Метою роботи є провести аналіз сучасних методів калібрування частотного діапазону у радіоканалах та запропонувати вдосконалений метод калібрування радіоканалів бездротових мереж, які входять до складу інформаційно-вимірювальних систем для тактичної підготовки військовослужбовців.

Для калібрування радіоканалів використовуються як апаратні, так і програмні методи. Кожен із підходів має свої особливості та сфери застосування [7].

Апаратні методи:

1. Аналогові фільтри та підсилювачі. Вони використовуються для корекції частотного спектру та підвищення посилення сигналу в межах заданого діапазону. Це дозволяє зменшити вплив зовнішніх завад і стабілізувати сигнал [1, 2]. Проте ручне налаштування може бути трудомістким, а також існує ризик помилок через людський фактор.

2. Цифрові контролери забезпечують високу точність налаштувань, зменшують потребу у ручному налаштуванні й підвищують ефективність використання діапазону [3, 4]. Недоліками є складність інтеграції та висока вартість.

3.Референсні генератори сигналу. Такі генератори слугують еталоном для налаштування частоти інших компонентів системи, що забезпечує стабільність сигналу в усьому діапазоні [5, 7]. Основним недоліком є потреба в регулярному обслуговуванні.

Програмні методи:

1. Автоматичне налаштування (Automatic Calibration). Цей метод використовує алгоритми для автоматичного корегування частоти, що підвищує швидкість реакції системи на зовнішні зміни [2, 4].

2. Цифрова обробка сигналів (DSP). Використання алгоритмів DSP дозволяє знизити рівень шуму та забезпечити стабільність сигналу завдяки його адаптації до умов середовища [1, 5]. Основним недоліком є вимога до високої обчислювальної потужності.

3. Алгоритми самокалібрування [3, 7]. Висока обчислювальна складність обмежує їхнє застосування в умовах обмежених ресурсів.

Запропонований метод калібрування передбачає оцінювання якості функціонування радіоканалу шляхом розрахунку SNR (Signal-to-Noise Ratio), точного налаштування робочої частоти за допомогою вимірювання RSSI (Received Signal Strength Indicator) та калібрування температурного давача.

Список літератури:

1. Голь В.Д., Ірха М.С. Системи передачі даних : конспект лекцій. - Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 126 с.

2. Prashant Ranjan, Dharmendra Kumar Jhariya, Manoj Gupta, Krishna Kumar. Next-Generation Antennas: Advances and Challenges. - Wiley-Scrivener, 2021. 304 p.

3. Masood Ur Rehman, Muhammad Ali Jamshed. "Low Electromagnetic Field Exposure Wireless Devices: Fundamentals and Recent Advances. - New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2021. 230 p.

4. Zhang L., & Lee, Y. "Signal Calibration in IoT Networks". Journal of Wireless Communications, 2022. 14 p.

5. Djordjevic. I. Advanced Optical and Wireless Communications Systems. - Springer International Publishing, 2022. 801 p.

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

7. Деркач І., Петров С. Основи радіоелектроніки та телекомунікацій. - Харків: Наука, 2020. 290 с.

СЕКЦІЯ 5. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЧНИХ, ХАРЧОВИХ, ВИДОБУВНИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

MODERN METHODS OF INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT

Bulavin V. I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
2, Kyrpychova str., 61002, Kharkiv, Ukraine
E-mail: bulavin.viktor@gmail.com

The field of industrial wastewater treatment is currently undergoing a transformation marked by innovative approaches and advanced technologies. Wastewater is no longer viewed as a mere by-product; instead, it is recognized as a valuable resource waiting to be utilized. To this end, global practices focus on reducing and maximizing the use of various industrial wastes through the development of low and zero waste technologies. Nevertheless, 5500 km^3 of clean water is required annually for wastewater neutralization worldwide - three times more than for all other needs of mankind. This value is already 30% of the sustainable flow of all rivers of the globe [1].

The quality of wastewater generated at the industrial enterprises and the concentrations of pollutants in it are determined by many factors: the branch of industrial production and type of raw materials, mode of technological processes, possibilities of production waste utilization, specific water consumption per unit of production. Wastewater of most enterprises contains mineral and organic contaminants in various combinations. The diverse nature and composition of contaminants contained in wastewater requires different methods and facilities for their treatment and disinfection.

Currently used in the world practice methods of wastewater treatment depend on the nature and concentration of substances, which contained in them, on production peculiarities. These methods can be divided into the following [1]: mechanical; biological; chemical; physics-chemical; biochemical; disinfection.

Mechanical and biological treatment are applied mainly at municipal and general plant facilities, if the effluents contain mainly organic substances. Biological treatment of metals gives an inconsistent and unequal effect for different substances - from 0 to 90%.

Chemical methods of purification - coagulation and sedimentation, neutralization of acids and alkalis - are used more often in comparison with physics-chemical methods for removal of colloidal and suspended substances, compounds of the heaviest metals, neutralization of acids, alkalis and poisonous substances. The disadvantage of these methods is irretrievable loss of valuable metals, acids, alkalis. The treated wastewater cannot be reused due to high salt content.

Among the new methods used for wastewater treatment are membrane bioreactors, direct osmosis and electrocoagulation. Each targets specific pollutants for giving more environmentally friendly results.

Membrane bioreactor is a combination of conventional biological treatment and membrane separation realized on ultra- or microfiltration membranes. The pore size of such membranes ranges from 0.01 to 0.1 μm. This ensures almost complete removal of all suspended solids and microorganisms.

The advantage of membrane bioreactors compared to biological treatment is not only to provide better wastewater quality, but also their compactness and ease of automation. The wastewater after treatment contains low concentrations of bacteria, total

suspended solids, and reduced biochemical oxygen and phosphorus demand. Thus, high-level disinfection occurs. Wastewater after treatment with biomembrane technology can also be reused, e.g. for irrigation.

The direct osmosis method is gradually gaining popularity in the treatment of large volumes of wastewater, despite the relatively high cost of equipment. This method allows to obtain high quality water suitable for drinking, technical and household needs.

In addition, it lacks the main disadvantage of reverse osmosis method. When using the latter, it requires a fairly large flow rate of water, most of which goes down the drain, i.e. for irretrievable losses.

Electrocoagulation of water is an advanced technological direction of wastewater treatment and takes place in electrolyzes with soluble electrodes. The method of electrocoagulation of water shows excellent results in the treatment of process water from finely dispersed organic monomers and polymers, emulsions, petroleum products. Electrocoagulation is also used to clarify and reduce the color of natural waters; reduce the hardness of wastewater; removal of fluoride, arsenic, silicon, phosphates, chromates; pH correction of water systems and other purposes.

At present at the advanced wastewater treatment facilities in Germany modern methods of treatment are applied: continuous and periodic settling in baths, cementation, evaporation, flotation, adsorption by active carbon, electrodialysis, ion exchange, reverse osmosis.

In England the most modern methods of deep wastewater treatment are applied - reverse osmosis, active carbon, oxidation at high temperatures (3500ºC) and high pressure (20 MPa); sludge after removal is incinerated.

In Japan for wastewater treatment electrodialysis, hyperfiltration, magnetic filtration, ion exchange, adsorption on active carbon is used.

Thus, even in these countries at industrial enterprises it was not possible to provide full recovery of harmful substances and wastewater, although the residual amounts are small - about 1.0 -10 mg/l [1]. But even such insignificant residual concentrations of pollutants can significantly affect the environment.

The current level of science and technology development in the field of wastewater treatment indicates that both in the short-term and long-term prospects for the protection of water bodies from pollution by wastewater will remain in force the specified methods and directions of wastewater treatment and their combinations with each other, as the application of combined methods increases the probability of obtaining more reliable positive results.

References

1. Beskempirova A.M. Analyses of existing methods of wastewater treatment // OF International Research Center Endless “Light in science”, 2024. – Section ECOLOGY. – P. 35-42.

STUDY OF METHODS OF STRUCTURED BY EXCESS STRESSES IN PCM

Cherkashina G. M., Lebedev V. V., Kopylov S. O., Derius D. V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", 2 Kirpichova St., Kharkiv, Ukraine, 61002, annikcherkashina@gmail.com.ua

Polymer materials and composites based on them have found the widest application in the construction of aircraft, mechanical engineering, rocket engineering, construction, electrical engineering and other industries. Many products made of polymer composite materials successfully compete with products made of traditional structural materials due to their complex of physical and mechanical properties, especially considering their high specific (per unit weight) strength and rigidity, when creating aircraft. Studying the features of the mechanical behavior of polymer materials creates the necessary basis for their successful use for a variety of purposes. When studying the mechanical behavior of polymer materials, one should keep in mind the very strong dependence of all their properties on temperature. If a sufficiently wide temperature range is considered, then it becomes necessary to take into account possible transitions of the polymer material from one physical state to another, the so-called relaxation transitions. From the point of view of the features of the state of the structure, most polymers (with the exception of some materials capable of partially crystallizing) at any temperature are amorphous media, the characteristic response of which to mechanical action is largely determined by the physical (relaxation) state of the material at a given temperature.

There are three relaxation states inherent to polymers: viscous-flow, highly elastic, and glassy. The first chapter will examine in detail the features of these states, and here, for the sake of brevity, we will loosely define that in the viscous-flow state the material is a viscous liquid, in the highly elastic state it is a rubber-like solid (elastomer), and in the glassy state it is plastic.

Transitions from one state to another due to temperature changes are called relaxation transitions, and occur smoothly in a certain temperature range without changing the phase state, the structure of which remains amorphous, and without absorbing or releasing heat.

From the point of view of the mechanical behavior of amorphous polymers, the relaxation transition is most strongly manifested in a significant change in the relaxation spectrum of the material, both in the values of characteristic relaxation times (the values can change by orders of magnitude) and in the dependences of the distribution of relaxation times on temperature. As a result of the relaxation transition, for example, interesting phenomena of "freezing" or, conversely, "defrosting" of mechanical deformations can occur.

Thus, if a force is applied to a sample of a polymer material at a temperature corresponding to the highly elastic state of the material with relatively small relaxation times, then rapidly developing creep deformations will occur.

Residual stresses arising in a polymer material during curing and relaxation processes occurring during this affect the strength of polymer composite materials (PCM) and often determine the change in their operational properties over time. The causes of

residual stresses are: the presence of temperature gradients, differences in the coefficients of linear thermal expansion of the PCM components, shrinkage, microcracks, the method and mode of curing, etc.

Residual stresses in PCM cured in a high-frequency current field (HFC) and by convection heating were studied. The curing method has a significant effect on the nature of structural transformations and the degree of completion of relaxation processes. Thus, the use of HFC to form PCM products makes it possible to carry out uniform curing across the thickness of the material and obtain PCM with a homogeneous ordered structure. Curing was carried out as follows: by convection for 2 hours and in a high-frequency current field for 180 s. When the compound is heated, two competing processes occur: a decrease in the viscosity of the system, causing a decrease in residual stresses, and the crosslinking process. Residual stresses will decrease to the gel point, after which the crosslinking process will begin to prevail, causing a uniform increase in residual stresses.

Acrylic and epoxy acrylic compositions cured both by convection and in a high-frequency current field were studied. The following character of residual stress formation during curing is observed in acrylic compositions. The transition of residual stresses to the negative region is 0.5 MPa and 0.6 MPa for AST-T and KE-6 with convection heating and 1.0 MPa and 1.9 MPa in a high-frequency current field, respectively. For epoxy polymers, the residual stress value is from 5.5 MPa to 9.2 MPa. This indicates that acrylic polymers have limited segmental mobility compared to epoxy PCM. This fact is confirmed by the dynamic-mechanical characteristics, which show that the value of the G modulus in the glassy state is 1.11-1.61% higher than that of epoxy compounds. The difference in glass transition temperatures is 25 0C. In the epoxy acrylic composition KE-6, cured by the convection method, the residual stresses are higher than those of epoxy PCM, and when cured in high-frequency currents, they decrease and amount to 2.2 MPa.

Consequently, the value of residual stresses depends on the rate of relaxation processes, which, in turn, is due to the degree of curing and the structure of the polymer, the presence and nature of the plasticizer, and the conditions for the formation of the three-dimensional polymer network.

Later, filler - aluminum oxide, molybdenum disulfide and talc - was introduced into the studied binders. In filled PCMs, the value of residual stresses depends on the size and concentration of filler particles, differences in the physical properties of the polymer and filler and their interaction.

For the KE-6 compound, cured by the convection method and in the HFC field, the best of the tested fillers is aluminum oxide, which reduces the value of residual stresses by 43% and 51%, respectively.

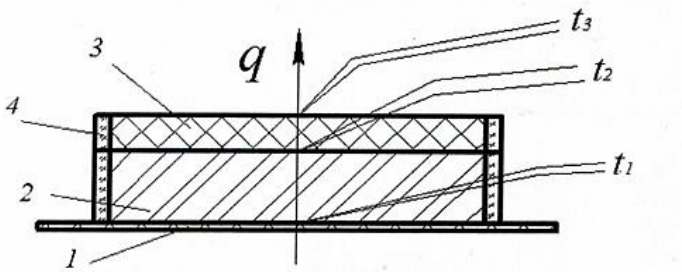
Thus, it can be said that the operational properties of PCMs structured in the HFC field are characterized by a higher level and higher stability compared to the properties of PCMs cured by the convection method.

MEASURING OF THERMAL CONDUCTIVITY IN RADIO-TECHNICAL CERAMICS

Hrebeniuk O. O., Kryvobok R. V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
2, Kirpichova St., Kharkiv, Ukraine, 61002, oleksandr.hrebeniuk@ihti.khpi.edu.ua

Thermal conductivity is an important characteristic of radio-technical ceramics, especially for radio-transparent and radio-absorbing materials, taking into account the high thermal loads that arise during the operation of high-speed aviation and rocket technology [1]. Commonly used method for it is described in [2] and was modified to the following.

The determination of ceramic samples' thermal conductivity was performed experimentally by measuring the temperature value on their horizontal surfaces, taking into account the thickness of heat sensor (δ_3) and the value of heat flow (q_3) passing through it. To determine the thermal conductivity coefficient of the sample, the heat gauge (the single-layer plate made of EPDM rubber) is used, which is placed on the sample's outer surface. The schematic diagram of the method is shown in fig. 1.



1 – aluminum plate, 2 – ceramic sample, 3 – heat sensor, 4 – thermal insulation
Fig. 1 – Schematic diagram of the of the thermal conductivity coefficient measuring method

Temperature values t_1, t_2, t_3 are measured by thermocouples of the XK K-5 which are characterized by the highest level of sensitivity and high thermoelectric stability up to 600 ºC. The thermoelectrodes of thermocouple were alternately connected to a digital electronic millivoltmeter, with the help of which the thermo-EMF is measured.

The heat flow passing through the heat gauge (q_3) was determined with the temperature difference on its inner and outer surfaces $\Delta t_{2\text{-}3} = t_2 - t_3$ taking into account the thickness of the plate (δ_3=4 mm) and its thermal conductivity (λ_3 =0.25 W/m·K) according to the formula

$$q_3 = \frac{t_2 - t_3}{\frac{\delta_3}{\lambda_3}}. \quad (1)$$

Since the side surfaces of the sample and the heat sensor are isolated, it can be assumed, that the temperature field in their contact zone, is uniform. This allows you

to calculate the amount of heat flow through the sample (q_2, W/m) according to the formula

$$q_2 = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta_2}{\lambda_2}}, \quad (2)$$

where δ_2 is the thickness of the sample, m;
λ_2 is the coefficient of sample's thermal conductivity, W/(m·K).

So, the formula for determining the sample thermal conductivity coefficient (λ_3) has the following form

$$\lambda_3 = \frac{\delta_3 \cdot q_3}{t_1 - t_2}, \quad (3)$$

where δ_3 is thickness of heat sensor, m;
q_3 is value of heat flow passing through heat sensor, W/m;
t_1 and t_2 are temperatures' values on the contact between sample and aluminum plate or heat sensor correspondingly.

Obtained values of samples' thermal conductivity were in range of 0.86÷0.97 W/(m·K). It should be noted, sample with the best mechanical and radio-electric properties also showed highest thermal conductivity. The best sample is characterized by fine-crystalline structure, comprised of targeted phase's solid solution with such composition $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Al_2Si_2O_8$ (barium-strontium anorthite). Increased firing temperature resulted in introduction of undesired phases (strontium aluminate $Sr_{0.2}Al_2O_3$ and high-temperature quartz), which led to deterioration of thermal conductivity as well as mechanical and radio-technical properties.

Reference:

1. Лісачук Г.В., Кривобок Р.В., Богданова К.Б., Захаров А.В. Електротехнічна кераміка на основі алюмосилікатів лужних та лужноземельних металів /. Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. 200 с.

2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Тепломасообмін» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня очної форми навчання спеціальності 144 – Теплоенергетика / Укл. Соколовська І.Є. - Кам'янське, ДДТУ, 2020. 36с.

ЗАЛУЧЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ ДО ВИРОБНИЦТВА ХІМІЧНО СТІЙКИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Артищенко Б. К., Григоров А. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002, Україна, URL: https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/ntu-hpi/kontakti/

Щорічно в Україні накопичується біля 40 тис. тон полімерних відходів, в морфологічному складі яких містяться поліетилени високої (HDPE) та низької (LDPE) густини (сумарно 35 %), поліетилентерефталат (PET) – 28 %, поліпропілен (PP) – 12% [1]. Значна кількість – понад 96 % цих полімерних відходів не переробляється, а накопичується на полігонах та сміттєзвалищах [2]. Це, здебільшого, пов'язано з відсутністю належного сортування полімерних відходів, порівняно низьким розвитком технологій їх переробки в інші продукти з високими споживчими властивостями, складностями у сфері логістики.

Накопичення полімерних відходів є шкідливим для навколишнього середовища процесом, зменшити інтенсивність якого можна за рахунок все більшого залучення полімерних відходів як сировини (вторинної) у виробництві різних конструкційних матеріалів. Такі матеріали сьогодні користуються значним попитом та є базою для розвитку виробничої інфраструктури [3]. Особливо цінними є матеріали, здатні чинити опір дії різних агресивних середовищ, зберігаючи свої вихідні властивості протягом тривалого часу експлуатації.

Функціювання підприємств нафтопереробної та нафтохімічної галузі України пов'язано з використанням різних кислот, лугів, продуктів їх нейтралізації тощо. Стійкість до дії цих речовин має першочергове значення при проектуванні систем водовідведення, ємностей для зберігання відходів виробництва (розчинів кислот, лугів, солей тощо) та вторинної вуглеводневої сировини (нафтові шлами, кислі гудрони, асфальти деасфальтизації, відпрацьовані змащувальні оливи та пластичні мастила), що у перспективі може повертатися до технологічного процесу виробництва. Стійкість полімерів до дії означених речовин [4] дає змогу їх використання в якості основного компоненту у складі хімічно стійких композиційних матеріалів (ХСКМ). Принципова схема отримання ХСКМ представлена на рис. 1.

Згідно цієї схеми, першим етапом є визначення сировинних компонентів, які здатні забезпечити бажані властивості ХСКМ, зумовлюють технологічні режими (температуру процесу, його тривалість, використання перемішуючих пристроїв) та апаратне оформлення схем виробництва.

Наступним етапом у виробництві ХСКМ виступає попередня підготовка визначених сировинних компонентів. Так, для полімерів (HDPE, LDPE, PET, PP) – це сортування, промивка, просушка, подрібнення; для наповнювачів (пісок, глина, використані адсорбенти, золошлак) – подрібнення та просушка; для добавок (відпрацьовані нафтопродукти, нафтові залишки та барвники) – очистка та осушка.

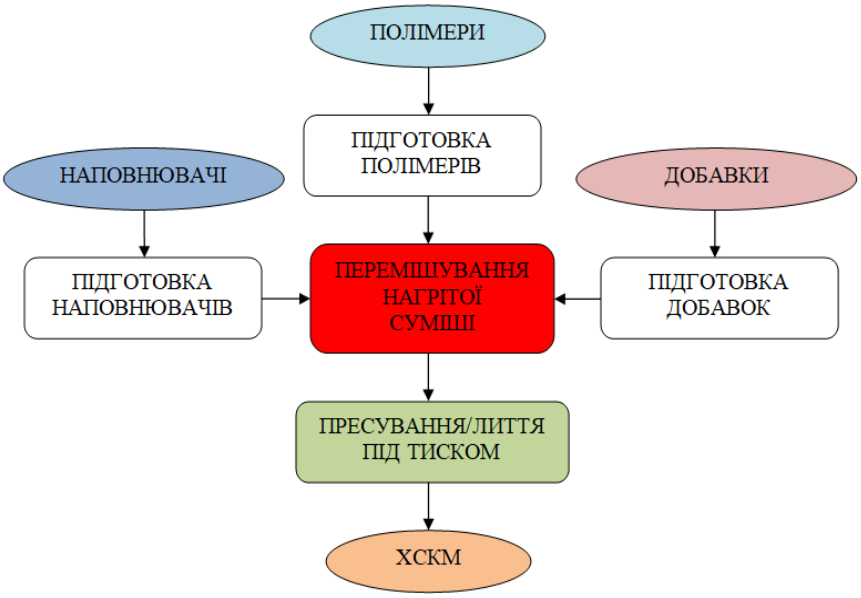


Рис. 1 – Принципова схема отримання ХСКМ

В якості наступного етапу виробництва виступає перемішування нагрітої суміші. З метою мінімізації енергетичних витрат температура цього етапу буде визначатися згідно температури плавлення полімерів – вона повинна бути на 10-15°С вище за температуру плавлення полімеру. Саме перемішування інших компонентів в розплаві полімеру дозволяє отримати рівномірно розподілену, міцну структуру ХСКМ.

Завершальним етапом запропонованої технології виробництва ХСКМ, в залежності від форми та галузі застосування виробу, виступає або пресування гарячої суміші за допомогою гідравлічного пресу (тиск пресування понад 10 МПа), або лиття під тиском.

Підсумовуючи наведену інформацію зазначимо, що розглядаючи полімерні відходи в якості вторинної сировини, можна значно розширити сировинну базу технологічного процесу, покращити екологічну ситуацію в Україні, знизити виробничі витрати за рахунок використання дешевої сировини та отримати ХСКМ, які здатні зберігати свої вихідні властивості протягом тривалого часу.

Список літератури:

1. Т. А. Сафранов, В. Ю. Приходько, В. І. Михайленко. Відходи пластикових матеріалів: оцінка утворення та поводження в регіонах північно-західного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №31, 122-130.

2. Михайлова Є.О. Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства. *Технології захисту навколишнього середовища.* 2020. Том 4. Вип. 157, С.109-121.

3. Бодрова Л.Г., Крамар Г.М., Ковальчук Я.О., Коваль І.В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство: Навчальний посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 157 с.

4. Солодка Л. М., Побігай Г. А., Бурбан А. Ф. Хімія та фізико-хімія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Київ : Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2014. 122 с.

МЕТОДИ ТА ШЛЯХИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ЗНИЖЕННІ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРОЦЕСІВ ВИПАРЮВАННЯ

Биканов С. М.[1)], Горбунов К. О.[2)], Селіхов Ю. А.[3)], Гапонова О. О.[4)]
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна
[1)]sergiobyk1980@gmail.com, [2)]gor.kona2016@gmail.com,
[3)]syua2016@ukr.net, [4)]gaponova.czn@gmail.com

Процеси випарювання посідають значне місце в хімічних, харчових, видобувних та переробних технологіях. Випарювання застосовують для концентрування водних розчинів солей із подальшою кристалізацією при виробництві мінеральних солей і добрив, наприклад: аміачної селітри, сульфату амонію, кухонної солі та ін., для одержання висококонцентрованих продуктів, наприклад: при переробці молока, одержанні сиропів, томатної пасти та ін., для опріснення морської види і для вилучення з неї корисних речовин, а також в інших виробництвах.

Оскільки процеси випарювання пов’язані із великими витратами енергії, актуальною є задача зменшення і мінімізація енергетичних витрат при проведення випарювання. Рішення цієї задачі може бути досягнуто декількома методами. Перший полягає у використовуванні багатокорпусних випарних установок, в яких вторинний пар попереднього корпусу використовується як гріючий для наступного. Це ефективне рішення набуло широкого використання. Другий метод полягає в ретельній теплові ізоляції, щоб зменшити втрати тепла в довкілля. Застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів, звісно, сприятиме зменшенню енерговитрат. Третій метод полягає у вдосконаленні конструкції самих випарних апаратів. Завдяки цьому зростає інтенсивність процесу випарювання, збільшується коефіцієнти тепловіддачі і теплопередачі, що дає не тільки економію енергії на випарювання, но і зменшує поверхню теплообміну випарного апарата. Роботи в цьому напрямку велися в різних напрямках. Наприклад, одним із рішень є конструювання випарних апаратів із пластинчастою гріючою камерою. Як відомо, у традиційних випарних апаратів грюча камера фактично представляє собою кожухотрубчастий теплообмінник, в якому розчин що упаюється подається в труби, а гріючий пар у міжтрубний простір. Застосування пластинчастих елементів замість труб інтенсифікує процеси випарювання. Наприклад, в роботі [1] представлено конструктивні рішення що до реалізації випарних апаратів із пластинчастими гріючими елементами. Роботи у цьому напрямку проводились за участю проф. Данилова Ю.Б. і мали результати, які підкріплені авторськими свідоцтвами.

Ще одним шляхом вирішення проблеми є оптимізація системи теплообміну на підприємствах. Один із методів здійснення такої складної задачі є метод пінч-аналізу [2]. Як зазначалось в матеріалах конференції [3], розвиток цього методу пов'язаний із іменами таких вчених як Сміт Р., Клемеш Й., Товажнянський Л.Л., Капустенко П.О., Уль'єв Л.М., Болдирєв С.О., Тарновський М.В.. Цей метод спочатку набув використання в нафтопереробній галузі, на підприємствах нафтогазової промисловості. Згодом, цей метод застосувався і для теплової інтеграції

процесів випарювання. Наприклад, в роботі [4] за допомогою метода пінч-аналізу здійснено теплову інтеграцію цукрового заводу, де, як відомо, процес випарювання є важливою технологічною операцією. Відзначено, що реалізація цього проекту забезпечить зниження споживання тепла до 16 %.

В роботі [5] застосовано метод пінч-аналізу для проведення теплової інтеграції процесу випарювання хлориду магнію. При цьому за основу було взято принципову схему випарної установки із двох корпусів. Витрату гріючої пари, згідно розрахунків зменшиться на 23 % у порівнянні із принциповою схемою, термін окупності від 1,5 до 2 років.

Використання методу пінч-аналізу передбачає визначення теплового навантаження потоків, яке визначається за формулою: $\Delta H=G\cdot C\cdot(T_S-T_T)=CP\cdot\Delta T$. Витрати, температури та теплоємкість потоків при проектуванні зазвичай розраховуються. При аналізі існуючих виробництв ді дані беруться із технологічних листів або безпосередньо вимірюються на виробництві. Слід зауважити, що вимірювання потоків на виробництвах часто відбувається у об'ємних витратах, тоді як для розрахунків потрібна масова витрата. При перерахунку від об'ємної до масової витрати слід обов'язково враховувати залежність щільності речовин від температури.

Для випарної установки, що містить три корпуси застосовано метод пінч-аналізу [6]. Витрату гріючого пара зменшено на 1562 кВт у порівнянні із принциповою схемою. Проаналізовано складові криві для різних значень ΔT_{min} і визначено, що при $\Delta T_{min}<11,7$ це є порогова задача.

Список літератури:

1. Данилов Ю.Б., Биканов С.М., Гапонова О.А., Нагорний А.О., Русинов О.І. Інтенсивні і енергозберігаючі випарні апарати із пластинчастою гріючою камерою.. // Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2018 – № 35. Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія – С. 38-44.

2. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянський Л.Л., Капустенко П.О., Уль'єв Л.М. Основи інтеграції теплових процесів. – Харків: НТУ «ХПИ», 2000. – 457 с.

3. Биканов С.М., Горбунов К.О., Бабак Т.Г. / Застосування методу пінч-аналізу в процесах нафтогазової промисловості. // Сучасні технології переробки пальних копалин. Тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції. Державне підприємство «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)», 11-12 квітня 2023р. Харків 2023. Секція 2, С.92-94.

4. Товажнянський Л.Л., Капустенко П.О., Уль'єв Л.М., Болдирєв С.О. Покращення теплової інтеграції на цукрових заводах. // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків. – НТУ «ХПІ». – 2002. – №2. – С.11-16.

5. Биканов С.М., Бабак Т.Г., Данилов Ю.Б., Биканова В.В. Застосування методу пінч-аналізу при проведенні теплової інтеграції процесу випарювання хлориду магнію. // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків – НТУ «ХПИ».– 2020.– №1.– С. 13-21.

6. Бабак Т.Г., Быканов С.Н., Соловей Л.В., Ус В.А. Оптимизация потребления энергоносителей в процессе выпаривания водного раствора гидроксида натрия. // Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, 2018. – №40 (1316). – С. 33–38.

РОЗРОБКА АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Білецький Е. В.[1)], Петренко О. В.[2)]

[1)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»», вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна, e-mail: eduard.bileckyj@khpi.edu.ua

[2)]Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, Харків 61002, Україна, e-mail: petrenkoolena23@gmail.com

Більшість процесів хімічної, харчової та переробної промисловості присвячено вирішенню проблем удосконалення та надання нових якостей хімічним, харчовим продуктам при одночасному зменшенні енерговитрат.

Основні технології в промисловості пов'язані з рухом складних дисперсних систем, більшість з яких є неньютонівськими рідинами. Течії рідин із малими значеннями в’язкості знаходять застосування, як проміжні теплоносії, в оболонках теплових апаратів. Як правило, рух рідини з великою в’язкістю відбувається у каналах робочих камер різноманітних хіміко-технологічних машин і залежить від багатьох параметрів, а саме: тиску, витрати, швидкості зрушення, температури, ступеня перемішування, дисперсності та ін. Таким чином, 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.

Особливості переробки в’язких матеріалів насамперед пов’язані з їх реологічними властивостями . У хімічній та харчовій технологіях відома велика кількість феноменологічних реологічних моделей, які описують особливості нелінійних матеріалів за допомогою різноманітних рівнянь стану. Переважна більшість цих параметрів визначаються станом різноманітних реологічних властивостей матеріалів [1].

Як правило, закон стану матеріалів встановлюється в ході проведення експериментальних досліджень, а отримані результати враховуються при проведені подальших технологій. Цей підхід має безперечну перевагу так , як існує тісний зв’язок між конкретним матеріалом та моделлю його реологічної поведінки, але є і недолік - незначна методологічна складова такої моделі. Проте є інший шлях, де базова реологічна модель матеріалу використовується як початкова, а дані експериментальних досліджень накладаються на результати теоретичних розрахунків. Розбіжності між експериментальними і розрахунковими результатами коригуються додатковими елементами, що ускладнюють початкову модель.

Крім цього, важливе значення має вибір методів моделювання, які можна поділити на чисельні та аналітичні. Вибір методу залежить від мети і характеру задачі. Особливістю чисельного методу є більш висока точність отриманих результатів, але при цьому цей метод має невелику наочність й не дає повного розуміння впливу всіх факторів та параметрів на протікання процесу. Аналітичний метод має навпаки невелику точність отриманих результатів, але є більш наочним, дозволяє ширше, досконаліше розглянути функціональний зв’язок між всіма параметрами процесу, встановити границі змін значень факторів. Як

правило аналітичний метод застосовують для опису рамочної моделі течії, який пропонує загально методологічний підхід для вирішення задачі. Але складність реологічних моделей, яка є наслідком великої різноманітності поведінки матеріалу, є суттєвою перешкодою при розробці нових енергоефективних технологій і потребує значних фінансових і часових витрат.

Таким чином, сучасні дослідження у сфері реології неньютонівських матеріалів потребують комплексного підходу до вивчення основних закономірностей течії неньютонівських рідин у каналах різної геометрії з отриманням аналітичних моделей, які дозволяють визначити оптимальні параметри при розробці нових ресурсозберігаючих процесів та апаратів.

Для вирішення поставлених задач було запропоновано нові теоретичні методи моделювання течії неньютонівських рідин у трубах і каналах базової геометрії із границями, що рухаються або з різницею тисків на кінцях каналу.

Запропоновано метод суперпозиції, який дозволяє звести рішення задач течії більшої розмірності до рішення задач меншої розмірності таким чином, що для відновлення тривимірного поля течії достатньо вирішити задачу в одному вимірі [1]. Сутність запропонованого методу зводиться до вираження компонентів тензора напруження рідини через єдиний компонент. При цьому вважається, що границі каналу є рухомими і течія може відбуватися як у повздовжньому, так і поперечному напрямках каналу. Канал, що розглядається, вважається стандартним, тобто має прямокутний поперечний переріз. Течії в каналах характеризуються величинами швидкості й тиску в кожній точці ділянки течії [1].

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. Аналітичний метод дозволяє дослідити основні реодинамічні процеси з урахуванням більшості функціональних зв’язків між основними макродинамічними та макрокінетичними параметрами течії неньютонівських матеріалів у каналах хіміко-технологічного обладнання і може бути застосований для опису різних видів неньютонівських течій [2].

Список літератури:

1. Товажнянський Л. Л., Білецький Е.В., Толчинський Ю. А.Моделювання течій неньютонівських рідин у каналах базової геометрії. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. 319 с.

2. Petrenko E. Modeling of the viscoplastic flow of a bingam fluid with transverse circulation in a rectangular channel of a worm machine / E. *Petrenko* E. Biletsky, D. Semeniuk // Journal of Chemistry and Technologies. 2019. 27(2). P. 550-560.

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОГО ВИКОРИСТАННЯ КОКСОВОГО ПИЛУ

Борисенко М. О., Сінкевич І. В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова 2, Харків 61002, Україна, iryna.sinkevych@khpi.edu.ua

Коксовий пил відноситься до числа наймасовіших (понад 350 г/т коксу) відходів коксохімічного виробництва, який утворюється в наслідок вивітрювання коксу під час його примусового охолодження – тушіння.

Утворений коксовий пил, чинить негативний вплив на здоров'я працюючого персоналу (граничнодопустима концентрація коксового пилу у повітрі робочої зони – 6 мг/м^3) та в рамках впровадження на коксохімічних підприємствах України політики підвищення техногенної безпеки, підлягає вловлюванню (вловлювання відбувається аспіраційними системами до складу яких, входять сухі і мокрі пиловловлювачі) та подальшій утилізації.

За обсягами утворення такі відходи виробництва як коксовий пил можна розглядати як перспективну промислову сировину. Хоча в внаслідок своєї дисперсності, високої зольності, складності з розвантаженням і транспортуванням коксовий пил, на сьогоднішній день, практично не має промислового використання в Україні.

Однак, на підставі хімічного складу та властивостей коксового пилу, можна виділити основні перспективні напрямки його використання у промисловості, які представлені на рис. 1.

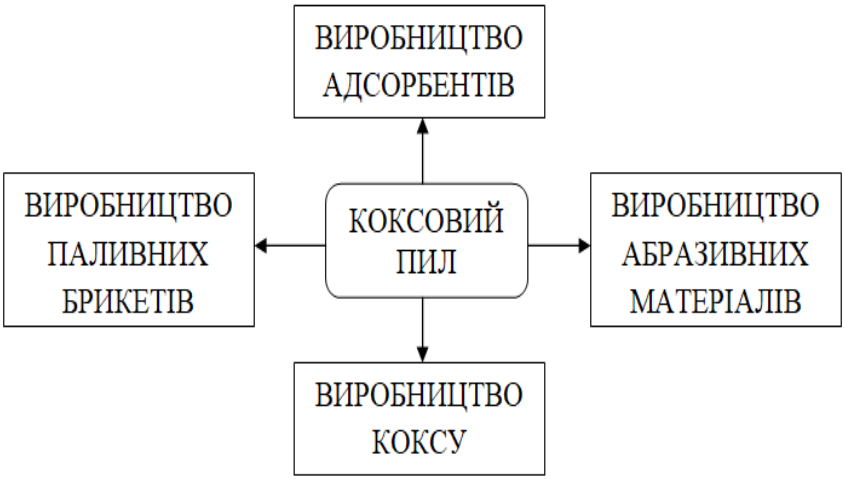


Рис. 1 – Перспективні напрямки використання коксового пилу

Технології виробництва твердого палива у вигляді паливних брикетів, сьогодні переживають свій бурний розвиток, що пов'язано, насамперед, з проблемами гострого дефіциту енергоресурсів. Такий вид палива, використовується в якості побутового/промислового палива та може вироблятися за технологіями брикетування або термобрикетування. Означені технології реалізуються при високих тисках (понад 1,5 МПа) та з використанням зв'язуючого матеріалу [1].

Використання коксового пилу як основного компонента паливного брикету є оправданим з огляду на його властивості, зокрема зольність (до 10 %), вміст сірки (до 0,5 %) та теплоту згоряння (до 37 500 кДж/кг).

Залучення коксового пилу до технологічного процесу виробництва доменного коксу може здійснюватися шляхом використання технології трамбування шихти або після його збагачення, наприклад, масляною агломерацією [2]. Отриманий концентрат у кількості до 1-2 % використовується у якості пісної добавки до вугільної шихти. Також, задля економії вугілля, в якості добавки (від 3 % до 5 %) до вугільної шихти, виступають брикети на основі відходів пластику (подроблені ПЕТ пляшками, вироби з полістиролу та ПХВ і поліетиленові плівки) і коксового пилу [3].

Виробництво адсорбентів з коксового пилу передбачає сірчанокислотну термообробку останнього. Отриманий продукт доцільно використовувати для очистки рідких малов'язких вуглеводнів.

Найбільш маловивчений, у порівнянні з наведеними вище напрямками використання коксового пилу, є напрямок, що спрямований на виробництво абразивних матеріалів. Відомо, що кокс, внаслідок своєї міцності, володіє певною величиною абразивної здатності, яка зумовлює його негативний вплив на заводське обладнання (наприклад, деталі та вузли конвеєрного і дробильного обладнання). Зрозуміло, що коксовий пил, як і кокс, з якого він утворюється, володіє певною абразивною здатністю. Чим вище міцність коксового пилу, то більшою абразивною здатністю він володіє. Коксовий пил відноситься до тонкодисперсних матеріалів (розмір зерен від 100-400 мкм). Враховуючи, що абразивну здатність матеріалу можна регулювати крупністю його зерен, тоді на базі додатково подрібненого коксового пилу (наприклад, до розмірів 0-100 мкм, 100-200 мкм та 200-400 мкм) можна отримувати різні класи абразивних матеріалів: грубі, середні, тонкі, особливо тонкі.

Таким чином, використання такого крупнотонажного відходу виробництва як коксовий пил у виробництві абразивних матеріалів різного функціонального призначення (відрізні та шліфувальні круги; бруски; стрічки; наждачний папір та пасти) має значну перспективу, яка пов'язана з реалізацією політики підвищення техногенної безпеки на підприємства коксохімічної галузі України та отриманням матеріалу, що користується значним попитом при проведенні ремонтних та пускових робіт на означених підприємствах.

Список літератури:

1. Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В., Білецькнй В.С. Основи хімії і фізики горючих копалин: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: «Новий Світ-2000», 2019. 372 с

2. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина ІІІ. Заключні процеси. — Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2019. 232 с.

3. Кравець, В., Міхєєнко, В. Розробка технології утилізації твердих відходів у коксових печах. Екологічна безпека та природокористування. 2022. №41(1), С. 44-55.

ВИРОБНИЦТВО ІЗОЛЮЮЧИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ НАФТО- ТА ГАЗОПРОВОДІВ НА БАЗІ ФРАКЦІЇ КИСЛОГО ГУДРОНУ

Гаіпов А. Я., Григоров А. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків 61002, URL: https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/ntu-hpi/kontakti/

Кислий гудрон відноситься до числа найнебезпечніших відходів, що утворюються під час технологічного процесу очистки нафтопродуктів від смолисто-асфальтенових речовин [1]. Внаслідок вмісту в його складі до 40 % вільної сірчаної кислоти виникають складності з його утилізацією, що у остаточному підсумку призвело до накопичення значних обсягів цього небезпечного продукту, який зберігається у відкритих ставках та чинить негативний вплив на довкілля [2]. Отже, питання щодо утилізації кислого гудрону є актуальним та потребує свого негайного вирішення, яке полягає у його очищенні та технологічній переробці в товарні нафтопродукти, зокрема ізоляційні вуглеводневі матеріали (ІВМ) для захисту нафто- та газопроводів. Схема виробництва ІВМ на базі вуглеводневої фракції кислого гудрону представлена на рис. 1.

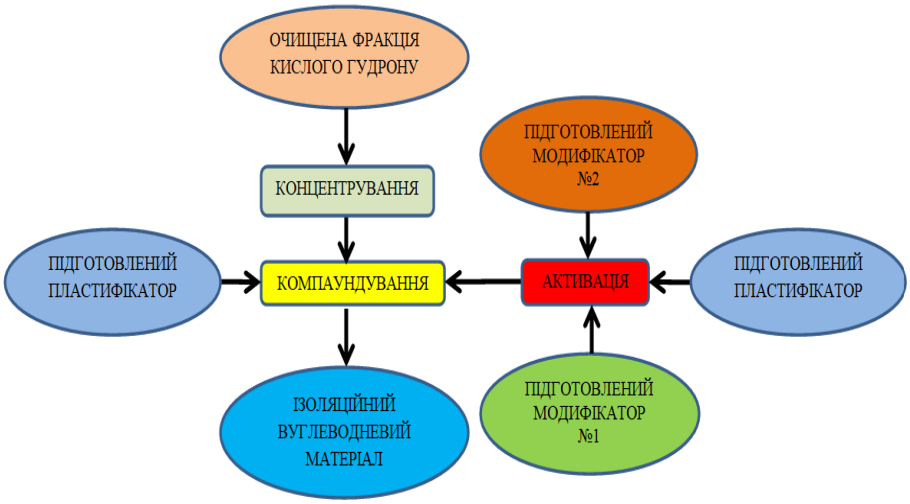


Рис. 1 – Схема виробництва ІВМ

За наведеною схемою очищена фракція кислого гудрону (очищення полягає в нейтралізації кислих компонентів 20-25 % розчином NaOH з подальшим зневодненням та дешламацією у центрифузі при швидкості обертання ротору 3000-5000 об/хв. та температурі 60-85 °С) підлягає концентруванню (до температури початку кипіння 200 °С, 250 °С, 300 °С або 350 °С), яке дозволяє знизити вміст летких вуглеводневих фракцій в кінцевому продукті, які, у свою чергу, є баластом у виробництві ІВМ та підвищують його пожежо- та вибухонебезпечність [3].

Далі відбувається стадія активації підготовленого (промитого, просушеного та подрібненого) модифікатора (модифікатор №1), зокрема твердого полімеру,

представленого LDPE та PP. Процес активації полімерного модифікатора заснований на властивості полімерів окиснюватися киснем повітря (Vпов.=0,0020-0,0025 $м^3$/хв.) при температурах 200-220 °С. При цьому, відбувається часткова деструкція полімерного ланцюга та утворення альдегідів, кетонів, карбонових кислот або їх ефірів. Ці продукти мають підвищену реакційну здатність, внаслідок чого можуть вступати в реакції з іншими вуглеводнями основи і пластифікатора [4]. Тому ця стадія хоча і характеризується підвищеними енерговитратами, але дозволяє отримувати продукт з міцною структурою та підвищеним рівнем експлуатаційних властивостей. Продуктом активації полімерного модифікатора шляхом термоокислювальної деструкції є так званий «окиснений полімерний віск», який містить кисневмісні функціональні групи.

Активація іншого модифікатора (модифікатор №2), зокрема крихти відпрацьованих автомобільних шин (ВАШ), відбувається шляхом його девулканізації при температурах 160-200 °С. Девулканізація дозволяє зруйнувати сітки поперечних сульфідних та полісульфідних зв'язків (C-S-C, C-S-S-C і C-Sx-C) в каучукових еластомерах, що дозволяє отримувати модифікатор, який здатен знижувати температуру крихкості, підвищувати температуру розм'якшення та еластичність ІВМ.

Наступна стадія – компаундування; в тих випадках, коли для цього використовують кип'ятіння модифікаторів в середовищі вуглеводневої основи, проходить при температурах понад 200 °С; в випадках, коли використовують механічний перемішуючий пристрій – мішалку лопатевого типу (швидкість обертання 500-1000 об/хв.) – при порівняно низьких температурах 150-180 °С протягом 30 хв. Температурний інтервал компаундування обрано з огляду на температури плавлення полімерних модифікаторів задля їх переведення у в'язкісно-плинний стан, що сприятиме інтенсифікації процесу компаундування.

Таким чином, використовуючи запропоновану технологію виробництва ІВМ можна досягти зниження собівартості виробництва, отримати продукт високого рівня експлуатаційних властивостей, утилізувати небезпечні продукти виробництва.

Список літератури:

1. Станкевич С.В., Головань Л.В., Білецький Є.М., Тітова А.Є., Меленті В.О. Управління та рекуперація відходів: навч. посіб. Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2020. 134 с.

2. Vasyl V. Popovych, Myroslav S Malovanyy, Olexsandr V Prydatko, Nataliya P Popovych. Technogenic impact of acid tar storage ponds on the environment: a case study from Lviv, Ukraine. *Ecologia balkanica.* 2021. Vol. 13, Issue 1, pp. 35-44.

3. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: підручник. Х.: НУЦЗУ, 2014. 378 с.

4. Кузьменко М. Я., Бурмістр М. В., Кобельчук Ю. М. Технологія виробництва та перероблення високомолекулярних сполук : підручник. Кн. 2. Синтетичні смоли та полімери (синтез, властивості, застосування). Дніпропетровськ : ДВНЗ «Укр. держ. хім.-технол. ун-т», 2015. 489 с.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ТЕПЛА БЛОКУ ПІДІГРІВУ СИРОЇ НАФТИ З МЕТОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ

Гарєв Л. А., Ведь В. Є., Рябова І.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2; valeriy.ved@khpi.edu.ua; mysterion7m@gmail.com; iryna.riabova@khpi.edu.ua

Питання оптимізації теплообміну в складних теплообмінних системах нафтопереробних підприємств є завжди актуальним з точки зори підвищення енергоефективності роботи обладнання, скорочення вартості енергоресурсів та викидів вуглекислих газів в атмосферу.

В сучасних умовах і в перспективі один із головних шляхів підвищення економічності енергоустановок – удосконалення теплообмінного обладнання з впровадженням ефективних способів інтенсифікації теплообміну. Завдяки інтенсифікації теплообміну збільшується кількість тепла, що передається через одиницю поверхні теплообміну, та відповідно зменшуються конструктивні показники теплообмінника, досягається покращене співвідношення між кількістю тепла, що передається та енергію, яка витрачається на прокачування теплоносіїв.

В більшості випадків інтенсифікація процесів теплопередачі пов'язана зі зростанням гідравлічного опору теплообмінника або додатковими витратами енергії, яка може бути витрачена для інтенсифікації теплообміну, наприклад, генерацією пульсації тиску в потоці. При розробці теплообмінного обладнання використовується досить широкий перелік способів інтенсифікації, деякі з них є для теплоенергетики традиційними: використання турбулентного режиму перебігу теплоносіїв; зменшення діаметра каналів; тісні пучки труб; підвищення швидкості перебігу середовищ; ребра поверхні теплообміну; застосування турбулізаторів потоків теплоносіїв; використання шорстких поверхонь теплообміну; закручування потоків теплоносіїв; застосування коротких каналів та переривчастих поверхонь теплообміну; нахил трубного пучка при конденсації пари на трубах; плівковий перебіг середовища поверхнею теплообміну; використання криволінійних каналів; застосування псевдозрідженого шару; влаштування поперечних перегородок у трубному пучку. Ефективні технічні рішення щодо вдосконалення теплообмінного обладнання збільшують енергоефективність промислових установок.

Існують різні методи оптимізації теплообміну в рекуперативних системах. Добре відомий системний підхід, який базується на методі теплової інтеграції – Пінч-Аналіз та його подальші методологічні модифікації. Даний метод ефективно використовується для проектів масштабної реконструкції, в яких швидка окупність проекту досягається за рахунок додавання нових теплообмінників, використання нових більш ефективних типів обладнання. На практиці це може бути ускладнене великим об’ємом капітальних витрат на реконструкцію з урахуванням проектування нових трубопроводів, фундаментів, браку часу в міжремонтний період та іншими факторами.

Для впровадження рішень, які дозволять відносно швидко покращити параметри роботи теплообмінного обладнання при невеликих капітальних, зокрема кожухотрубних апаратів, можуть бути застосовані методи покращення теплообміну, які базуються на використанні різних видів інтенсифікаторів теплопередачі як трубок, так і для корпусу. Ці рішення активно досліджуються та впроваджуються розробниками для нафтопереробної та інших промислових галузей.

На першому етапі реалізації процесу дослідження можливостей інтенсифікації теплообміну була побудована розрахункова модель первинного підігріву нафти перед ректифікаційною колоною дегазації та часткового відбензинування в програмному середовищі UnisimDesign. Для створення моделі хіміко-технологічної системи були зібрані та проаналізовані дані існуючої щодо робочих параметрів технологічних потоків, фракційного складу та фізико-хімічних властивостей нафти, нафтопродуктів. Електронний архів даних щодо основних параметрів потоків - температура, тиск, витрата був підібраний в діапазоні мінімального, середнього та максимального завантажень установки.

Теплообмінне обладнання установки за конструкцією є кожухотрубними з плаваючою головкою з кількістю ходів від 2 до 4 в однокорпусним та двокорпусним виконанні. Паспортні дані апаратів були внесені в модель при відповідному режиму розрахунку з урахуванням факторів забрудненості для нафти та нафтопродуктів.

В результаті розробки моделі були отримані первинні дані щодо збіжності моделі існуючим режимам роботи системи підігріву нафти до установки зневоднення та знесолення та після неї. Фактором перевірки подібності моделі до існуючого процесу були визначені значення початкових та цільових температур холодних та гарячих потоків, різниця температур по трубному та міжтрубному простіру, температури сирої нафти перед установкою знесолення та зневоднення та після неї, температура загального потоку нафти перед ректифікаційною колоною. Визначені співвідношення витрат нафти по трубопровідних гілках системи, які по факту не вимірюються. Збіжність моделі коливається в діапазоні від 2-5% при різних варіантах завантажень установки.

На наступних етапах досліджень планується продовжити роботу щодо вдосконалення моделі теплообміну з застосуванням новітніх методів інтенсифікації, покращенням топології схеми. Основним цільовим фактором енергоефективності є збільшення температури нафти перед ректифікаційною колоною, що забезпечить зниження навантаження на технологічну піч підігріву куба колони.

ГІРСЬКИЙ ВОСК З БУРОГО ВУГІЛЛЯ АЛЕКСАНДРІЙСЬКОГО РОДОВИЩА ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Грубник М. І., Лаврова І. О., Грубник В. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2; Inna.Lavrova@khpi.edu.ua

Сирий гірський віск (монтан-віск або бітум А), видобуваний екстракцією органічними розчинниками (бензин, спиртобензольна суміш, чистий бензол та інші) з бітумінозного бурого вугілля, – складна суміш природних восків і воскових смол.

В даний час найбільший виробник восків у світі – Німеччина – випускає до 50 тис. т восків на рік, що становить понад 80% світового виробництва. Гірський віск та його модифікації мають ряд цінних властивостей (волого- та кислотостійкість, низька електропровідність та ін.) і є незамінними при виготовленні полірующих та захисних композицій для різних покриттів, у паперовій, шкіряній промисловості, у косметиці, медицині, у побутовій хімії та багатьох інших областях.

Вважається, що для прийнятної економічної ефективності процесу сировина повинна мати бітумінозність вище 6-6,5%. Серед вітчизняних родовищ бурого вугілля таким вимогам відповідає Александрійське буровугільне. Характеристики гірського воску, отриманого у лабораторних умовах з вугілля цього басейну екстракцією бензино-бензольною сумішшю в горизонтальному екстракторі багаторазового занурення наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Характеристики екстрагованого гірського воску і параметри процесу

Показники	Температура екстракції, ºС	
	68	70
Режимно-технологічні параметри		
Співвідношення вугілля : розчинник	1 : 5	1 : 6
Час екстракції, хв.	15	20
Характеристика сировини і продукту		
Вміст вологи в бурому вугіллі, %	12	17
Вихід бітуму з сухого вугілля, %	7,0	8,2
Фракційний склад вугілля, мм	0,2 – 1,9	0,2 – 2,5
Вихід воску, % від ресурсу	72	84
Температура краплепадіння, ºС	82	84
Кількість неомилюваних сполук воску, %	19	20

Технологічний процес отримання восків зводиться до дроблення вугілля до фракції крупністю 0,1-3,5 мм, наступному сушінні до залишкової вологості ~20%, обробці вугілля розчинником (бензином або бензолом) і відгону

розчинника з одержанням цільового товарного продукту. Проекстраговане вугілля після пропарювання може прямувати на брикетування або використовуватись в енергетиці.

Перспективні екстракти можна отримати із попередньо проалкільованого вугілля. Для бурого вугілля характерна невпорядкованість структури та підвищений вміст кисневмісних функціональних груп. Алкілювання спиртами кисневмісних функціональних груп є ефективним способом руйнування міжмолекулярних взаємодій в органічній масі твердих горючих копалин та збільшення їх розчинності за м'яких умов ведення процесу.

Алкілювання вугілля проводиться н-бутанолом у присутності н-гептану та ортофосфорної кислоти (w=79.9%, ρ= 1.626 г/см^3) при температурі кипіння суміші 98-103 ºС. По завершенні процесу з вугільної маси, що залишилася, спиртобензолом (1:1) за методом Грефе, екстрагуються залишкові воски та смоли.

В результаті реального експерименту (5 г вугілля; 69.75 мл н-бутанолу, н-гептану 100 мл, 9.8% (18.3 мл) ортофосфорної кислоти, тривалість процесу алкілування 6 год), середній вихід (на горючу масу вугілля) склав: бітумів ≈ 44%, восків ≈ 16.7 %, смол ≈ 27.3 % (табл.2). Розбіжність реального експерименту з розрахунковим значенням знаходиться в межах рівня значущості α = 0.05

Таблиця 2 – Результати лабораторного алкілювання.

№ експ.	Вміст, %		
	Воски	Смоли	Сумарно бітуму А
1	16,5	27,5	44
2	16,7	27,3	44
3	17	27,3	44,3

У бітумах та їх фракціях, отриманих з алкільованого під впливом ультразвуку бурого вугілля, з найбільшим відносним вмістом ідентифіковані жирні карбонові кислоти представлені у вигляді бутилових етерів. Серед речовин, ідентифікованих у цих фракціях, присутні такі біологічно активні речовини, як: Sugiol – метаболіт рослин, має противірусну та протипухлинну активність; Ferruginol – метаболіт рослин, має протипухлинні властивості, антибактеріальну активність. Деякі дослідники відмічають, що ця речовина демонструє зменшення пухлини товстої кишки, молочної залози, легень та зменшення кількості трансформованих онкогенами клітин. Behenic alcohol – має противірусну активність; Lupeol – метаболіт рослин, має протипухлинну і протизапальною дію; Betulin – має противірусну активність, властивості анальгетика, протизапальну та протипухлинну дію. Також варто зазначити, що елюювання етанолом дозволило витягти ряд фракції з високим відносним вмістом Oleic acid – до 75.8%, яка також є БАР.

СТВОРЕННЯ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННИХ ПОЛІАМІДІВ (КОРОТКИЙ ОГЛЯД)

Єкимов Є. С., Пурис В. В., Лебедєв В. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова,2, e-mail vladimirlebedev1980@ukr.net

Сучасна ситуація у сфері переробки полімерних відходів вимагає пошуку ефективного рішення поводження з полімерними відходами [1]. Розробка ефективних технологій вторинної переробки полімерів і пластиків сприяє збереженню природних ресурсів [2,3]. Це пояснюється тим, що полімерні матеріали отримують з нафти і газу, а в умовах дефіциту полімерної сировини полімеровмісні відходи стають потужним сировинним та енергетичним ресурсом. Тому переробка полімерних відходів може стати високорентабельним видом економічної діяльності, в тому числі легкої промисловості, і забезпечить покращення екологічної ситуації в країні. Для подолання дефіциту полімерної сировини актуальним є пошук ефективних способів поводження з полімерними відходами [2].

Поліаміди є одними з найпоширеніших полімерних матеріалів [3]. З них виготовляють багато товарів народного споживання, плівки та високоміцні деталі, гумові вироби, одяг, галантерею, килими тощо. Завдяки цілому комплексу унікальних характеристик технічні поліамідні пластики знайшли широке застосування в енергетиці, будівництві, транспорті, хімічній промисловості та багатьох інших галузях. Якщо раніше основними конструкційними матеріалами були метал і кераміка, то зараз успішно використовуються спеціальні полімерні матеріали. Вони можуть працювати в широкому діапазоні температур і тисків, довговічні, легкі та прості в обробці.

В той же час, утворюється велика кількість поліамідних відходів, які можна переробити. Використання вторинної сировини як нової сировинної бази є одним із шляхів утилізації поліамідних полімерних матеріалів [1]. Поліамідний агломерат отримують шляхом подрібнення, часткового плавлення, змішування та пластифікації полімерних матеріалів.

В даний час проблема переробки відходів полімерних матеріалів не тільки набуває актуальності для охорони навколишнього середовища, але й пов'язана з тим, що в умовах дефіциту полімерної сировини полімерні відходи стають потужним сировинним і енергетичним ресурсом.

Поліамідні відходи можна або переробити, або хімічно утилізувати шляхом термічної деполімеризації [2]. Переробка включає в себе подрібнення використаних поліамідних виробів, а потім їх плавлення з утворенням нової пластмаси, тоді як хімічна утилізація передбачає розщеплення використаного поліаміду на його складові речовини та мономери, а потім повторне збирання їх у нові продукти.

Перспективною є вторинна переробка полімерних відходів поліаміду 6, яка є одним із напрямів утилізації полімерних матеріалів, що найбільш динамічно

розвивається [1]. В даний час переробка поліамідних матеріалів не тільки набуває актуального значення з точки зору захисту навколишнього середовища, але також пов'язана з умовами дефіциту полімерної сировини, вторинні поліамідні матеріали стають потужним сировинним ресурсом.

Незважаючи на ці багатообіцяючі переваги, переробка поліамідних відходів може призвести до зменшення їх молекулярної маси [3], що може вплинути на його механічні властивості та знизити його термічну стабільність, роблячи його більш чутливим до плавлення або деформації та зміни кольору через забруднення, яке може зменшити естетичний аспект кінцевого продукту. Порівняно з вторинною обробкою традиційних термопластичних полімерів (поліетилену, поліпропілену тощо), вторинна обробка поліаміду 6 часто є більш складною та непередбачуваною з точки зору отримання вторинної сировини зі стабільною та передбачуваною міцністю та експлуатаційними характеристиками. Цю проблему також можна вирішити за допомогою модифікаторів, маткових сумішей і компатибілізаторів, які покращують сумісність компонентів вторинних поліамідних матеріалів.

Використання високоефективних модифікаторів і компатибілізаторів поліамідних відходів є одним з основних і пріоритетних спрямованих досліджень щодо вдосконалення технології отримання на їх основі високоякісної вторинної полімерної сировини. В даний час ведуться дослідження і розробки зі значного поліпшення властивостей вторинних поліамідних матеріалів за допомогою різних мікро- або нанокомпозитів. У статті [2] показано, що модифікація нанопорошком діоксиду кремнію (з розміром частинок <30 нм) на певному рівні дозволяє покращити механічні властивості відходів поліамідної матриці. Використання нанодисперсного оксиду цинку ZnO як модифікатора матриці вторинної суміші поліаміду 6 та полібутилентерефталату при забезпеченні підвищеної міцності призвело до погіршення реологічних властивостей розплаву [3].

Можливість вторинної переробки поліамідів робить їх стійкими та екологічно безпечними матеріалами за рахунок зменшення обсягу відходів на звалищах, зменшення вуглецевого сліду виробництва та його вартості, оскільки переробка відходів полімерних матеріалів дешевша за нове виробництво [2].

Список літератури:

1. Wu, L., et al. "Mechanical properties and structure of polyamide nanocomposites reinforced with carbon nanotubes." Journal of Applied Polymer Science, 2020.

2. Zhang, Y., et al. "Improvement of wear resistance in polyamide-based nanocomposites by graphene nanoplatelets." Polymer Composites, 2019.

3. Sui, X., et al. "Thermal stability and flammability of polyamide nanocomposites enhanced with silica nanoparticles." Thermochimica Acta, 2021.Sui, X., et al. "Thermal stability and flammability of polyamide nanocomposites enhanced with silica nanoparticles." Thermochimica Acta, 2021.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ КЛЕЙОВИХ КОМПАУНДІВ

Карандашов О. Г., Підгорна Л. П., Авраменко В. Л., Луцик А. О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
Харків, вул. Кирпичова,2, e-mail: nokturnOK@gmail.com

Електропровідні клеї використовують для створення як мікросхем побутових приладів, так і складних систем у космічній та військовій техніці [1]. Велике значення мають адгезійні властивості компаунда до конструкції, що герметизується, а також його механічна міцність.

Метою наших досліджень було встановлення можливості одержання електропровідних клейових компаундів на основі клеїв, що випускаються промисловістю, що затверджуються при кімнатній температурі, які можна було б застосувати як для монтажу виробів ЕРА, так і при склеюванні склопластикових та алюмінієвих елементів конструкцій. При цьому необхідно було зберегти високі експлуатаційні характеристики клеїв.

Як алюмінієвий елемент для досліджень обрано сплав алюмінію 5083 Н111, який використовується для виготовлення деталей в літакобудуванні, промисловому суднобудуванні, при виготовлення катерів, човнів, катамаранів.

Як клеєві склади обрано сучасні епоксидні системи EPIKOTE™ Resin MGS® LR285 (EPIKOTE™, Нидерланди), клей ВК-9, двокомпонентні гібридні клеї LOCTITE® HY 4070™, LOCTITE® HY 4080GY™, LOCTITE® HY 4090™, уретано-акрилатні структурні клеї Crestomer® 1186PA, Crestomer®1196PA, двокомпонентні акрилові клеї Crestabond M7-15, Crestabond M7-05. Для виготовлення склопластиків використовували скляний наповнювач Т-10-14 (УкрПром-Впровадженя, Україна).

Як електропровідні наповнювачі використовували мідно-графітовий, мідно-нікелево-графітовий наповнювачі і карбонільний нікель, що одержані за спеціальною технологією, з розмірами частинок 15-25 мкм. Вивчали вплив складу та природи наповнювачів на електричні властивості та міцність при здвигу отриманих клейових компаундів, а також їх хімічну стійкість.

Визначення статичної міцності при здвигу клейових компаундів здійснювалось за ИСО 4587-79. Сутність методу полягає у визначенні величини руйнівної сили при розтягуванні стандартного зразка, склеєного внахлест, зусиллями, що прагнуть зрушити одну половину зразка щодо іншої. Використовувалась розривна машина 10/90, швидкість розтягування 10 мм/хв.

Визначення контактного опору R (Ом) склеєних внахлест алюмінієвих пластин робили цифровим омметром Щ-34. Питомий об'ємний електричний опір електропровідного полімерного матеріалу (ρ_v ,Ом·м) визначали за формулою: $\rho_v=R\cdot h\cdot b/l$, де R – контактний опір зразка, Ом; h – товщина зразка, м; b – ширина зразка, м; l – відстань між електродами, м.

Стійкість клеїв до дії хімічних середовищ визначали відповідно до СТ СЭВ 428-89 щодо зміни маси зразків (ΔM) після витримки їх протягом 3-х місяців у відповідних реагентах (дистильована вода, 10% розчин NaOH) та розрахунку

коефіцієнтів сорбції та дифузії. Кількість наповнювача у складі композицій варіювали в межах 0,5-1,5 мас.ч. на 1 мас. зв'язного.

Після визначення часу життя компаундів при змішуванні компонентів клейових складів з наповнювачами у співвідношенні 1:0,5 для подальших досліджень залишили наступні клейові системи: Crestomer 1186PA, Crestomer 1196PA та ВК-9, оскільки вони володіють певною технологічністю.

Найкращі показники статичної міцності при здвигу клейових компаундів (12-12,7 МПа) досягаються при затвердненні компаундів, що містять мідно-нікелево-графітовий наповнювач при співвідношенні його до звязного1:1. Кращою електропровідністю характеризуються також компаунди, що містять мідно-нікелево-графітовий наповнювач (ρ_v=2·10^{-3} Ом·м), причому при всіх досліджуваних співвідношеннях (1:0,5; 1:1, 1:1,5). Для композицій, що містять мідно-графітові та нікеле-графітові наповнювачі, кращі показники електропровідності досягаються при співвідношеннях 1:0,5 і 1:1,5. Склеєні склопластикові зразки характеризуються кращими показниками міцності при здвигу (15–15,6 МПа).

Витримка склеєних зразків у дистильованій воді та 10% розчині NaOH протягом 240 годин незначно змінює показник провідності компаундів при різному співвідношенні наповнювача до зв'язного та різної природи наповнювача. Це дозволяє зробити висновок про те, що досліджувані компаунди досить стабільні з точки зору зміни їх електропровідності під впливом води і лугу. Хімічна природа обраних наповнювачів мало впливає показник ρ_v компаундів досліджуваних складів. Вивчення інших показників з оцінки хімічної стійкості компаундів, що вивчаються, показало, що кращою стійкістю до всіх агресивних середовищ характеризуються склади, що містять мідно-графітовий наповнювач при співвідношенні звязне-наповнювач 1:0,5. При цьому збільшення маси становить 0,2% мас.

Таким чином, за отриманими значеннями питомого об'ємного електричного опору ρ_v, рівними 2·10^{-3} - 9·10^{-3} Ом·м, досліджені компаунди можна віднести до електропровідних матеріалів. За діелектричними властивостями компаунди характеризуються достатньою стабільністю навіть після дії води та 10% розчину NaOH. Найкращі показники статичної міцності при здвигу та електропровідності досягаються при твердненні компаундів, що містять мідно-нікелево-графітовий наповнювач при співвідношенні його до зв'язного 1:1. Розроблені склади струмопровідних компаундів на основі клеєвих систем Crestomer 1186PA, Crestomer 1196PA та ВК-9 можуть бути рекомендовані для використання при монтажі виробів радіоелектронної апаратури, а також при склеюванні склопластикових та алюмінієвих елементів конструкцій.

Список літератури:

1. Anna Rudawska. Adhesives: Applications and Properties : BoD-Books on Demand, 2016. – 398 p.

СТВОРЕННЯ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІАМІДІВ І НАНОРОЗМІРНИХ НАПОВНЮВАЧІВ (КОРОТКИЙ ОГЛЯД)

Кононенко Р. Г.[1)], Близнюк О. В.[2)]
[1)]НТУ "ХПІ", вул. Кирпичова 2, Харків 61002, Україна,
Roman.Kononenko@ihti.khpi.edu.ua
[2)]НТУ "ХПІ", вул. Кирпичова 2, Харків 61002, Україна, avbkhpi@gmail.com

Сучасні технології FDM-друку дозволяють моделювати та створювати ефективні вироби з полімерних матеріалів з різними функціональними наповнювачами. Створення та дослідження властивостей композитів на основі поліамідів і нанорозмірних наповнювачів є перспективним напрямом в матеріалознавстві, який дозволяє значно покращити механічні, теплові та електричні властивості полімерних матеріалів. Основні етапи створення композитів на основі поліамідів і нанонаповнювачів мають наступний вигляд:

Вибір поліаміду: Найбільш поширеними поліамідами є PA6 і PA66, які використовуються як основа для створення композитів. Додавання нанонаповнювачів дозволяє покращити такі параметри, як міцність, жорсткість, стійкість до температур та механічне старіння.

Вибір нанорозмірних наповнювачів: Нанотрубки з вуглецю (CNT), вони здатні значно покращити механічні та електричні властивості поліамідних композитів. Графен: одношарові та багатошарові графенові наповнювачі покращують електропровідність, жорсткість і міцність матеріалів. Нанокремнезем (SiO_2): наночастинки діоксиду кремнію підвищують жорсткість і зносостійкість поліамідів, покращуючи їх термостабільність і стійкість до абразивного зношування. Глинисті наночастинки (нано-глина): забезпечують покращення бар'єрних властивостей та збільшують міцність поліамідів при деформаціях. Також вони можуть знижувати вологопоглинання.

Методи одержання композитів: Механічне змішування. Ін-ситу полімеризація: Наповнювачі додаються на етапі полімеризації поліаміду. Лазерна абляція та інші методи наноструктурування. Модифікація поверхні нанонаповнювачів: функціоналізація нанотрубок або графену [1-6].

Аналіз комплексу властивостей: Міцність та стійкоість до зношування: Дослідження показують, що додавання вуглецевих нанотрубок або графенових нанопластинок значно покращує механічні властивості поліаміду. [1,2]. Термічна стійкість: Додавання наночастинок (наприклад, оксиду кремнію або глини) сприяє підвищенню термостабільності поліаміду [3,4]. Бар'єрні властивості: Нанокомпозити на основі поліаміду з наноглиною або нанокремнеземом мають знижену проникність для газів і вологи [5,6].

Останніми роками було зареєстровано кілька міжнародних патентів, що стосуються нанокомпозитів на основі поліаміду. Патент [7] описує поліамідний нанокомпозит, армований вуглецевими нанотрубками, з підвищеною міцністю та електропровідністю, [8] додавання графенових нанопластинок, що підвищує термостійкість та знижує проникність для газів, [9] з наноглиною, що забезпечує покращені бар'єрні властивості та стійкість до вологи, [10] з наночастинками

оксиду кремнію для підвищення зносостійкості, [11] з додаванням наночастинок діоксиду титану для покращення ультрафіолетової стійкості, [12] з наночастинками срібла мають антибактеріальні властивості, [13] з додаванням наночастинок гідроксиапатиту для біомедичних застосувань, [14] з наночастинками графену для підвищення електропровідності, [15] з додаванням наночастинок оксиду цинку для покращення термостійкості, [16] з наночастинками алюмінію для підвищення теплопровідності.

Загалом, композити на основі поліамідів і нанонаповнювачів зазвичай демонструють покращені показники міцності на розтяг, стиск та ударну міцність. Нанонаповнювачі, такі як графен і нанотрубки з вуглецю, суттєво покращують теплопровідність композитів, що важливо для застосувань у середовищах з високими температурами. Поліамідні композити можуть стати електропровідними, що робить їх придатними для використання в електроніці та як антистатичні матеріали. Додавання наночастинок кремнезему (SiO_2) або інших твердих наповнювачів покращує стійкість композиту до зношування та тертя. Наночастинки (зокрема, наноглини) підвищують бар'єрні властивості поліамідів.

Список літератури:

1. Wu, L., et al. "Mechanical properties and structure of polyamide nanocomposites reinforced with carbon nanotubes." *Journal of Applied Polymer Science*, 2020.

2. Zhang, Y., et al. "Improvement of wear resistance in polyamide-based nanocomposites by graphene nanoplatelets." *Polymer Composites*, 2019.

3. Sui, X., et al. "Thermal stability and flammability of polyamide nanocomposites enhanced with silica nanoparticles." *Thermochimica Acta*, 2021.Sui, X., et al. "Thermal stability and flammability of polyamide nanocomposites enhanced with silica nanoparticles." *Thermochimica Acta*, 2021.

4. Lee, S., et al. "Enhanced thermal properties of polyamide-based nanocomposites by clay dispersion." *Materials Science and Engineering: A*, 2018.

5. Müller, K., et al. "Barrier properties of polyamide/clay nanocomposites." *Packaging Technology and Science*, 2019.

6. Wang, H., et al. "Effects of nanoclay on the oxygen barrier properties of polyamide nanocomposites." *Journal of Membrane Science*, 2020.

7. US20190012345A1 (2019): "Data set connection manager having a plurality of data sets to represent one data set"

8. EP3456789A1 (2020): "Method for producing a composite material"

9. JP2021123456A (2021): "Image processing apparatus and method"

10. US20200067890A1 (2020): "Communication network with rolling encryption keys"

11. EP3678901A1 (2021): "Energy storage device and method of manufacturing the same"

12. JP2020134567A (2020): "Vehicle control system and method"

13. US20210023456A1 (2021): "Initiating real-time games in video communications"

14. EP3890123A1 (2022): "Biodegradable polymer composition and method for producing the same"

15. JP2022145678A (2022): "Wireless power transmission system and method"

16. US20220034567A1 (2022): "Artificial intelligence-based medical diagnosis system"

ВИКОРИСТАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО ТЕРМІЧНОГО МЕТОДУ АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НАПІВВИПАЛУ КАУСТИЧНОГО ДОЛОМІТУ

Корекян П. Ю., Тараненкова В. В., Капустяк А. Ю.
Національний Технічний Університет "Харківський Політехнічний Інститут" вул. Кирпичова, 2, Харків, Харківська область, 61000, pavelkorekan@gmail.com

Термічні методи аналізу ґрунтуються на термохімічних способах зміни енергетичного стану речовини залежно від температури. Більшість фізичних процесів та хімічних реакцій супроводжуються тепловими ефектами: екзотермічними – в разі виділення тепла та ендотермічними – у разі його поглинання. В основу термічних методів покладено:

1) закон сталості хімічного складу – дана хімічна сполука в даних умовах завжди має той же самий склад;
2) закон сталості фізичних властивостей – дана хімічна сполука в даних умовах завжди має ті ж самі властивості;
3) принцип відповідності – всякому перетворенню у зразку, яке може бути зафіксоване приладом, повинен відповідати термічний ефект на термограмі;
4) принцип характеристичності – для даних умов термічні ефекти на термограмі даної хімічної сполуки є так само характерними для неї, як і ті перетворення, котрим відповідають ці термічні ефекти. Таким чином, сутність термічних методів полягає у вивченні за тепловими ефектами фазових перетворень, які відбуваються в системах або окремих сполуках.

Для проведення аналізу дослідні матеріали (як природні, так і штучні) подрібнюють у ступці, просівають крізь сито № 02 (900 отв/см^2) і поміщають у кварцовий або корундовий тигель. Дериватографічні випробування проводяться при максимальній температурі печі приладу 1000 °С відповідно до інструкції. У загальному випадку для досягнення високої чутливості при диференціальному записі достатньо використовувати наважку матеріалу 0,2 – 0,5 г. Максимальна чутливість вагів при записуванні кривої втрати маси становить 0,2 мг на поділку при наважці 0,2 г. Швидкість нагрівання електропечі регулюється програмним пристроєм у межах 0,5 – 20 °С за хвилину. Максимальні температури нагрівання: 150, 300, 600, 900, 1000 °С.

У нашій роботі ми вивчали невипалений доломіт - подвійний карбонат магнію та кальцію $MgCa(CO_3)_2$ Оленівського родовища з використанням диференціально термічного методу аналізу з метою визначення раціональної температури напіввипалу каустичного доломіту, що є основою для одержання магнезіального в'яжучого, результати аналізу наведено на Рис. 1.

Встановлено, що на дериватограмі доломіту фіксується присутність двох ендотермічних ефектів - при температурах 820 °С та 960 °С, відповідно. При температурі першого ендоефекту відбувається розкладання доломіту та дисоціація $MgCO_3$, а при другому - розкладання $CaCO_3$.

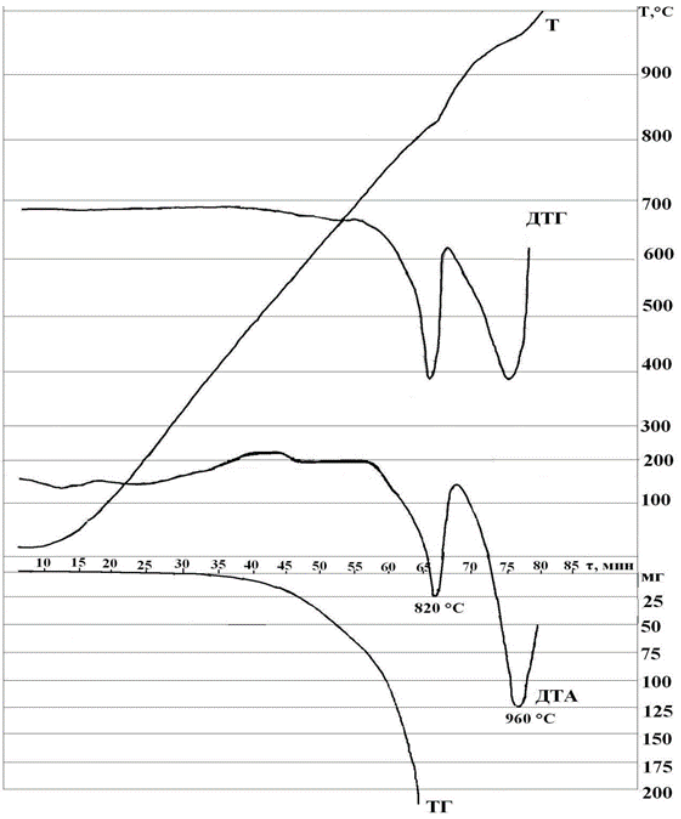


Рис. 1 – Дериватограма доломіту

Відомо, що розкладання доломіту при випалі відбувається у дві стадії: на першій стадії при температурах 730-880°С доломіт розкладається на карбонати кальцію та магнію, причому $MgCO_3$ одразу дисоціює на MgO та CO_2; на другому етапі – при температурах 880-1000 °С відбувається дисоціація $CaCO_3$. Для того, щоб одержати максимальну кількість оксиду магнію в водночас запобігти утворенню вільного CaO, який знижує міцність затверділого в'яжучого, каустичний доломіт випалюється при температурах 660-740 °С. Досліджуючи на дериватограмі доломіту Оленівського родовища перший ендоефект, що відповідає розкладанню доломіту та $MgCO_3$, було виявлено, що максимального розвитку на кривій ДТА він сягає при температурі 820 °С, середина цього ендоефекту приблизно складає 750°С, а починається реакція розкладу при 700 °С.

Тому раціональним режимом випалу обрано 700 °С з витримкою 2 години. Саме такий режим дозволяє запобігти утворенню вільного оксиду кальцію в каустичному доломіті та сприяє утворенню достатньої кількості оксиду магнію, щоб отримати високоміцне в'яжуче. Втрати при прожарюванні склали 18,1 мас. %. Границя міцності при стиску отриманого в'яжучого на основі каустичного доломіту, замішаного розчином бішофіту (природного хлориду магнію), вже в першу добу тверднення на повітрі сягає 64 МПа, після трьох діб твердіння - 86 МПа, після 28 діб - 94 МПа.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ КОМПАНОВКИ БЕНЗОЛЬНИХ УСТАНОВОК НА КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ З ТОЧКИ ЗОРУ МІНІМІЗАЦІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ

Лаврова І. О., Владимиренко В. В., Грубник В. І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2; Inna.Lavrova@khpi.edu.ua

Питання про вибір оптимальної технологічної установки для вилучення бензольних вуглеводнів з коксового газу є предметом тривалої дискусії між УХІНом, ГІПРОКОКСом і ін. організаціями. Не зважаючи на низку публікацій з цього питання, досі не були науково обґрунтовані критерії, по яких можна було б віддати перевагу одно – або двоскруберній схемі. Навіть той факт, що в зарубіжній практиці для абсорбції бензольних вуглеводнів з коксового газу останнім часом часто застосовують односкруберні установки переважно з регулярними насадками, а в нашій ширше застосовуються двоскруберні, також вимагає певного аналізу з урахуванням всіх чинників, що впливають на процес.

Основним критерієм, що визначає ефективність застосування технологічних установок для досліджуваного процесу, є енергетичні витрати на його проведення. Ці витрати в загальному вигляді визначаються втратами гідравлічного напору в установці і залежать як від гідравлічного режиму, так і від конструктивних особливостей установки і апаратів її складаючих. У загальному випадку, втрати напору установки можуть бути виражені у вигляді суми втрат в її складових елементах:

$$\Delta Р_{уст.} = \Sigma \Delta Р_{скр} + \Sigma \Delta Р_{т.}, \qquad (1)$$

де $\Delta Р_{скр}$ і $\Delta Р_{т.}$ – опір скруберів і сполучаючих їх газопроводів.

У свою чергу, опір кожного з скруберів складається з суми втрат напору в окремих його елементах:

$$\Delta Р_{скр} = \Delta Р_{н} + \Delta Р1 + \Delta Р2 + \ldots + \Delta Рi, \qquad (2)$$

де $\Delta Р_{н}$,…, $\Delta Рi$ – втрати напору в насадках, розподільних і перерозподільних пристроях, бризковідбійниках, підтримуючих пристроях і т.д.

З числа названих складових тільки втрати напору в насадках пов'язані з формуванням поверхні контакту фаз, що необхідно для процесу. Інші – це втрати напору в допоміжних пристроях, необхідних для конструктивного оформлення апарату.

Отже, для створення установок з максимальною ефективністю в умовах, пов'язаних з обмеженими втратами напору, необхідно прагнути до мінімізації

втрат в допоміжних елементах. Одержані нами дані представлені у вигляді епюр втрат напору в конкретних скруберах, показують, що втрати напору, що припадають на допоміжні елементи скруберів, складають більше 50% (рис.1).

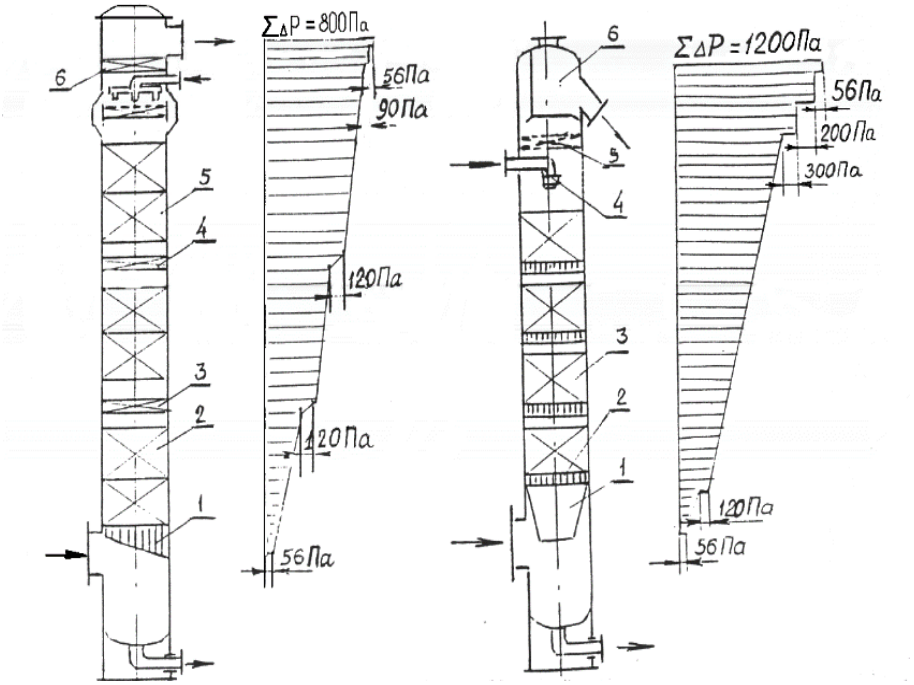


Рис.1. Епюри втрат напору в скруберах з регулярними листовими насадками (а- пласкопаралельною; б - Z - подібною).

1 – розподільник газу; 2,5 – блоки пласкопаралельної насадки; 3,4 – перерозподільні тарілки; 6 – бризковідбійник; 7 – розподільна тарілка.

1 – конічний розподільник газу; 2 –підтримуючі грати; 3 – блок Z-подібної насадки; 4 – форсунка; 5 – бризковідбійник; 6 – циклонний бризковідбійник.

Очевидно, що значні можливості зниження втрат напору можуть мати місце при виборі якнайменше енергоємних пристроїв з обох даних типів скруберів. Так, зокрема, в скруберах з пласкопаралельною насадкою (1 варіант) заміна частини перфорованих тарілок підтримуючими ґратами з варіанту з скруберами з Z – подібною насадкою дозволить скоротити втрати напору в одному апараті на 30%.

Ще більші можливості є при модернізації скруберів з Z – подібною насадкою шляхом реорганізації вузлів первинного розподілу поглинального масла і газу.

Подальше значне скорочення сумарних втрат напору в установці (на 50%) можливе при формуванні поверхні контакту фаз в одному апараті. Ця пропозиція пов'язана із застосуванням насадок, що поєднують підвищену ефективність з малими втратами напору. У цій якості нами пропонується стільникова насадка 25×25мм, укладена певним чином у внутрішньому об’ємі апарату.

ВАЖЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДІЛЯНКИ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА

Миронов А. М., Ільченко М. В., Горбунов К. О., Биканов С. М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2; Mariia.Ilchenko@khpi.edu.ua

Нафтопереробна промисловість є однією з найбільш енергоємних галузей, де енерговитрати суттєво впливають на економічну ефективність підприємства та мають екологічні наслідки. З огляду на це, величезна увага приділяється підвищенню енергоефективності технологічних схем та оптимізації виробничих процесів. Для досягнення цієї задачі застосовуються математичні методи моделювання, які дозволяють описувати й аналізувати процеси переробки нафти з урахуванням енергетичних параметрів.

Створення матмоделей для формування імітаційних комп'ютерних моделей технологічних схем нафтопереробних виробництв є шляхом оптимізації роботи виробничих установок та підвищення їхньої енергоефективності. У такій моделі можна відтворити процеси, що протікають на різних етапах переробки нафти, коректно врахувати матеріальні потоки, теплообмін і хімічні реакції, що дозволяє оптимізувати використання енергії та підвищити екологічну ефективність.

Для створення імітаційної комп'ютерної моделі слід побудувати адекватний математичний опис основних процесів, що відбуваються у нафтопереробній установки. Математичний опис обов’язково має включати наступні аспекти: теплообмін, масообмін гідродинаміка потоків, кінетика хімічних реакцій. Для кожного з цих аспектів будується система рівнянь, яка дозволяє описати зміну параметрів у часі й просторі. Наприклад, для опису теплообміну застосовують рівняння теплопровідності, а для масообміну – рівняння матеріального балансу.

Процеси теплообміну в нафтопереробних установках є основними з огляду на енергоспоживання, оскільки вони потребують великих обсягів теплової енергії для нагрівання сировини та підтримки температури в технологічних апаратах. Основними елементами теплообмінних процесів є нагрівання сировини у печах, теплообмін у теплообмінних апаратах та охолодження готових продуктів.

Для математичного опису процесів теплообміну використовуються диференціальні рівняння теплопровідності. Коректно побудоване рівняння дозволяє розраховувати розподіл температури уздовж теплообмінника, що є основою для оптимізації теплообмінного обладнання та зменшення енергоспоживання.

У свою чергу, процеси масообміну чільну роль відіграють під час дистиляції та ректифікації, які є основними операціями для нафтопереробки. Для опису масообміну застосовується рівняння дифузії. Залежно від умов процесу та обладнання, рівняння масообміну може бути спрощене або деталізоване для врахування додаткових параметрів. В результаті можна визначати ефективність процесу поділу сумішей на різних етапах нафтопереробного виробництва.

Гідродинаміка потоків визначає розподіл тиску та швидкості рідинних та газоподібних фаз у трубопроводах, апаратах, реакторах. Для опису гідродинаміки використовуються рівняння Нав'є-Стокса. Саме гідродинамічне моделювання дозволяє оцінити втрати тиску в трубопроводах, визначити оптимальні умови роботи насосів та іншого обладнання, а також забезпечити рівномірний розподіл потоків, що знижує енерговитрати.

На різних етапах переробки нафти відбуваються численні хімічні реакції, зокрема, крекінг, риформінг та інші перетворення вуглеводнів. Для опису їх кінетики використовуються рівняння швидкості реакцій, розв'язуючи які можна визначити зміну складу сировини та продуктів реакцій з часом, що важливо для вибору оптимальних умов роботи реакторів.

Зібрані математичні моделі теплообміну, масообміну, гідродинаміки та хімічної кінетики інтегруються для включення до єдиної імітаційної моделі. Для цього використовують спеціалізоване програмне забезпечення, наприклад, Aspen HYSYS (або UniSim Design), PRO/II або MATLAB/Simulink, які дозволяють реалізувати складні технологічні схеми та проводити розрахунки з урахуванням змінних параметрів. Імітаційна модель дозволяє не лише відтворити реальний процес, але й експериментувати з різними параметрами для пошуку енергоефективних рішень, виявлення слабких місць та оцінки впливу модернізації на загальні показники енергоспоживання.

На основі імітаційної моделі можна проводити оптимізацію технологічної схеми, основними напрямками якої виступають:

– зменшення втрат тепла та підвищення ефективності теплообмінників;

– оптимізація тиску та швидкості потоків для зниження енергоспоживання насосів та компресорів;

– покращення умов проведення хімічних реакцій для зменшення енерговитрат.

Окрім того, імітаційні моделі дозволяють провести чисельний аналіз різних варіантів модернізації і визначити найбільш оптимальне рішення для підвищення енергоефективності виробництва.

Використання імітаційної моделі для підвищення енергоефективності реального прототипу нафтопереробного виробництва дозволяє впроваджувати зміни з високою точністю та мінімальними ризиками. Наприклад, модель здатна допомогти визначити оптимальні параметри для кожного етапу, від регулювання температурних режимів до вибору тиску у трубопроводі. Завдяки цьому виникає можливість розробляти рекомендації відносно зниження енергоспоживання у найбільш енерговитратних процесах. Імітаційна модель дає змогу тестувати різні комбінації налаштувань у віртуальному середовищі, зокрема температуру, тиск і швидкість потоків, а також їхній вплив на кінцеву продуктивність устаткування. Це є особливо важливим, оскільки будь-яка зміна у реальних умовах може бути вкрай вартісною або ж просто пов'язаною із простоєм виробництва. Така адаптивність імітаційних моделей дозволяє розрахунково досягати стабільно високих показників енергоефективності, що особливо важливо для підприємств, які працюють у конкурентному середовищі й прагнуть не тільки економити, але й відповідати вимогам щодо зниження викидів та інших екологічних стандартів.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОТИ ЩОКОВОЇ ДРОБАРКИ У ВИРОБНИЦТВІ СИЛІКАТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Нагорний А. О., Нагорний М. А.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2; Andriy.Nagorniy@khpi.edu.ua

Щокові дробарки у виробництві більшості силікатних матеріалів переважним чином застосовують для грубого та середнього дроблення сировини. На продуктивність щокової дробарки суттєвий вплив чинить рівномірне та безперервне живлення, для здійснення якого застосовують різноманітні системи автоматичного регулювання. Найбільш успішною є блок-схема наведена на рис. 1. Система складається з електродвигуна *Д* постійного струму, що забезпечує регульований привід пластинчатому живильнику, регулятора продуктивності *РП* та регулятора рівня *РР*. Системою можна керувати в мануальному режимі або автоматично за допомогою програмного забезпечення (*БК* – блок керування) [1, 2].

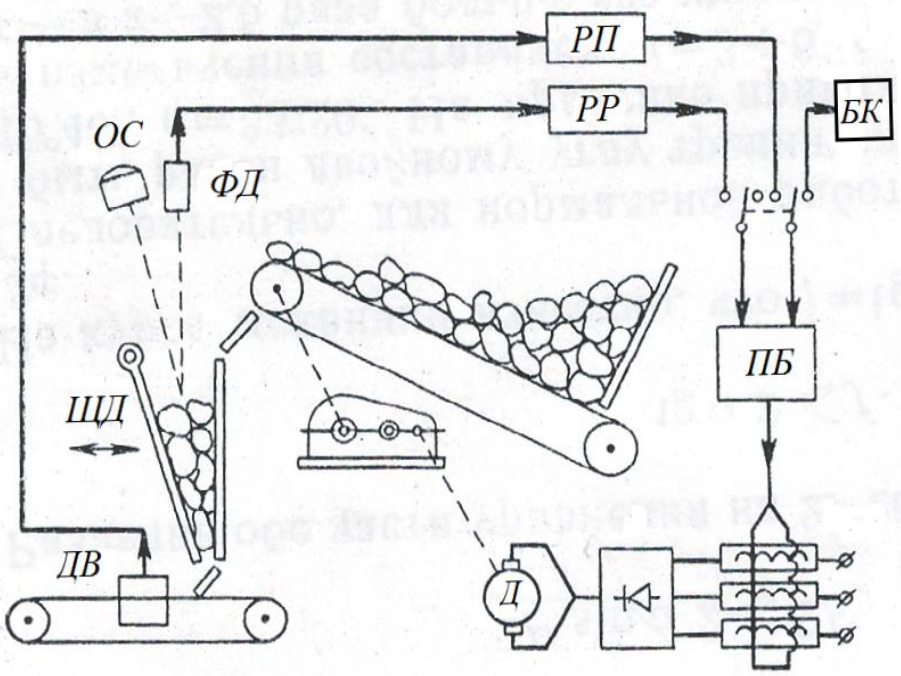


Рис. 1 – Блок-схема автоматичного регулювання завантаження щокової дробарки

В мануальному режимі оператор за допомогою оптичного маніпулятора збільшує або зменшує швидкість подачі матеріалу. За такого приводу можна підвищити продуктивність устаткування на 5–7 %. За автоматичного керування в залежності від продуктивності та рівня матеріалу в камері дроблення щокової дробарки *ЩД*, на вхід до проміжного блоку *ПБ* надходить сигнал від регулятора рівня *РР*. Останній отримує вхідний сигнал від фотодатчика *ФД*, розташованого поруч з освітлювачем *ОС*, та регулятора продуктивності *РП*, що отримує сигнал від датчика маси (ваги) *ДВ*. Система налаштована таким чином, що якщо рівень

завантаження не перевищує 0,6 висоти камери дроблення, то регулювання відбувається лише за продуктивністю. Якщо рівень є меншим від 0,6 висоти камери, *РР* повільно підвищує швидкість живильника. За рівня більшого за 0,9 висоти, *РР* зупиняє живильник, а за значного зниження рівня матеріалу, швидкість живильника автоматично збільшується.

У свою чергу, ефективне функціонування такої схеми залежитиме від потужності її електродвигуна *Д*. Визначення потужності двигуна щокової дробарки виконують орієнтовно за допомогою досвідних даних або каталогів з розрахунку, що за ступеня подрібнення $i = 4$, на одиницю продуктивності щокової дробарки 1 т/год (0,28 кг/с) доводиться 0,46–0,55 кВт для м'яких порід, 0,75–0,92 кВт для порід середньої твердості та 0,92–1,1 кВт для твердих порід. За $i \neq 4$ потужність змінюється приблизно пропорційно ступеню подрібнення. На рис. 2. наведена залежність установчої потужності електродвигуна від площі завантажувального отвору дробарки, якою також можна скористатись для визначення потужності двигуна дробарки [2].

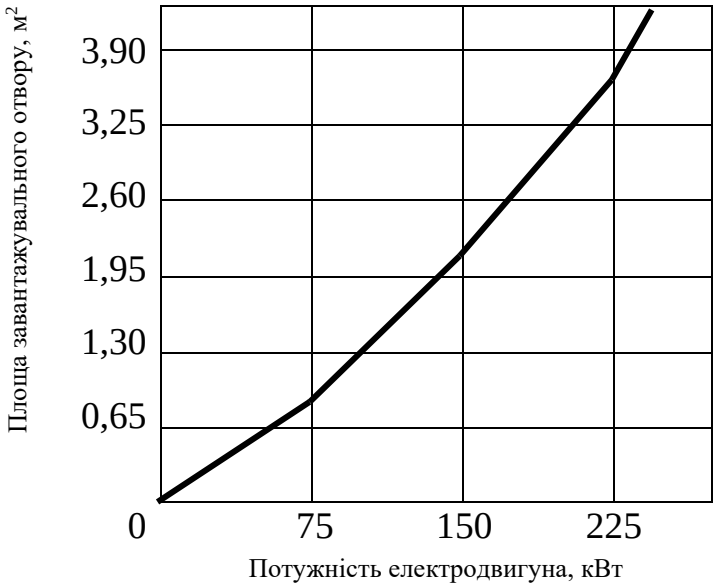


Рис. 2 – Залежність установчої потужності електродвигуна від площі завантажувального отвору дробарки

Виробництво силікатів належить до технологічних систем, в яких механічне обладнання працює разом з хіміко-технологічним, для яких особливо важливим є ефективне проектування і експлуатація механічних агрегатів, оснащених сучасними технічними засобами автоматичного контролю і управління.

Список літератури:

1. Савченко В. Д., Шевченко О. Ф. Механічне устаткування підприємств з виробництва силікатних матеріалів. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2006. 308 с.

2. Нагорний А. О. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Механічне обладнання підприємств тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів» // Харків: НТУ «ХПІ», 2023. 24 с.

АНАЛІТИЧНИЙ ПІДБІР ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ РОТОРА ЦЕНТРИФУГИ І ЧАСУ ЦЕНТРИФУГУВАННЯ В ХІМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Пономарьова Н.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул.Кирпичова,2,м.Харків,61002,nataliia.ponomarova@khpi.edu.ua

У хімічній, біохімічній та мікробіологічній практиці часто доводиться стикатися із розділенням суспензій. Якщо для цього використовувати осадження в гравітаційному полі, процес осадження може протікати занадто довго. Ефективним способом є осадження у полі відцентрових сил – центрифугування. Частоту обертання ротора центрифуги і час центрифугування можна підібрати аналітично, використовуючи закономірності загальної динаміки та гідродинаміки. Для цього необхідно написати та перетворити об'єднане рівняння першого та другого законів Ньютона для частинки суспензії, що знаходиться в полі відцентрових сил та сил опору рідини та стінки пробірки. Сила опору рідини залежить від режиму руху частинки в рідини. Для визначення режиму слід використовувати чисельні безрозмірні критерії Архімеда та Рейнольдса. У цій роботі ці перетворення проведені, та отримані аналітично обернено пропорційна залежність часу центрифугування від частоти обертання. Розрахувавши серію даних "частота-час", можна вибрати оптимальну пару даних, виходячи з можливостей центрифуги та практичної доцільності. Результати розрахунків підтверджуються реальними дослідницькими даними, тому отриманий результат може вважатися ефективним.

Оскільки хід підбору залежить від параметра (критерій Рейнольдса), а також те, що для підбору необхідно розрахувати серію даних, найзручніше цей розрахунок запрограмувати. Пропонується проводити його за допомогою програми Microsoft Excel та програмування на мові VBA у додатку до неї.

Розглянемо сили, які діють на часточку у пробірці (рис. 1):

1) відцентрова сила $F_ц$:

$$F_{\text{ц}} = m \cdot \text{a}_{\text{ц}} = (\rho - \rho_0)\frac{\pi d^3}{6} \cdot 4\pi^2 n^2 R = \frac{2}{3}\pi^3 d^3(\rho - \rho_0)n^2(L\,cos\alpha + r)$$

2) сила опору рідини $F_c = \xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho_0(\varphi v)^2}{2} = \frac{\pi \xi \rho_0 d^2 \varphi^2 L^2}{8\tau^2}$

3) сила реакції опори *N*. Відповідно до рис. 3 вона по модулю дорівнює $F_ц\,sin\alpha$;

4) сила тертя частинки об стінку пробирки F_τ , що дорівнює $\mu_\tau N = \mu_\tau F_{\text{Ц}} sin\alpha$;

5) сила тяжіння. Вона діє, проте її величина набагато менше відцентрової сили, оскільки лабораторні центрифуги обертають із частотою не менше 1000 об/хв. У зв'язку з цим враховувати їх у розрахунку немає сенсу і рис. 1 вона не показана.

Таким чином, якщо спроектувати всі сили, що діють, на вісь, паралельну осі симетрії паза центрифуги (рис. 1), то вийде наступний вираз: $F_{\text{ц}} \cdot cos\alpha - F_c - F_\tau = 0$. Підставивши в нього отримані вирази для сил, отримаємо

$$\frac{2}{3}\pi^3 d^3(\rho - \rho_0)n^2(L\,cos\alpha + r)(cos\alpha - \mu_\tau sin\alpha) = \frac{\pi \xi \rho_0 d^2 \varphi^2 L^2}{8\tau^2};$$

$$\tau = \frac{\varphi L}{4\pi n}\sqrt{\frac{3\rho_0 \xi}{d(\rho-\rho_0)(L\cos\alpha+r)(\cos\alpha-\mu_\tau \sin\alpha)}} \quad (1)$$

де ρ - щільність часточки, кг/м^3 ; d – розмір частки, м; n – частота обертання, об/с; L -пройдена відстань вздовж стінки пробірки, м; r – відстань від осі обертання до верхньої точки осі заповненої частини пробірки, м; μ_τ – коефіцієнт тертя часточки о стінку пробірки; α – кут нахилу паза для пробірки з суспензією в роторі центрифуги до горизонтальної площини (якщо пробірка при обертанні стає в горизонтальне положення, то α = 0); τ – час проходження відстані L, с.

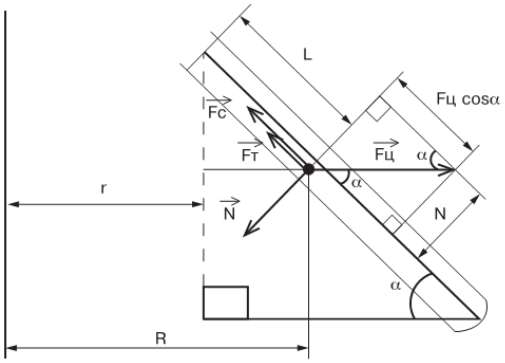


Рис. 1 – Сили, що діють на частку при центрифугуванні. Схематично показано пробірку з суспензією, що обертається навколо вертикальної осі.

Отримане рівняння (1) дозволяє розрахувати час проходження часткою відстані L при центрифугуванні. За цю відстань необхідно прийняти довжину заповненої суспензією частини судини.

Для зручності користування отриманими співвідношеннями і алгоритмом розрахунку автором створено готовий файл Microsoft Excel. Щоб скористатися файлом для розрахунку, потрібно дозволити макроси в налаштуваннях Excel, оскільки розрахунок виконується через макрос, яким є програма, написана в програмі VBA. Потім необхідно ввести заготовлені вихідні дані в комірки аркуша 1 файлу Excel відповідно: щільність і динамічна в'язкість дисперсійного середовища, кут нахилу паза ротора центрифуги до горизонтальної площини α, висота стовпа налитої в посудину суспензії, відсотковий вміст твердої фази в суспензії ε.

Після цього отримуємо результат у вигляді пар значень часу центрифугування та частоти обертання ротора центрифуги. Найбільш доцільно вибрати пару значень з меншим часом і, відповідно, більшою частотою. Проте слід враховувати, що часте використання центрифуги на максимальних оборотах зменшує термін її правильної та безпечної роботи.

Список літератури:

1. Онищук О. О, Кормош Ж.О. Процеси та апарати хімічних виробництв: курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 155 с.

2. Дубинін А. І., Гаврилів Р. І., Гузьова І. О. Процеси та апарати хімічної технології: навч. посіб. з курсового проектування М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012.360 с.

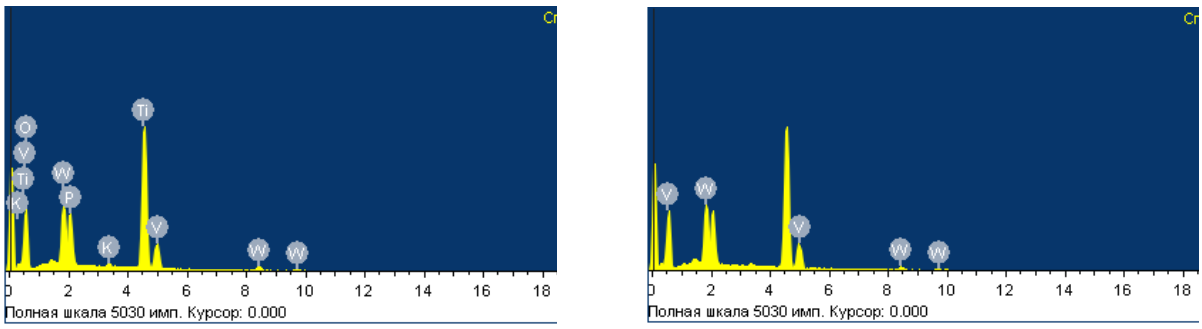
ВАНАДІЙВМІСНІ ПОКРИВИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕКОКАТАЛІЗУ

Сахненко М. Д.[1)], Корогодська А. М.[1)], Поспєлов О. П.[1)], Каракуркчі Г. В.[2)]
[1)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, sakhnenko@kpi.kharkov.ua***
[2)] ***Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, пр-т Повітрофлотський, 28, Київ***

Фотокаталізатори з кожним роком все активніше використовуються в численних галузях техніки та технологій. Комбінація оксиду титану, як високоактивного напівпровідникового каталізатора, з оксидами, гідроксидами і поліоксометалатами дозволяє накопичувати фотоіндуковані носії заряду для використання в процесах розкладання токсичних органічних сполук, у тому числі біологічних, а також при виробництві «зеленого» водню. Проте фотокаталізатори такого типу з часом втрачають працездатність, що обмежує перспективи їх подальшого застосування [1]. Для створення тонкоплівкових гетероструктурних фотокаталізаторів на основі TiO_2 запропоновано вводити метастабільні фази d^3-d^4-елементів, зокрема нестехіометричні оксиди WO_3 та V_2O_5 [2].

В роботі представлено результати розробки гетероструктурних фотокаталізаторів $Ti/TiO_2/(WO_3, V_2O_5)$, отриманих плазмо-електролітним оксидуванням (ПЕО) титанової платформи. Запропонований метод вирізняється можливістю створення активної поверхні значної площі, відсутністю наступної термічної обробки для кристалізації функціональних фаз, одностадійністю та короткотривалістю [3]. Гетерооксидні покриви синтезували на підкладках зі сплаву ВТ1-0 з водних розчинів [4] на основі дифосфату калію концентрацією 0,4–0,5 моль/дм^3. Для формування поліоксидного шару в електроліт вводили розчинні солі вольфрамату (VI) та ванадату (V) в еквімолярному співвідношенні. Процес ПЕО проводили постійним струмом густиною 5,0–10,0 А/дм^2 впродовж 10–20 хв. з примусовим охолодженням до температури 25 °С. Склад та морфологію поверхні досліджували растровим електронним мікроскопом ZEISS EVO 40XVP з енергодисперсійним спектрометром INCA Energy 350.

Поверхня гетерооксидного покриву має розвинену структуру, сформовану монооксидною матрицею, до складу якої інкорпоровано оксиди ванадію і вольфраму, а також переплави компонентів електроліту, що містять сполуки P і K (рис. 1а). Включення ванадію та вольфраму забезпечує формування рівномірної дрібнодисперсної поверхні покриву коричневого кольору, на якій візуалізується значна кількість конгломератів, утворених дрібними сфероїдами з рівномірним розподілом активного компонента по поверхні, виступи сфероїдів збагачені активним компонентом (рис. 1б). Поверхня покриву вкрита множинними глибокими порами розміром 0,2–1,5 мкм (рис. 2), добре помітно емалевий переплавний характер покриву. Особливості розвиненої поверхні сформованих оксидних покривів у сукупності зі значним вмістом цільових активних компонентів є передумовою підвищення функціональних властивостей синтезованих матеріалів.



а) б)

Рис. 1 – Результати визначення елементного складу покриву:
а – поверхня (ат. %: Ti-27,59; O-60,99; P-6,76; K-0,32; V-1,51; W-2,83);
б – виступи сфероїдів (ат. %: V-66,52; W-33,48)

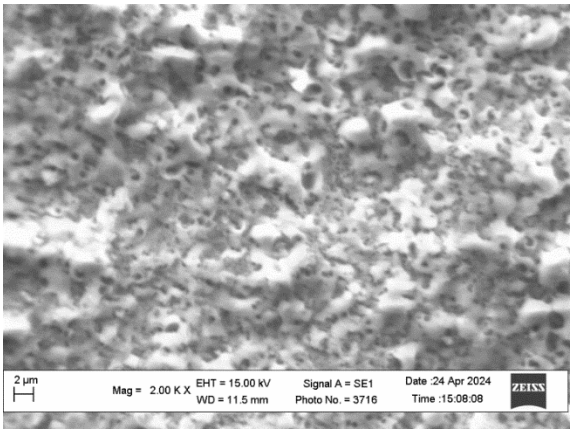


Рис. 2 – Мікроскопія поверхні покриву

Тестування фотокаталітичних властивостей ванадій-вольфраматних покривів по титану довели зростання активності та відсутність вимивання ванадію при багаторазових тестуваннях, що сприятиме подальшому активному використанню отриманих матеріалів для потреб екокаталізу.

Список літератури:

1. Sakhnenko, M., Stepanova, I., Korogodskaya, A., Karakurkchi, A., Skrypnyk, O., Dzheniuk, A. & Halak, O. Patterns in the Electrochemical Synthesis of Thin-Film Photocatalytic Materials Based on Titanium Heterooxide Compounds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, 6 (12-120), 30-39.

2. Kokorin, A.I.; Sviridova, T.V.; Konstantinova, E.A.; Sviridov, D.V.; Bahnemann, D.W. Dynamics of Photogenerated Charge Carriers in TiO_2/MoO_3, TiO_2/WO_3 and TiO_2/V_2O_5 Photocatalysts with Mosaic Structure. *Catalysts* 2020, 10, 1022.

3. Karakurkchi, H.V., Sakhnenko, N.D., Korohodska, A.N., Yar-Mukhamedova, G.S., Stepanova, I.I., Zyubanova, S.I. Features of Plasma-Electrolyte Synthesis of Heterooxide Nanocomposites on Multicomponent Alloys of Valve Metals. In: Nanooptics and Photonics, Nanochemistry and Nanobiotechnology, and Their Applications. *Springer Proceedings in Physics*, 2023, 280, 123-147.

4. Sakhnenko N.D., Ved M.V., Karakurkchi A.V.; Nanoscale Oxide PEO Coatings Forming from Diphosphate Electrolytes In: Nanooptics and Photonics, Nanochemistry and Nanobiotechnology, and Their Applications. *Springer Proceedings in Physics*, 2016, 195, 507–531

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ПОВЕРХНІ

Селіхов Ю. А.[1)], Горбунов К. О.[2)], Миронов А. М.[3)], Ільченко М. В.[4)], Нагорний Е. Р.[5)], Пільник І. В.[6)], Рись В. Г.[7)]

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна

[1)] syua2016@ukr.net, [2)] gor.kona2016@gmail.com, [3)] anton.myronov@khpi.edu.ua, [4)] mariia.ilchenko@khpi.edu.ua, [5)] eldar.nahornyi@ihti.khpi.edu.ua, [6)] ivan.pilnyk@ihti.khpi.edu.ua, [7)] vitalii.rys@ihti.khpi.edu.ua

При вирішенні різноманітних задач пожежної безпеки, насамперед, для припинення горіння на підставі охолоджуючої та флегматизуючої дії води та для створення умов пожежної безпеки (захисту від теплових конвекційних потоків та випромінювання, а також використання води для захисту будівельних конструкцій в умовах пожежі), необхідно знати умови теплообміну диспергованої рідини з охолоджуваною поверхнею [1]. Найбільш ефективно гасіння пожеж водою способом охолодження поверхні речовини, що горить, здійснюється під час горіння твердих горючих матеріалів. При охолодженні палаючих речовин водою деяка її кількість випаровується і переходить у пару, завдяки чому підвищується швидкість гасіння. Поверхня матеріалу, що горить, при попаданні води частково змочується. У деяких випадках вода проникає в глибину за рахунок механічної дії струменів. Потрібно зазначити, що у разі наявності гетерогенного горіння (тління, горіння коксу, деревного вугілля, сажі) дія водяного струменя приводить до охолодження безпосередньо зони горіння твердих речовин. У пожежній техніці для розпилення води використовується переважно гідравлічний метод, як найбільш простий і економічний за споживанням енергії на диспергування рідини (2–4 кВт на диспергування 1 т рідини), при цьому, в основному охолоджують матеріали (деревне вугілля, деревину, волокнисті матеріали, пластик, нафтопродукти, огороджувальні поверхні будівельних корпусів і т.д.). В науковій літературі не було знайдено інформації щодо наукових досліджень охолодження високотемпературної поверхні диспергованою рідиною з різною концентрацією поверхнево-активних речовин.

Таким чином, метою дослідження є розробка узагальнених рекомендацій визначення граничних умов нестаціонарного теплообміну розпиленої рідини – води з різними концентраціями поверхнево-активних речовин з високотемпературною поверхнею, справедливих при довільному механізмі диспергування рідини та її подачі до поверхні з урахуванням взаємозалежного впливу визначальних чинників.

Тобто:

1. Розробка методики експериментального дослідження локальних умов нестаціонарного теплообміну.

2. Розробка та виготовлення експериментального стенду, на якому будуть виконуватись дослідження впливу щільності зрошення, температури поверхні, ступеня недогріву рідини, її швидкості та кута натікання на поверхню.

3. Розробка або підбір математичної моделі для розрахунків: теплових потоків, коефіцієнтів тепловіддачі, динаміки гідравлічних способів диспергування рідини – води з різними концентраціями поверхнево-активних речовин, критичних теплових потоків та температур поверхні в області переходу від плівкового до бульбашкового режиму кипіння у функції визначальних факторів.

4. Встановлення самостійного впливу ступеня нестаціонарності процесу на умови теплообміну.

Розгляд результатів опублікованих досліджень показують, що при вивченні теплообміну між високотемпературною поверхнею та диспергованою рідиною можна виділити чотири основні групи факторів.

Першу групу складають гідродинамічні фактори: густина зрошення g, швидкість натікання охолоджуючого середовища на поверхню W_C, концентрація рідини у двофазному середовищі, концентрація поверхнево-активних речовин у рідині та дисперсний склад рідкої фази.

Другу групу утворюють термічні фактори: температура поверхні $t_{\text{п}}$ і температура охолоджуючого середовища $t_{\text{С}}$ (або ступінь недогріву середовища до кипіння $\Delta t_{\text{Н}}$), швидкість зміни температури поверхні $W_{\text{Т}} = \partial \text{t}_{\text{п}}/\partial \tau$.

До третьої групи належать геометричні фактори: відстань джерела диспергованого середовища від поверхні H, кут натікання середовища δ_C, форма поверхні, що охолоджується.

До четвертої групи входять технологічні фактори: швидкість переміщення поверхні $W_П$, щільність розміщення системи джерел диспергованого середовища та їх взаємна орієнтація.

Аналіз природи впливу низки перелічених чинників показав, що у разі, коли вивчається взаємозв'язок між локальними значеннями щільності теплового потоку і щільності зрошення ряд факторів не надає самостійного впливу на умови теплообміну. Роль їх проявляється через величину локальної щільності зрошення, що залежить від зазначених факторів.

Список літератури:

1. Тарахно О.В., Шаршанов А.Я. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній справі. Навчальний посібник. Харків, 2004. 252 с.

2. Селіхов Ю.А., Рищенко І.М., Горбунов К.О., Нагорний Е.Р. Інтеграція теплообміну високотемпературної поверхні // Інтегровані технології та енергозбереження. Харків НТУ «ХПІ». 2024. №3. С. 3-11.

МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА В РОЗЧИНАХ НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Смірнова О. Л.[1)], Ніконов А. Ю.[2)], Замай А. О.[1)], Смірнова С. Д.[1)]
[1)] Національний технічний інститут "ХПІ", кафедра технічної електрохімії, вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61000, e-mail: tgg_ggt@ukr.net
[2)] Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, медичний факультет майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022, e-mail: med@karazin.ua

Наноматеріали складаються з наночастинок розміром від 1 до 100 нм із поверхневими ефектами, квантовими розмірними ефектами та макроскопічними квантовими тунельними ефектами. Наноматеріали мають чудові властивості в оптичних, термічних, електричних, магнітних, механічних та хімічних областях. В останні роки дослідження нано-срібла досягли надзвичайно багатих результатів у галузі підготовки, властивостей та застосувань. Нано-срібні матеріали широко використовуються в кераміці, електронній промисловості та екологічно чистих матеріалах і мають широкі перспективи застосування в галузі антибактеріальних матеріалів, каталізаторів та електродних матеріалів. Існують різні способи отримання нано-срібла, багато методів класифікації, таких як класифікація за умовами реакції, попередниками реакції та механізмом отримання. За механізмом реакції їх можна розділити на дві основні категорії: фізичні методи та хімічні методи.

Срібло (нано-срібло) застосовується в медицині для лікування ран, виразок, для стерилізації та збільшення термінів зберігання лікарських препаратів, у стоматології, а також у біології. Препарати, що містять срібло, активні проти багатьох збудників ранових інфекцій (*Staphylococus spp., E. Coli, P. Aeruginosa, Proteus spp., Klebsiella spp.*). Порівняно з традиційними антибактеріальними агентами на основі срібла нано-срібло, що отримане за допомогою нанотехнологій, не тільки має більш значний антибактеріальний ефект, але також має більш високу безпеку і володіє більш тривалим ефектом. Як антибактеріальний агент нано-срібло має велику питому поверхню, малий розмір часток, легко контактує з патогенними мікроорганізмами та може виявляти максимальну біологічну активність. Більшість нано-композитів, що використовуються в антибактеріальній упаковці харчових продуктів, ґрунтуються на наночастинках срібла, у зв'язку з чим срібло має потужнішу антибактеріальну активність.

Метод хімічного відновлення в даний час є одним із методів, що найбільш широко використовується в лабораторії та промисловості. Принцип полягає в тому, що сіль срібла, така як нітрат срібла і сульфат срібла, і відповідний відновник, такий як гідрат гідразину, цитрат натрію, формальдегід, багатоатомний спирт та перекис водню, реагують у рідкій фазі для відновлення Ag^+ до Ag^0 і перетворюються на колоїдне срібло.

Принцип осадження наночастинок металу з розчину достатньо простий. Метал відновлюється відповідним відновником із розчиненої солі металу або

металоорганічної сполуки у присутності ліганду-стабілізатору. Органічний ліганд, який взаємодіє з поверхнею металу, блокує подальше зростання наночастинки. При відсутності стабілізатору метал осідатиметься як монолітний мікрокристалічний матеріал. У процесі синтезу наночастинки важлива кінетика трьох процесів – швидкості утворювання зародків, швидкості зростання кристалів і швидкості встановлення рівноваги адсорбції – десорбції ліганду.

Цитратний метод отримання наночастинок золота можна застосувати і для отримання наночастинок срібла. Але, оскільки срібло більш активний метал, ніж золото (E_0Ag^+/Ag^0 = 0,8 В, E_0Au+3/Au^0 = 1,5 В), синтез наночастинок срібла відбувається більш складно через здатність срібла до швидкого окиснення і агрегації. Для посилення стійкості колоїдних розчинів наночастинки срібла необхідно стабілізувати. У цитратному методі отримання наночастинок срібла і відновником, і стабілізатором служить цитрат-аніон, що отримується при розчиненні у воді натрієвої тризаміщеної солі лимонної кислоти. При нагріванні розчину та окисненні цитрат-аніону утворюється ацетондикарбонова та ітаконова кислоти. Ці кислоти адсорбуються на поверхні частинок та контролюють їх зростання.

У даний час існують два механізми, що пояснюють утворення та зростання наночастинок срібла. І по першому, і по другому механізму спочатку утворюються кластери срібла, які потім взаємодіють зі стабілізатором – цитратом і конденсуються, утворюючи більш великі частинки. Після досягнення розміру ~ 1нм конденсація кластерів більше не відбувається і утворення наночастинок по першому та другому шляху починає різнитися.

У першому випадку концентрація стабілізатора виявляється достатньою і подальше зростання частинок відбувається за рахунок відновлення іонів срібла на поверхні наночастинок. При цьому збільшення розмірів частинок відбувається повільніше, що призводить до утворення стійких колоїдних розчинів наночастинок, переважно сферичної форми. У другому випадку концентрація стабілізатора (цитрату) виявляється недостатньою, щоб запобігти агрегації кластерів. Це призводить до утворення наночастинок великого діаметру. Великий вплив на розміри наночастинок надає співвідношення концентрацій іонів срібла і цитрат-аніону, і навіть час кип'ятіння розчину. Взаємодія ліганду – стабілізатора з металом може бути й порівняно слабким. Прикладами такої стабілізації є стабілізація наночастинок срібла цитрат-іонами та стабілізація полімерними молекулами, що адсорбуються.

Список літератури:

1. H. Zhong, W. Ye, X. Wang и R. Sun Research Progress of Nanosilver // Hans Journal of Nanotechnology. 2012.V. 28 (5). 2012. p. 53.

2. L. Ren, F. Tang. Enhancement effect of Ag-Au nanopartiles on glucose bisensor sensitivity // Acta Chimica Sinica. 2002. 60(3). pp. 393-397.

3. Silver S. Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds // FEMS Microbiology Rev. 2003. V. 27(2-3). pp. 341-353.

ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ПЛАСТИКУ З ОТРИМАННЯМ ПРОДУКТІВ З ВИСОКИМ СТУПЕНЕМ ГРАФІТИЗАЦІЇ (КОРОТКИЙ ОГЛЯД)

Тіщенко О. М.[1)], Близнюк О. В.[2)]

[1)]НТУ "ХПІ" аспірант кафедри ТПМ і БАП, вул. Кирпичова 21, Харків 61002, Україна, Oleh.Tishchenko@ihti.khpi.edu.ua

[2)]НТУ "ХПІ" доцент кафедри ТПМ і БАП, канд. техн. наук, ул. Кирпичова 21, Харків 61002, Україна, avbkhpi@gmail.com

Розробка методології і процесів переробки відходів пластику та продуктів його піролізу з отриманням продуктів з високим ступенем графітизації є інноваційною галуззю, що поєднує хімію, матеріалознавство та екологію. Основною метою цієї технології є не лише утилізація пластикових відходів, але й перетворення їх на цінні вуглецеві матеріали, такі як графіт і графен, які мають широке застосування у різних галузях промисловості.

Основні етапи **отриманням продуктів з високим ступенем графітизації**:

Підготовка сировини: Первинний етап включає сортування та підготовку пластикових відходів. До сировини підходять поліетилен, поліпропілен, полістирол та інші термопласти, що є основою для отримання вуглецевих матеріалів після піролізу.

Піроліз пластмас: Піроліз є основним процесом термічного розкладу пластикових матеріалів за відсутності кисню, під час якого полімерні ланцюги руйнуються з утворенням різноманітних продуктів. Температура піролізу може варіюватися в межах від 400°C до 800°C, можуть використовуватися каталізатори на основі цеолітів, металів і оксидів металів, в залежності від типу пластику та кінцевих продуктів, які планується отримати.

Отримання вуглецевого матеріалу: Вуглецеві залишки після піролізу містять вуглець у формі аморфного або напівкристалічного вуглецю.

Для отримання продуктів з високим ступенем графітизації цей матеріал піддається додатковій термічній обробці при температурах понад 2000°C. Процес графітизації полягає у трансформації аморфного вуглецю в графітову структуру шляхом реорганізації атомів вуглецю у впорядковані шари.

Процес графітизації: Для досягнення високого ступеня графітизації використовується високотемпературний піроліз або індукційний нагрів. Процес може тривати кілька годин, щоб забезпечити належну перекристалізацію. Основною метою є отримання графіту з високим ступенем чистоти, низькою кількістю домішок і з кристалічною структурою, придатною для подальшого використання у виробництві акумуляторів, електродів, наноматеріалів тощо.

Модифікація графіту: У деяких випадках, для поліпшення властивостей, матеріал може піддаватися хімічній або фізичній активації, щоб отримати графен або інші наноструктуровані вуглецеві матеріали. Також можливе доповнення графітового матеріалу домішками (бор, азот тощо) для покращення його електропровідності, міцності та інших властивостей.

Очищення та сепарація продуктів: Після графітизації продукт може вимагати додаткового очищення від домішок. Це може бути досягнуто шляхом

фізичного видалення домішок (фільтрація, магнітне розділення) або хімічних методів (промивання кислотами) [1, 2].

Останніми роками було зареєстровано кілька міжнародних патентів, що стосуються переробки пластикових відходів методом піролізу з отриманням продуктів із високим ступенем графітизації.

Патент [3]описує процес отримання графіту з пластикових відходів шляхом піролізу та подальшої термічної обробки, [4] стосується каталізаторного піролізу пластикових відходів для отримання продуктів з високим вмістом вуглецю, [5] описує метод перетворення пластикових відходів у графітові матеріали через піроліз, [6] стосується виробництва графіту з полімерних відходів шляхом піролізу, [7] описує спосіб синтезу графіту з відходів пластику, [8] стосується піролізу пластикових відходів для отримання високочистого графіту, [9] описує метод отримання графітових матеріалів з пластикових відходів, [10] стосується каталізаторного піролізу пластикових відходів для отримання графіту, [11] описує виробництво високоякісного графіту з полімерних відходів, [12] стосується способу отримання графіту з відходів пластику через піроліз.

Продукти піролізу і графітизації мають високу ринкову вартість, що робить процес економічно вигідним, особливо з огляду на попит на графіт та графен у сучасних технологіях. Використання сучасних методів очищення (наприклад, іонного обміну чи мембранних технологій) для видалення домішок з отриманого графіту покращить його характеристики та ринкову вартість. Каталізаторний піроліз є ефективним методом для перетворення пластикових відходів у графітові матеріали. Правильний підбір каталізаторів і умов процесу дозволяє отримати високоякісні продукти, що можуть використовуватися у різних галузях промисловості, включаючи виробництво батарей і електроніки.

Список літератури:

1. Qureshi, M. S., Oasmaa, A., Pihkola, H., Deviatkin, I., Tenhunen, A., Mannila, J., Minkkinen, H., Pohjakallio, M., & Laine-Ylijoki, J. (2020). Pyrolysis of plastic waste: Opportunities and challenges. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, *152*, Article 104804. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2020.104804

2. Ateyya A. Aboul-Enein, Mostafa A. Azab, Ahmed M. Haggar, Ahmed E. Awadallah Journal of Material Cycles and Waste Management, 2022, № 1, p. 272-287

3. US10240056B2 (2019): "Method for producing graphite from waste plastics"

4. EP3456789A1 (2019): "Catalytic pyrolysis of plastic waste for high-carbon products"

5. CN110123456A (2020): "Process for converting plastic waste into graphite materials"

6. JP2020123456A (2020): "Production of graphite from polymer waste via pyrolysis"

7. KR20210012345A (2021): "Method for synthesizing graphite from waste plastics"

8. US11098765B2 (2021): "Pyrolysis of plastic waste to produce high-purity graphite"

9. EP3678901A1 (2021): "Method for producing graphite materials from plastic waste"

10. CN112345678A (2022): "Catalytic pyrolysis process for converting plastic waste into graphite"

11. JP2022123456A (2022): "Production of high-quality graphite from polymer waste"

12. KR20220012345A (2023): "Method for obtaining graphite from waste plastics via pyrolysis"

ОПТИМІЗАЦІЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ЗАПОВНЮВАЧА ДЛЯ ШЛАКОЛУЖНИХ БЕТОНІВ

Шабанова Г. М.[1)], Логвінков С. М.[2)], Шумейко В. М.[1)], Корогодська А. М.[1)], Кривобок Р. В.[1)], Сахненко М. Д.[1)]

[1)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Alla.Korohodska@khpi.edu.ua

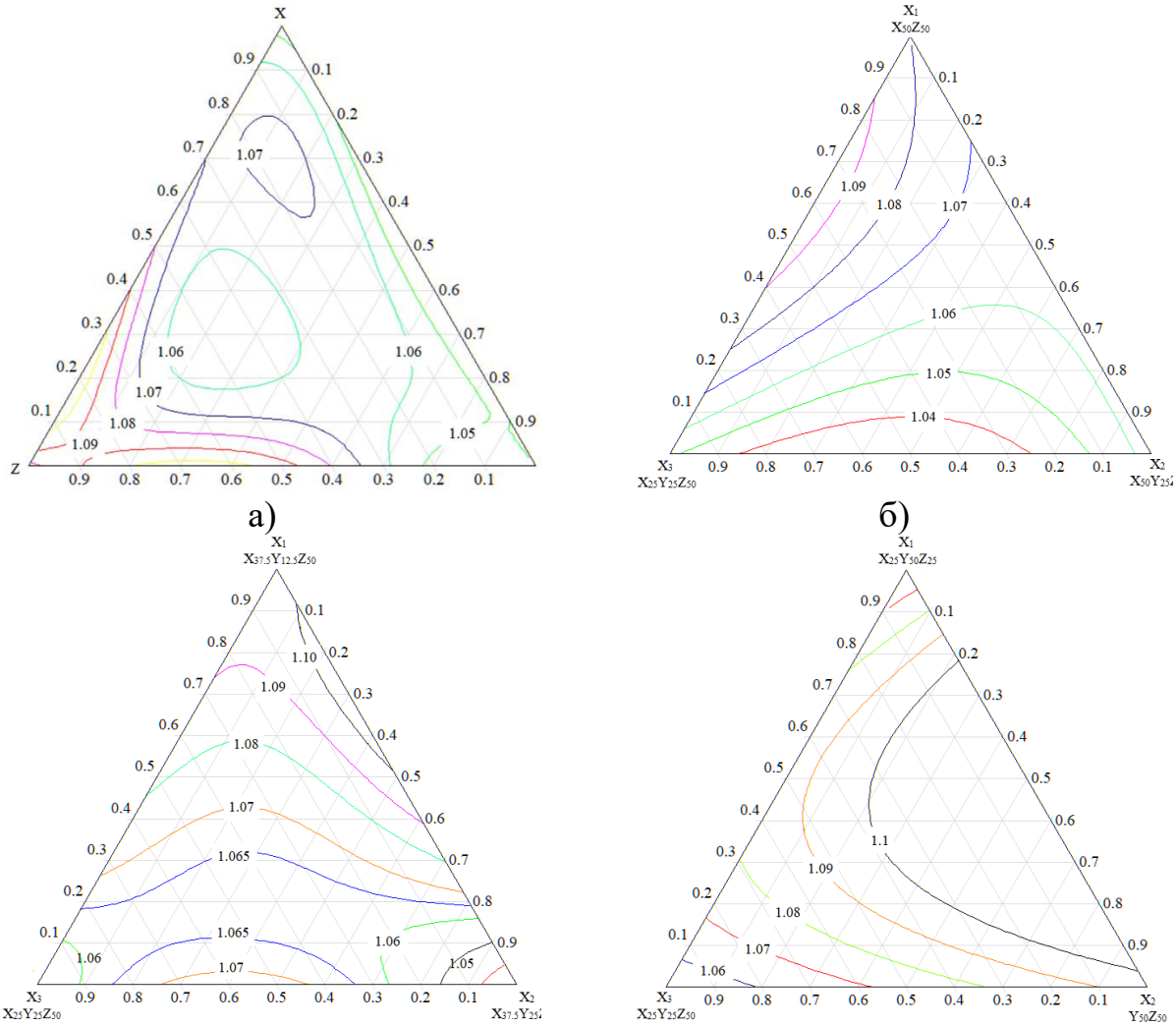
[2)]Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, вул. Чорноглазівська, 17, Харків

Сучасне бетонознавство відіграє неоціненну роль у досягненні цілей зі скорочення екологічної шкоди для навколишнього середовища та забезпечує максимально корисне використання бетону у стійкому проектуванні, з акцентом щодо впливу на навколишнє середовище, а також на здоров'я та безпеку працівників та споживачів [1].

Фахівці-практики в галузі цивільного будівництва віддають перевагу складам бетону, заснованим на класичних або сучасних методах його підбору. Методи, що використовуються, є або експериментальними (лабораторні випробування), або емпіричними (напівемпіричними), або аналітичними. У сучасних умовах підбір складу бетону орієнтований на методи, що ґрунтуються на математичному моделюванні [2]. Основою якісного бетону є правильний підбір гранулометричного складу заповнювача, що дозволяє досягти найбільш щільної упаковки зерен, і, як наслідок – підвищеної міцності при стисканні, водонепроникності та морозостійкості [3].

Як найбільш часто використовуваний крупний заповнювач використовується гранітний гравій різних фракцій, а як дрібнозернистий компонент використовують піски з різним модулем крупності. Гідравлічно активним компонентом шихт, що розробляються, є шлаколужне в'яжуче [4, 5].

У роботі наведено результати визначення раціонального вмісту фракцій гранітного гравію та піску для бетонних вібропресованих виробів, що відповідає умовам досягнення високого ступеня ущільнюваності. Аналіз результатів експериментальних досліджень послідовно звужував концентраційну область складів шихт з високими значеннями насипної щільності та коефіцієнтів ущільнення, виділивши раціональний склад фракцій шихти (мас. %): 37,5 – фракція 5 – 10 мм гранітного гравію (X), 25 – фракція 2 – 5 мм гранітного гравію (Y) та 37,5 – фракція 0 – 0,3 мм пісок (Z) (рис. 1, а-г). Для математичної обробки результатів експериментів використано симплекс-решітчастий метод моделювання. За результатами аналізу рівнянь регресії та діаграм «склад – властивість» встановлено закономірності змін насипної щільності під привантаженням та коефіцієнта ущільнення трифракційних шихт залежно від їх складу. Відхилення між експериментальними та розрахунковими даними склали 1,5 – 2,8 % та 2,1 – 3,2 % за насипною щільністю під привантаженням та коефіцієнтом ущільнення, що підтвердило високий ступінь точності прогнозування заданих властивостей трифракційних шихт та релевантність отриманих математичних моделей.



а) б)

в) г)

Рис. 1 – Ізолінії значень коефіцієнта ущільнення для досліджуваних складів шихт

Дослідження проводилися за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проєкту 2021.01/0316 «Розроблення складів композиційних матеріалів для дорожнього будівництва на основі багатотоннажних відходів».

Список літератури:

1. Aïtcin P.-C., Flatt R. Science and Technology of Concrete Admixtures. Woodhead Publishing, 2016. 668 p.

2. Kumar Sh., Barai S.V. Concrete Fracture Models and Applications. Springer-Verlag Berlin, 2011. 262 p.

3. Vipin Kant Singh. The Science and Technology of Cement and Other Hydraulic Binders. Woodhead Publ., 2023. 920 p.

4. Шабанова Г.М., Корогодська А.М., Шумейко В.М., Борисенко О.М., Кривобок Р.В., Сахненко М.Д. Розробка складів шлаколужних в'яжучих матеріалів для тротуарних виробів // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 2023, No. 5. pp. 147-154.

5. Шабанова Г.М., Корогодська А.М., Шумейко В.М., Щукіна Л.П., Кривобок Р.В., Сахненко М.Д. Вплив активаторів тверднення на фізико-механічні властивості шлаколужних в'яжучих матеріалів // Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii, 2023, No. 5. pp. 155-162.

СЕКЦІЯ 6. ІСТОРИЧНІ, СОЦІОКУЛЬТУРНІ ТА ОСВІТНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ НАУКИ І ТЕХНІКИ ЯК ЧИННИКИ ЦИВІЛІЗАЦІЙНОГО ПОСТУПУ

MODERN INFORMATION-MEASUREMENT TECHNOLOGIES: TRANSFORMING TALENT SELECTION IN THE DIGITAL AGE

Karmadonova T.
Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential and Science History Studies of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv,
takarmadonova@gmail.com

The modern labor world is undergoing unprecedented transformations. The emergence of new forms of work behavior during hiring and employment, such as overemployment, quiet quitting, and lying flat, poses significant challenges for traditional recruitment systems. Current labor market demands require enhanced accuracy and objectivity in candidate assessments. Integrating information-measurement technologies with artificial intelligence creates new opportunities to address these challenges.

An effective hiring strategy should consider metrics aligned with the company's strategic goals and business needs. To achieve this, modern information-measurement technologies are implemented. For instance, artificial intelligence is used for resume analysis and predicting candidates' performance, while machine learning models success through big data analysis. Psychometric tests automate the evaluation of soft skills, and biometric technology analyzes emotions during interviews. Additionally, VR/AR technologies conduct simulation tests to assess practical skills in realistic conditions.

Methods like gamification allow skills to be tested through gaming mechanics and simulation games, enhancing teamwork effectiveness. Gamified methods have been found to effectively predict workplace behavior [1]. Psychometric approaches include psychological tests and behavioral pattern analysis. All these technologies, including AI and machine learning, make the candidate assessment process more accurate and effective, enabling organizations to identify candidates whose skills and attributes align closely with job requirements while improving the overall candidate experience.

Innovative solutions such as Textio, Recruit'em, Celential.ai, HireVue, and Pymetrics utilize AI and NLP to automatically enhance job postings, create Boolean search queries, and analyze candidate profiles, improving accuracy and diversity in hiring. Textio helps tailor job ads for inclusivity, while Recruit'em optimizes searches through social media and technical platform analysis. HireVue is an AI system for video interviews that assesses verbal and non-verbal cues to predict candidate-job fit, and Pymetrics uses neurobiological games and AI to forecast candidates' compatibility with corporate culture based on soft skills evaluation. These technologies aid in data-driven candidate assessments and performance predictions.

AI forecasts candidate productivity by analyzing skill alignment with job requirements. Machine learning algorithms create a profile of the "ideal candidate" and compare it with available data, assessing cultural fit and professional potential. Additionally, AI automates tasks like interview scheduling, reducing time expenditure, and predicts employee turnover by analyzing behavior. Companies like Microsoft, IBM, and Facebook implement these technologies to enhance efficiency while adhering to ethical data processing standards [2].

AI-based selection methods attract organizations due to significant speed and efficiency improvements compared to traditional evaluation methods. According to Hunkenschroer and Luetge, these methods are essential resources in the current "war for talent." However, for effective AI application in HR, companies must ensure adequate infrastructure, the necessary expertise of HR professionals, and sufficient funding [3].

Information and measurement systems (IMS) that utilize AI help optimize inclusivity metrics, which is a crucial factor for many organizations. Technologies like Textio analyze job posting language and help avoid phrases that might discourage certain groups of candidates. Despite significant advantages, particularly in improving accuracy and selection speed, implementing IMS requires careful assessment of both financial and technical resources. It is necessary to ensure data reliability, privacy protection, and ethical use of technology to avoid biased decisions.

The implementation of modern information and measurement technologies in the hiring process leads to significant improvements, such as reducing time-to-hire, improving selection quality, and decreasing recruitment costs. This also enhances candidate experience during interviews, increases assessment objectivity, and optimizes overall hiring processes. The adoption of such technologies helps companies adapt to modern labor market challenges, improving recruitment practices' efficiency and ensuring competitive advantages.

However, it is essential not to overlook the critical role of human involvement in the recruitment process. Even when leveraging AI-based solutions, humans should carefully review and validate all decisions and recommendations. This ensures errors or biases in automated systems are identified and corrected, maintaining fairness and alignment with organizational values.

Further research on modern information measurement technologies (IMS) should focus on developing strategies to mitigate AI biases and ensure fairness in recruitment decisions. Additionally, exploring models for effective human-AI collaboration will help balance automation with essential human oversight, fostering more ethical and reliable hiring processes.

Reference list:

1. Georgiou K, Gouras A, Nikolaou I. Gamification in employee selection: The development of a gamified assessment. Int J Select Assess. 2019;00:1–13. https://doi.org/10.1111/ijsa.12240.

2. Koman G, Boršoš P, Kubina M. The Possibilities of Using Artificial Intelligence as a Key Technology in the Current Employee Recruitment Process // Administrative Sciences. 2024; 14(7):157. https://doi.org/10.3390/admsci14070157.

3. Jacob Fernandes França, T., São Mamede, H., Pereira Barroso, J. M., & Pereira Duarte Dos Santos, V. M. (2023). Artificial intelligence applied to potential assessment and talent identification in an organisational context // Heliyon, 9(4), e14694. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14694.

OVERVIEW OF THE MODERN HISTORIOGRAPHY OF HISTORICAL DIGITAL GAMES

Kramskyi V. V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
str. Kirpychova 2, Kharkiv, 61002, Ukraine,
e-mail: volodymyr.kramskyi@sgt.khpi.edu.ua

This paper explores the main areas of research within the field of historical digital games, examining how these games serve as unique platforms for engaging with historical content, shaping identity, and influencing socio-political discourse.

Research in applying historical digital games for historical pedagogy focuses on how digital gaming can enhance students' engagement with historical content, foster critical thinking, and support the development of historical empathy. Scholars have highlighted digital games as tools for immersive and interactive learning experiences that traditional methods often lack (McCall, 2011; Chapman, 2016). These games provide players with the agency to explore historical narratives, make choices, and engage with historical complexities within simulated environments, which can support a deeper understanding of the past (McCall, 2016; Kapell and Elliott, 2013).

Another focus is on the accuracy and authenticity of historical representation in games, as well as the balance between entertainment and educational value, which can impact learners' perceptions of history (Chapman, 2016; Uricchio, 2005; Kee, 2011; Houghton, 2022). Some researchers also investigate the social implications of historical games, including how these games can reinforce or challenge historical stereotypes and national narratives (Kapell and Elliott, 2013). Furthermore, the role of player agency and the impact of player decisions on historical interpretation within games offer avenues for examining students' understanding of causality and contingency in history (Chapman, 2016).

Research into the socio-political impact of historical digital games reveals that games are not only entertainment tools but also influential vehicles for political messaging, memory construction, and cultural critique. Scholars argue that games can function as political tools, conveying implicit or explicit messages that influence players' perceptions of historical and contemporary political issues (Magnet, 2006; Mukherjee, 2017). Magnet (2006), for example, discusses how Tropico encourages players to navigate political and economic challenges as a leader in a fictional Caribbean setting, thus reinforcing or critiquing stereotypes about authoritarian rule and development in post-colonial contexts.

Additionally, the representation of colonialism and post-colonial critique in games is a growing research focus. Scholars investigate how games depict the colonial past and reflect post-colonial critiques, either perpetuating colonial ideologies or offering spaces for critical examination of empire and resistance, bringing indigenous peoples to focus among other things (Mir & Owens, 2013). Mukherjee (2017) explores how game narratives and mechanics both embody and subvert colonial logic, allowing players to experience and reflect on issues such as exploitation, cultural hegemony, and resistance within digital realms.

Research into games and historical identity examines how digital games shape players' perceptions of identity across dimensions of race, gender, and nationality, as well as how games contribute to discussions on inclusivity and representation (Martin, 2016).Another key area of research addresses gender and sexuality in games, examining how game culture has historically marginalized certain identities and how contemporary games and gaming communities are evolving to include more diverse representations (Shaw, 2014). Murray (2017) examines how visual politics in games construct identity spaces, analyzing how representations of race and gender impact players' experiences and perceptions of historical narratives. Together, these studies underscore the importance of critically examining games as cultural artifacts that shape and reflect historical identities.

As has been shown, scholars have investigated several critical themes primarily: the role of games in historical pedagogy, the socio-political impacts of games, particularly in how they represent and critique historical memory, colonialism, and post-colonial dynamics; and the construction of historical identity through depictions of race, gender, and nationality.

Reference list:

1. Chapman, A. (2016) *Digital games as history: How videogames represent the past and offer access to historical practice*. New York: Routledge.

2. Houghton, R. (2022). *Teaching the Middle Ages through modern games: Using, modding and creating games for education and impact*. De Gruyter.

3. Kapell, M.W. and Elliott, A.B.R. (eds) (2013) *Playing with the past: Digital games and the simulation of history*. London: Bloomsbury.

4. Kee, K. (2011) 'Computerized history games: Learning representations of history', *Simulation & Gaming*, 42(4), pp. 423-440.

5. Magnet, S. (2006) 'Playing at Colonization: Interpreting Imaginary Landscapes in the Video Game Tropico', *Journal of Communication Inquiry*, 30(2), pp. 142–162. Available at: http://doi.org/10.1177/0196859905285320.

6. Martin, P. (2016) 'Race, Colonial History and National Identity: Resident Evil 5 as a Japanese Game', *Games and Culture*, 13(6), pp. 568–586. Available at: http://doi.org/10.1177/1555412016631648.

7. McCall, J. (2011) 'Gaming the past: Using video games to teach secondary history', *The History Teacher*, 44(4), pp. 417-430.

8. McCall, J. (2016) 'Teaching history with digital historical games: An introduction to the field and best practices', *Simulation & Gaming*, 47(4), pp. 517-542.

9. Mir, R and Owens, T (2013) Modelling Indigenous Peoples: Unpacking Ideology in Sid Meier's *Colonization*. In: Kapell, M and Elliott, A B R (Eds.), *Playing with the Past: Digital Games and the Simulation of History*, 91–106. New York/London: Bloomsbury Publishing USA.

10. Mukherjee, S. (2017) *Videogames and Postcolonialism: Empire Plays Back*. London: Palgrave Macmillan.

11. Murray, S. (2017) *On Video Games: The Visual Politics of Race, Gender and Space*. London: I.B. Tauris.

12. Shaw, A. (2014) *Gaming at the Edge: Sexuality and Gender at the Margins of Gamer Culture*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

13. Uricchio, W. (2005) 'Simulation, history, and computer games', in Raessens, J. and Goldstein, J. (eds) *Handbook of computer game studies*. Cambridge: MIT Press, pp. 327-338.

THE UKRAINIAN ETHNOGENESIS IN THE CONTEXT OF ETHNIC AND LANGUAGE PROCESSES

Malikov V. V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
str. Kirpychova 2, Kharkiv, 61002, Ukraine,
e-mail: vasyl.malikov@khpi.edu.ua

The origins of Ukrainian people remain a theoretical issue of high interest in archeology, ethnology, history and political science. A complex approach and contextualization into ethnic, historical, economic, social, political and cultural realities are necessary to contribute to the contemporary research of Ukrainian ethnic processes and cultural development of the nation.

This study aims to trace the theoretical background of the concept "etnhogenesis" to describe and explain the origins of the Ukrainians and to summarize the results of diverse research of Ukrainian scholars nowadays.

Nina Clara Tiesler traced the conceptual history of the term ethnogenesis according to the different perspectives on and definitions of ethnicity from the late 19th century up to the present day leads to insights into diverse scholarly traditions. She points that it also illuminates the ways the concept is employed, which is dependent on very specific historic and political research contexts. The first references to the term ethnogenesis and a descriptive use of the concept was found and implemented in Latin American Studies in 1930s. Then ethnogenesis was used in the fields of anthropology and archaeology in different regions and scholarly traditions in the 1940s. While the term "ethnic group" had been established long before, the novelty of the notion of ethnogenesis was in its explicit emphasis on the genesis, on a formative process of ethnic groups and entities, thus acknowledging, implicitly at least, that ethnic groups are not natural, given entities, but instead result out of historical processes. From the 1940 to the 1960s, most academic reference to ethnogenesis at international level turned to the Soviet theory of ethnogenesis. Ethnogenesis was seen as the result of historical processes. The Soviet concept of ethnogenesis has its weaknesses, as it did not consider an ethnic change and variety at all. The instrumentalist perspective has offered quite complete explanations for the process ethnic changes by the Manchester School Anthropologists in 1950s. Their perspective was based on the observation of migrant workers that placed ethnic markers on highly circumstantial performances within new urban political configurations. In Sociology, the term has only gained momentum in the 1960s, during the phase of the so-called "ethnic revival" in American Sociology. While ethnicity may involve cultural referents as an explanatory variable the contribution of structural conditions to the emergence and persistence of ethnicity is very important factor. [4, p. 78–82].

The formation of an ethnicity is an extremely complex process called ethnogenesis. The formation of the Ukrainian people started in the last quarter of the first millennium. At that time, the territory of Ukraine was inhabited by separate tribes and peoples: Polyans, Tivertsi, Ulychi, Croats, Volynians, partly Severians, Drevlyans and Dregovians, who were nevertheless closely related, had the same ethnic culture and similar way of life [1]. With the establishment and growth of Kyivan Rus in the ninth and eleventh centuries, they developed strong trade and economic ties that became part of a network of cultural exchanges

and communication. All this led to an intense convergence of tribal ethnic groups and the formation of the proto-Ukrainian community. The inhabitants of Ukraine of that time successfully assimilated the cultural heritage of previous peoples and expanded their influence from the forest and forest-steppe to the steppe.

According to written and archaeological sources, the southern group of East Slavic tribes can be considered an ethno-cultural formation that became the basis for the formation of the Ukrainian nation. It was the inhabitants of Southern Rus' of the tenth to thirteenth centuries who represented the Ukrainian ethnos at the medieval stage of cultural and historical development. In the historiographical discourse of the twentieth and early twenty-first centuries, it is proved that Kyivan Rus was created by the autochthonous population of the Dnipro region, in which the leading role belonged to the Slavs-Polyans, who lived in close contact with numerous non-Slavic tribes [2].

Feudal fragmentation accelerated the process of ethnogenesis of many modern European nations, including Ukrainians. As a single entity with its own identity, Ukrainians completed their formation in the late twelfth and early thirteenth centuries. The self-designation of this ethnic group – Rus (plural), Rusyn (singular) – lasted until the nineteenth century, when it was replaced by another self-designation, 'Ukrainians', which was finally established universally only in the twentieth century [1]. This was accompanied by tangible transformations in the life of the people themselves. It is worth emphasising that in the Middle Ages, not only the self-name of the of the people, the basic features of its language, holidays of the calendar and life cycles, but also many elements of its everyday culture.

Identity is a milestone of ethnogenesis and consequent ethnic processes. The defining feature of Ukrainians is their awareness of their own identity, unity and self-sufficiency in the language, cultural and mental dimensions, as well as their understanding of differences from other, alien ethnic groups. The awareness of its own organic integrity, uniqueness and self-sufficiency, and the interconnectedness of all generations of Ukrainians are among the results of ethnogenetic processes. Despite the interruption of Ukrainian statehood, the loss of its own elite, ethnocide, every new generation of Ukrainians gave birth to a new elite that continued to fight for its own statehood and liberation from the rule of the occupying powers [3, p. 36]. The unfavorable conditions of statelessness could not interrupt the ethnic processes development and the continuity of the ethnic and cultural traditions of Ukrainians.

Reference list:

1. Балушок В. Г. Українська етнічна спільнота: етногенез, історія, етнонімія. Біла Церква: Вид. Пшонківський О. В., 2008.

2. Баран В. Д. та ін. Україна й українство в етнокультурних процесах: концептуальні узагальнення: колективна монографія. Київ: НДІУ, 2018.

3. Скляр В. Значення етнологічних студій сучасного українознавства для консолідації українства в європейському цивілізаційному поступі // Українознавчий альманах, 2018, Вип. 15, с. 35–38.

4. Tiesler, Nina Clara (2021) The Conceptual History of Ethnogenesis: A Brief Overview // New Diversities. Vol. 23. No. 1. 2021. pp. 73–87.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ УКРАЇНСЬКОЇ НАУКИ ЧАСІВ «ЧЕРВОНОГО ТЕРОРУ» В БІОГРАФІЇ СЕРГІЯ ПИЛИПЕНКА

Білас Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61000, Україна, e-mail: Julia.bilas95@gmail.com

«С.В. Пилипенко не був дипломованим ученим, але як директор наукової установи він зробив усе, що можна було в тих умовах. Він сам фактично підбирав кадри аспірантів…» [6, с. 112]. Такі спогади залишив український письменник Григорій Костюк про Сергія Володимировича Пилипенка – письменника і громадського діяча, фактичного очільника Харківського інституту літератури ім. Т.Г. Шевченка [1, с. 153], однієї з найцікавіших особистостей в персоніфікованій історії України за першу третину ХХ століття. Останні 8 років життя діяча відзначилися його участю в побудові нової української науки часів так-званої політики «українізації».

Історичні джерела слугують доказом, що С. Пилипенко не мав повної вищої освіти, оскільки був відрахований з київського Університету Святого Володимира [5, арк. 4] за розповсюдження нелегальної літератури[6, с. 117]. Студентські роки діяча припадали на останні роки існування Російської імперії, і він, як один з багатьох студентів сучасників підтримав антимонархічний рух.

Відрахування з університету та участь у Першій світовій війні сприяли зміні політичної орієнтації С. Пилипенка, який зазначав, що в 1919 році вступив до партії більшовиків [13, арк. 15]. Знайомство з більшовиками та хист до журналістської діяльності та організаційні здібності дозволили з початку 1920-х рр. побудувати у Харкові успішну партійну та літературну кар’єру [2, с. 354]

Високий ступінь довіри з боку партофісу до С. Пилипенка уже з другої половини1920-х рр. сприяв його участі у побудові нової української науки. По-перше, саме його було залучено до Президії Всеукраїнської державної правописної комісії 1927 року в складі академіків-філологів А. Кримського та О. Синявського та партійних керівників М. Скрипника та А. Приходька [3, с. 8]. По-друге, з 1926 року діяч увійшов до керівного складу новоутвореного Інституту літератури Тараса Шевченка у Харкові, який створювався з метою певної противаги Всеукраїнській Академії Наук. Юридично науковий заклад очолив академік Д.І. Багалій, фактично ним головував С. Пилипенко[7, с. 17]. Переслідуючи поставлену мету зібрання художньої та літературної спадщини Кобзаря він активно залучався до пошукових експедицій, до збору так-званих «автографів», стояв у витоках створення музею Т. Шевченка та формування бібліотеки при закладі [4, с. 35].

Відсутність дипломованої освіти та наукового досвіду не стали на заваді роботі із аспірантами та роботі з так-званими кабінетами і секціями інституту [8, с. 397]. Паралельно разом з С. Пилипенком як головою Держвидаву України працювала і Академія Наук [9, с. 275].

Архівні матеріали про роботу Всеукраїнської академії наук підтверджують, що в 1929 році прізвище Сергія Пилипенка взагалі фігурувало серед кандидатів

у члени академії [11, арк. 2], однак замість діяча згодом було прийнято Павла Тичину [12, арк. 23]. Кінець 1920-х рр. відзначився згортанням політики «українізації» і поступовим розгортанням репресивних дій проти науковців та митців. Як відомо, першими зазнали цькувань та репресивних мір науковці М. Грушевський та С. Єфремов [10, с. 124]. Цькування проти Сергія Пилипенка розпочалися в 1933 році постійними нападками всередині спілки «Плуг», і в інституті літератури. В кримінальній справі діяча донині зберігаються сфабриковані звинувачення, за якими С. Пилипенко намагався зібрати контрреволюційні кадри в інституті, перетворюючи установу на центр концентрації сил так-званої спілки УВО [13, арк 88].

Таким чином біографія Сергія Пилипенка розкриває сукупність проблем української науки 1920-х-1930-х рр., яка використовувалася збоку більшовицького керівництва як інструмент викриття «неблагонадійних кадрів». Результатом впровадження політики «українізації» стало фізичне і інтелектуальне знищення української інтелігенції як представників національної еліти.

Список літератури:

1. Білас Ю.В. «Odvertyj lyst do vsix» Сергія Пилипенка. Латинізація української писемності в добу національного відродження // Дослідження з історії і філософії науки і техніки. 2022. Дніпро. С.152–157.

2. Бойко Л.С., Брюховецький В.С., Зуб І.В. та ін., ...З порога смерті… Письменники України – жертви сталінських репресій. Випуск перший. Київ: «Радянський письменник». 1991. 495 с.

3. Вакуленко М. Міфи і реалії правописного процесу 1928 року: документальні свідчення // Наукові праці Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. 2019. Вип. 54. С. 5–21

4. Гальченко С.А. Відділ рукописних фондів і текстології. Інститут літератури ім. Т.Г. Шевченка НАН України 1926-2001. Сторінки історії Київ: Наукова думка, 2003. С. 33-35.

5. Державний архів м. Київа. Особова справа студента С.В. Пилипенка Ф. 16, Оп. 465, Спр. 3716, 25. арк.

6. Кардиналовська Т.М. Невідступне минуле. Київ. Майдан. С.176.

7. Ковалів Ю.І На академічних перспективах. // Слово і час. Вип. №11. Київ. 2018. С.11-26.

8. Костюк Г. Зустрічі і прощання. Едмонтон. 1987. 743 с.

9. Кримський А. Що зроблено на Україні в царині історико-філологічних наук за десятиліття 1917-1927 рр.? // Записки Історико-Філологічного відділу Української Академії Наук. Кн. 16. Киіів. 1928. С. 273-280

10. Малько В. Українська інтелігенція і геноцид: боротьба за історію, мову та культуру в 1920-х та 1930-х роках. Бостон, 2024. 426 с.

11. ЦДАГО України, ф.1, оп. 20, спр 2923, арк. 2. Витяг №15 із протоколу засідання комісії політбюро ЦК КП(б)У про добір кандидатур на розширене засідання ради ВУАН та розподіл вакантних кафедр у академії.

12. ЦДАГО України, ф.166, оп. 6., спр. 5924, арк. 23. Протокол №19 пленуму Українського інституту марксизму-ленінізму про добір кандидатів у дійсні члени ВУАН від 01.06.1929 р.

13. ЦДАГОУ. Обвинительное заключение по делу Пилипенко Сергея Владимировича. Ф. 263. Оп. І.Спр. 44228. Т. 7. 88 арк.

МИРОТВОРЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ПРОФЕСОРА ДЖОРДЖА КІСТЯКІВСЬКОГО

Гамалія В. М., Руда С. П.
Державний університет інфраструктури та технологій,
вул. Кирилівська 9, Київ, 02000, Україна,
e-mail: vgamaliia@gmail.com
e-mail: svetlana.ruda@yahoo.com

Джордж Кістяківський – видатний фізико-хімік, учасник проекту створення першої атомної бомби [1]. Українець за походженням, він після 1918 р. емігрував спочатку до Німеччини, а у 1926 р. – до США [2–6].

Наукові дослідження й науково-технічні розробки вченого стосувалися галузі фізики вибуху та вибухових речовин, створення атомної бомби. Ним було винайдено кілька видів вибухівки, зокрема пластид, розроблено гідродинамічну теорію вибуху і ядерний підпал першої американської плутонієвої бомби з використанням імплозивного вибуху (атомна бомба імплозивного типу) [7, с. 44–45].

З початком Другої світової війни уряд США залучив талановитого вченого до «Манхеттенського проекту» [8] – атомної програми, а також з 1941 року – до складу Американського Комітету Національної оборони. У 1944–1945 рр. Дж. Кістяківський керував розробкою детонаторів до перших американських атомних бомб, а 16 липня 1945 р. був учасником випробування першої атомної бомби з плутонієм [9, с. 125].

Приймаючи участь у розробці ядерної зброї, Дж. Кістяківський, як і деякі інші учасники проекту, ще не усвідомлював усіх можливих наслідків цієї науково-технічної діяльності. Позиція Дж. Кістяківського суттєво змінилася після Другої світової війни. Значною частиною діяльності вченого стали мирні ініціативи. Дж. Кістяківський виступав проти застосування ядерної зброї та її поширення, брав активну участь у міжнародних зустрічах учених, які боролися за мир, роззброєння і міжнародну безпеку, а також за відвернення світової термоядерної війни та мирне наукове співробітництво.

Через 23 роки після проведення випробування першої атомної бомби Дж. Кістяківський прийшов до рішення залишити усі свої консультативні посади у Пентагоні, що надало йому можливість вільно критикувати урядову політику в галузі стратегічного контролю ядерної зброї та мобілізувати громадську думку проти неї [7, с. 48]. Вчений займався не лише питаннями нової військової зброї, але й цікавився контролем над ядерним озброєнням. Дж. Кістяківський був співголовою американської делегації на Женевській конференції 1958 року щодо зменшення ризику раптового нападу. Працював науковим радником у багатьох програмах уряду США, призначених для контролю ядерної зброї, приділяючи значну увагу пропозиціям щодо угод про припинення випробувань ядерної зброї.

20 січня 1961 р. Дж. Кістяківський подав у відставку і повернувся до Гарварду [10]. Там його розчарування політикою уряду посилювалось, і він все більше бере участь у справах Національної академії наук, працюючи членом її ради з

1962 по 1965 рік і віце-президентом з 1965 по 1973 рік. Він був першим головою Комітету Академії з питань науки та державної політики та Комітету з розгляду звітів [11]. Зробив вагомий внесок у переговорах на вищому рівні між США та СРСР, що стосувалися роззброєння [9, с. 122].

На початку 1968 р. Дж. Кістяківський на знак протесту проти війни у В'єтнамі розриває свої зобов'язання перед Комітетом оборони і присвячує всю свою енергію та час, щоб запобігти всесвітній ядерній катастрофі. Він стає активним учасником Пагвоського руху учених (рух вчених, які виступають за мир, роззброєння та міжнародну безпеку, запобігання світовій термоядерній війні та наукову співпрацю) [7, с. 48].

Як можна підсумувати, Дж. Кістяківський зробив вагомий внесок в різні галузі хімії та фізики. Зокрема, його розробки у сфері вибухових речовин мали велике значення для створення атомної бомби. Окрім того, вчений був визнаним фахівцем в галузі хімічної кінетики та каталізу, а також фотохімії [9, с. 129]. Але Дж. Кістяківський також відомий, як активний противник застосування та поширення ядерної зброї, учасник руху за роззброєння і міжнародну безпеку, відвернення світової термоядерної війни та наукове співробітництво.

Список літератури:

1. George Bogdan Kistiakowsky. *Michigan State University, Department of Chemistry*. 2016. https://www.chemistry.msu.edu/faculty-research/portraits/george-bogdan-kistiakowsky/

2. Шендеровський В. Він створив її і добився її заборони. *Нехай не гасне світ науки*: у 4-х кн. Київ, 2006. Кн. 2. С. 117–123.

3. James D. Watson (2007). Avoid Boring People: Lessons from a Life in Science. Knopf. 368 p.

4. Lambers, W. (2020). Guest View: On Trinity anniversary, a farewell to arms? The Register-Guard. https://www.registerguard.com/story/opinion/columns/2020/07/16/guest-view-on-trinity-anniversary-farewell-to-arms/42032285/

5. National Science & Technology Medal Foundation (2016). George B. Kistiakowsky. National Medal of Science. https://nationalmedals.org/laureate/george-b-kistiakowsky/

6. Specter, M. (2017). A Modest Proposal for the March for Science. *The New Yorker*. https://www.newyorker.com/news/daily-comment/a-modest-proposal-for-the-march-for-science

7. Gamaliia V., Zabuga A., Zabuga G. Two sides of scientist George Kistiakowsky. *European philosophical and historical discourse*, 2022. P. 44–49. https://ephd.cz/wp-content/uploads/2022/ephd_2022_8_3/07.pdf.

8. The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb. *Atomic Archive*. 2020. https://www.atomicarchive.com/history/manhattan-project/p4s30.html.

9. Храмов Ю.О., Станкова М.Д. Видатний фізико-хімік Джордж Кістяківський (18.11.1900–07.12.1982). *Наука та наукознавство*. 2021. № 3 (113). С. 121–130. https://doi.org/10.15407/sofs2021.03.121

10. Dainton, Frederick (1985). George Bogdan Kistiakowsky (18 November 1900 – 7 December 1982). *JSTOR*, vol. 31, 376-408.

11. Rhodes, R. (1982). George Kistiakowsky's Interview. *Manhattan Project Voices*. https://www.manhattanprojectvoices.org/oral-histories/george-kistiakowskys-interview

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОЇ МЕТРОЛОГІЇ

Гончаров С.В., Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Кирпичова 2, м. Харків, 61000, Україна,
e-mail: tveekhipi@ukr.net

Метрологія, як наука про вимірювання, відіграє ключову роль у розвитку науки, техніки та промисловості. Історія розвитку української метрології є відображенням загального науково-технічного прогресу країни, що пройшла через численні етапи та значні події.

Перші метрологічні системи на території сучасної України виникли ще в давні часи, коли використовувалися природні одиниці вимірювання, такі як лікоть, палець та ступня. В Київській Русі метрологія була тісно пов'язана з торгівлею та ремеслами, де використовувалися різні міри довжини, ваги та об'єму. З XVI століття українські землі входили до складу Речі Посполитої, що вплинуло на розвиток метрологічних систем. В цей період відбувалося активне запозичення польських та литовських мір, що призвело до появи нових одиниць вимірювання. Після Андрусівського перемир'я 1667 р., коли частина українських земель перейшла під контроль Московського царства, почали впроваджуватися російські метрологічні стандарти. XIX століття стало періодом активного розвитку метрології в Україні. В цей час були створені перші метрологічні інститути та організації, що займалися стандартизацією та калібруванням мір. Важливою подією стало впровадження метричної системи, що значно спростило міжнародну торгівлю та наукові дослідження. Національний науковий центр «Інститут метрології» (ННЦ «Інститут метрології») був заснований у 1901 р. в Харкові за ініціативою видатного вченого Дмитра Менделєєва. Спочатку це була перша в Україні повірочна палатка для перевірки і таврування торговельних мір і ваг. У 1922 р. вона була перетворена в Українську Головну палату мір та ваг, а в 1933 р. – в Український науково-дослідний інститут метрології та стандартизації [2–3].

Інститут активно співпрацює з міжнародними метрологічними організаціями, бере участь у міжнародних наукових проектах та конкурсах. Наприклад, у 2024 р. молоді науковці інституту зайняли призові місця на Першому Європейському конкурсі найкращих молодих метрологів України [3].

Основні напрямки діяльності інституту:

1) Розробка та впровадженням нормативних документів з метрології, які встановлюють вимоги до методів вимірювання, еталонів та вимірювальних приладів. Це забезпечує єдність вимірювань та їх відповідність міжнародним стандартам [3].

2) Міжнародне співробітництво з Міжнародним бюро мір та ваг (BIPM) та Європейською асоціацією національних метрологічних інститутів (EURAMET). Це дозволяє інтегрувати українську метрологічну систему у світову та забезпечувати відповідність міжнародним стандартам [4].

3) Оцінка відповідності вимірювальних приладів та систем вимірювання встановленим стандартам. Це включає калібрування, випробування та сертифікацію приладів, що гарантує їх точність та надійність [4].

4) Наукові дослідження: фундаментальні та прикладні дослідження у сфері метрології, що сприяє розвитку нових методів вимірювання та вдосконаленню існуючих стандартів [4].

Державне підприємство “Харківстандартметрологія” веде свій початок з 8 жовтня 1901 року. Спочатку це була повірочна палатка для перевірки мір і ваг, яка з часом перетворилася на провідний науково-виробничий центр України в галузі метрології, стандартизації та підтвердження відповідності [5].

У воєнний час після повномасштабного вторгнення 24.02.2024 р. продовжує свою роботу незважаючи на воєнні умови. Вони активно сприяють забезпеченню точності метрологічних вимірювань, що є критично важливим для національної безпеки та економічного зростання. Підприємство оснащене сучасним обладнанням і засобами вимірювань, що дозволяє виконувати роботи на високому якісному рівні, наприклад еталон українського часу. 31.12.2023 р. будівля інституту зазнала пошкоджень в наслідок влучання безпілотника, на щастя зі співробітників ніхто не постраждав. Це вимусило адаптуватися до воєнних умов, що не ризикувати людьми та впровадити безліч нововведень у робочій процес.

Аналіз розвитку української метрології показує, що ця галузь пройшла довгий шлях від примітивних мір до сучасних високоточних вимірювальних систем. Важливими етапами було впровадження метричної системи створення спеціалізованих метрологічних установ на початку XX ст. та інтеграція України у міжнародну метрологічну спільнот на початку XXI ст. Попри те, що в країні триває повномасштабна війна з росією, метрологи продовжують забезпечувати єдність вимірювань у державі. Різні види вимірювань мають вирішальне значення для сприяння сталому розвитку світової економіки та довкілля – вимірювання споживання енергії в промисловості, будівлях і транспорті, управління ресурсами в сільському й лісовому господарстві, виявлення джерел забруднення довкілля та встановлення цілей щодо його захисту.

Список літератури:

1. Храмова-Баранова О. Історія метрології, стандартизації і сертифікації в Україні в XVIII-XX ст. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/KhramovaBaranova_Olena/Istoriia_metrolohii_standartyzatsii_i_sertyfikatsii_v_Ukraini_v_XVIII-XX_st.pdf? (Дата звернення 24.10.2024)

2. Національний науковий центр “Інститут метрології” URL: http://www.metrology.kharkov.ua/ (25.10.2024)

3. Національний науковий центр “Інститут метрології” URL: http://www.metrology.kharkov.ua/index.php?id=nsc_im_abouthtml&L=252 (26.10.2024)

4. Національний науковий центр “Інститут метрології” URL: http://www.metrology.kharkov.ua/index.php?id=24&L=18 (26.10.2024)

5. Державне підприємство “Харківстандартметрологія” URL:https://khsms.com/ (26.10.2024)

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРАКТИЧНОГО МИСЛЕННЯ

Гріффен Л. О.
Національний історико-архітектурний музей «Київська фортеця»
вул. Чернишевського 10, м. Боярка, Київська обл., 08560 Україна,
e-mail: lagrif35@gmail.com

Суспільний організм (людське суспільство) формувався на основі багатоклітинних організмів певного виду. І ті риси, які були у них «вдалими», зберігалися та розвивалися. А найголовнішим тут було те, що оскільки складові суспільного організму – індивіди – не були між собою *фізично* з'єднаними, мали певну автономію щодо важливих функцій, пов'язаних з виживанням у навколишньому середовищі, то й відповідні механізми не втрачали своєї необхідності. Тому вони не відмирали, а отримували подальший розвиток.

Це стосується багатьох систем людини-індивіда як багатоклітинного квазіорганізму (суборганізму). У тому числі це стосується й інформаційної підсистеми індивіда. Утворення з індивідів цілісного суспільного надорганізму, що формує у цій якості свою (загальну) інформаційну підсистему, яка його об'єднує, не скасовувало індивідуальної інформаційної підсистеми. Вона зберігалася і розвивалася на більш досконалій матеріальній основі – людському мозку, й у подальшому у вигляді образного *практичного мислення* індивіда забезпечувала його фізичну діяльність, тобто задіювала його підсистему матеріальних зв'язків із середовищем – *ефекторів*.

Таким чином те, що прийнято називати практичним мисленням індивіда, є функцією механізму взаємодії, що розвивається і вдосконалюється, з середовищем, властивого будь-якій вищій тварині. Зовсім інша справа з *теоретичним мисленням*. Воно виникає як явище не індивідуального, а колективного характеру – незважаючи на те, що базується на тих же церебральних структурах індивіда, що і практичне мислення. Але воно принципово не обмежується ними.

Переробка інформації у цих структурах, як і мозку тварини, здійснюється у певних індивідуальних *внутрішніх* кодах, що мають *ідеальний* характер. Теоретичне ж мислення є «колективним». Відповідна частина наявної в мозку індивіда інформації, щоб її можна було передати іншому індивіду, повинна бути перекодована в загальнозначущих *зовнішніх* кодах і втілена в деяких *матеріальних* об'єктах, яким надано певне *значення*, тобто у *знаках*. Для цього можуть використовуватись жести, ті чи інші предмети або звуки. Останні стали основою специфічної *знакової системи* – мови, – що отримала в людському суспільстві універсальне значення. Така вербалізація сприяла формуванню абстрактних *понять*. Так у межах суспільного організму утворюється такий собі «колективний мозок», а точніше суспільна свідомість, функцією якої є забезпечення не безпосередньої діяльності індивідів, а їх узагальненого *розуміння* довкілля з погляду *суспільних потреб*.

Реалізується суспільну свідомість у свідомості індивідуальній саме у вигляді мислення теоретичного, яке на основі абстрактного розуміння явищ

навколишнього середовища виробляє *завдання* чинному індивіду, який безпосередньо реалізує його під управлінням свого *практичного мислення*. Здійснюється це індивідом через спеціальні матеріальні предмети – *знаряддя праці* (інструменти). Розвиток останніх дозволяє людині завдяки науково-технічному прогресу поступово передавати їм дедалі більшу частину своїх «виконавчих функцій».

Але досі ця передача була обмежена тим, що у всіх випадках *завдання від суспільної свідомості* могло бути реалізовано виключно за допомогою індивідуального практичного мислення, що спрямовує виробничий процес. І лише порівняно недавно з'явилися автоматичні пристрої, які частково приймають на себе цю функцію. Однак, потенційна можливість дійсно передати технічним пристроям також і *функцію управління* з'явилася тільки з виникненням *штучного інтелекту*. Уже сьогодні відповідні пристрої *самостійно* керують багатьма процесами, і є всі підстави вважати, що в кінцевому рахунку вони в цілому зможуть прийняти на себе *всі завдання керування безпосередньою взаємодією з середовищем*, які досі виконувало практичне мислення людини.

Така перспектива породила не лише великі надії, а й не менші побоювання, що штучний інтелект у своєму розвитку перевершить інтелект людини, і в кращому разі зробить останнього зайвою чи поневолить, а в гіршому взагалі знищить. Нам такі побоювання видаються безпідставними. Штучний інтелект – такий самий *інструмент*, як й інші, застосовувані людиною, хоча пов'язаний не з матеріальним, а з інформаційним процесом. Інформація ж явище *суб'єктивне*, безпосередньо пов’язане з *життям*. Немає живого організму – немає й інформації. Будь-які фізичні чинники, що сприймаються нами як інформація, так і залишатимуться просто наслідком тих чи інших природних процесів доти, доки жива істота не *інтерпретує* їх як сигнали, на підставі яких вона може визначити, як ці процеси здатні вплинути на її існування.

Це і є інформація, яка після обробки інформаційною підсистемою будь-якого організму надає підстави для його дій. Що стосується організму суспільного, то таку цілеспрямовану обробку може виконувати лише *суспільна свідомість* на основі його загальних потреб у вигляді теоретичного мислення, що визначає *мету діяльності*. Штучний інтелект, незалежно від рівня його розвитку, може ефективно здійснити переробку інформації, але не може її «генерувати», бо як неживий не може мати *власної* мети. Тому він здатний замінити лише практичне мислення людини, але жодним чином не теоретичне, яке в кінцевому рахунку і визначає функціонування суспільства. Хоча, зрозуміло, ніщо не заважає використовувати його й тут – але знову ж таки лише як *допоміжний інструмент*.

Однак інструмент небезпечний, що вимагає вже зараз надзвичайно обережного поводження. І ця вимога посилюватиметься в міру його розвитку. Бо як і будь-який інший інструмент (в тому числі й практичне мислення людини) він може бути *використаним* на благо людства, але певними суспільними групами заради власних інтересів також застосованим і йому на шкоду. Звісно, у цілях безпеки взагалі потрібно приймати певні заходи проти можливих збоїв у роботі, але перш за все конче необхідно побудувати суспільство без антагоністичних соціальних груп, що могли б цим інструментом зловживати.

РЕФОРМА ХІМІЧНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ: ЖЕНЕВСЬКИЙ КОНГРЕС 1892 Р.

Гутник М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, Харків, 61002,
e-mail: maryna.gutnyk@khpi.edu.ua

У 1880-х рр. французький хімік Шарль Фрідель розпочав реформу номенклатури, яка завершилася Женевським конгресом у 1892 р. Біноміальна номенклатура Антуана Лорана Лавуазьє, заснована на складі, не могла бути застосована до органічних хімічних речовин. Назви, засновані на теорії будови, могли б були взяті за основу, але в 1850-х рр. існувало багато теорій щодо представлення різних хімічних формул. Треба зазначити, що деякі форми «раціональної номенклатури» все ж використовувалися, але частіше хіміки вигадували назви для органічних сполук, ґрунтуючись на їх походженні або властивостях.

Тому Ш. Фрідель та група його близьких колег переосмислили номенклатуру як єдине поле, в якому всі хімічні назви повинні були чітко повязуватися одна з одною та зі структурою сполук, які вони представляли. Німецький хімік Адольф фон Байєр пішов ще далі, наполягаючи на тому, щоб назви точно й однозначно відповідали структурній формулі кожної сполуки, адаптовані для використання у хімічних словниках і довідниках. Пізніше візія А. Байєра перемогла на Женевському конгресі, який відповідно кодифікував правила для точного відображення структурних формул у назвах. Це призвело до створення назв, які правильно представляли особливості цих діаграм, але не завжди хімічну поведінку самих сполук. Такий підхід зрештою обмежив кількість хімічних сполук, які могли б бути охоплені правилами Женевського конгресу, а також їхнє застосування. Проте, встановлене на Женевському конгресі відношення між діаграмою та назвою стало основою не лише для подальших систем хімічної номенклатури, але й для методів організації інформації, які підтримують сучасні хімічні науки [1].

Увечері у Великодній понеділок, 18 квітня 1892 р., тридцять чотири хіміки зібралися в готелі «Метрополь» на південно-західному краю Женевського озера, щоб впродовж 19–22 квітня взяти участь у Конгресі. Серед присутніх були президенти національних хімічних товариств, редактори престижних журналів і троє майбутніх лауреатів Нобелівської премії, які зібралися на подію, про яку місцева газета пообіцяла, що вона «означатиме важливу дату в історії хімії». Вони приїхали до Женеви, щоб вирішити серйозну перешкоду для подальшого прогресу хімічної науки та промисловості: заплутану номенклатуру. Протягом наступних чотирьох днів – холодних, але приємних, як зазначив секретар конгресу у своєму щоденнику – на ранкових та післяобідніх сесіях, тривалістю близько трьох годин кожна, делегати Женевського конгресу вивчали поле органічних хімічних речовин і окреслювали його у назвах [2].

Міжнародне зібрання хіміків, яке зібралося в Женеві, було добре підготовлене для прийняття рішень з питань органічної хімічної номенклатури. Майже

всі вони були спеціалістами з органічної хімії, і багато хто, вже проявляли особливий інтерес до питань найменування. А. Байєр і Ш. Фрідель, провідні фігури в цій галузі, мали професійний авторитет, щоб надати вагомості роботі Конгресу. Також це стосувалося і зірок, що сходили, як-от Еміль Фішер, який скористався зручним часом і місцем проведення Конгресу, щоб провести тиждень зі своїм колишнім учителем Байєром. Фердинанд Тіманн і Моріс Анріо, редактори впливових журналів німецьких та французьких хімічних товариств, також були присутні; Фрідріх Бейльштейн, укладач вичерпного та незамінного тоді у роботі хіміків «Handbuch der Organischen Chemie», не зміг приїхати з Санкт-Петербурга, але надав свою підтримку і кілька пропозицій. Такі редактори могли донести рішення Конгресу з номенклатури до широкої аудиторії, поширивши їх на сторінках своїх видань.

Під керівництвом А. Баєра Конгрес виокремив окрему область «офіційних назв», застосування яких було обмежене довідковими роботами [3, p. 963]. Секретар Конгресу Аме Пікте підсумував: «Ми продовжимо говорити алкоголь, хлороформ, цукор, і хімік, який, як у своїх статтях, так і в класі, буде використовувати вирази «етанол», «трихлорометан» і «гексанол-пентол», які відтепер є офіційними назвами цих трьох речовин, впаде в таке ж смішне педантство, як ботанік, який у звичайній розмові використовував би термін «brassica oleracea» для позначення «un chou» (капусти) [4, p. 518].

Ті рішення, що були одноголосними щодо їх негайного застосування, були викладені в 62 параграфах, призначених також для того, щоб показати, як їх слід використовувати, і які будуть основні наслідки їх прийняття.

Учасники Конгресу відклали для подальшого вивчення питання про те, як розширити правила для визначення унікальних назв для більш складних сполук. За словами А. Пікте, хіміки вважали, що, незважаючи на обмежений обсяг їх досягнень, «результати, досягнуті досі, тим не менш мають значну важливість, і Міжнародний конгрес, встановивши принципи офіційної номенклатури, заклав міцний і довговічний фундамент для реформи, яку він мав намір здійснити» [4, p. 520]. Делегати залишили Женеву задоволені тим, що їхні правила номенклатури були досить завершеними для застосування і досить міцними для подальшого розвитку.

Отже, Женевський конгрес 1892 р. заклав міцний фундамент для реформи хімічної номенклатури.

Список літератури:

1. Hepler-Smith Evan. “Just as the Structural Formula Does”: Names, Diagrams, and the Structure of Organic Chemistry at the 1892 Geneva Nomenclature Congress. Ambix, 2015, 62:1, pp. 1–28, doi: 10.1179/1745823414Y.0000000006

2. Pictet Ame. Agenda, entries of 19–21 April 1892. Musee d’Histoire des sciences, Geneva, Z 306.

3. Baeyer Adolf. Zur Chemischen Nomenclatur. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 17, 1884, pp. 960–963.

4. Pictet A. Le Congrès International de Genève Pour La Réforme de La Nomenclature Chimique. Archives des Sciences Physiques et Naturelles 27, 1892, pp. 485–520.

МЕДИЧНІ ІННОВАЦІЇ В ЧАСИ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Демочко Г.Л., Робак І.Ю.
Харківський національний медичний університет, просп. Науки 4, м. Харків, 61000, Україна, e-mail: inio2@ukr.net
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, e-mail: robak@ukr.net

Російсько-українська війна, яка почалася 2014 р., та повномасштабне вторгнення агресора 2022 р. поставили перед медиками низку складних, але вкрай важливих завдань – в першу чергу розробити ряд інновацій для надання допомоги на полі бою та у тилу, в другу – реабілітувати та соціалізувати тих, для кого життя вже ніколи не стане таким, як до війни.

З подібними викликами людство вже стикалося, при чому результати боротьби медиків за здоров'я поранених у війнах вражають і стають прикладом, який має наслідувати наша країна. Медичні інновації можна назвати надто сміливими, хіба що не дивними. Історія доводить людству це дуже переконливо, на конкретних фактах. Наприклад, за два роки, з 1916 до 1918-го, завдяки запровадженню шини Томаса, на фронтах Першої світової війни вдалося знизити рівень смертності від травмування стегнової кістки з 80% до 20% [1].

Друга світова війна принесла свої інновації – застосування металевих пластин при ураження кінцівок, інноваційні методики лікування переломів, прорив у краніопластиці [2]. «Плідними» виявилися корейська (1950-1953) і в'єтнамська (1959-1975) війни, які удосконалили методики евакуації, лікування ран, деякі питання реанімації, нейрохірургії та судинної хірургії. Наприклад, запровадження 1952 року діалізатора Колффа-Брігама знизило смертність від гострої ниркової недостатності з 87% до 53% [3].

В'єтнамська війна запровадила в обіг заморожені компоненти крові, дала поштовх для дослідження тропічних інфекцій, за її час винайдено вакцину від менінгококової інфекції, вдосконалено лікування напруженого пневмотораксу, апарат ШВЛ. Цікаво й те, що воєнний час сприяв визнанню посттравматичного стресового розладу (ПТСР) як окремої хвороби. Її називали в різні часи по різному: в Громадянську війні в США «втраченим серцем», в часи Першої світової – «шоком від контузії», в добу Другої – «бойовою втомою», але сьогодні в Міжнародній класифікації хвороб Десятого перегляду ПТСР має власну рубрифікацію – F43.1 [4].

Зважаючи на безпрецедентні події в Україні, переорієнтацію державної політики з метою концентрації медичної науки та впровадження її досягнень задля збереження здоров'я населення України під час війни та в післявоєнний період, на початку липня 2022 р. на офіційному сайті Національної академії медичних наук (НАМН) України була оприлюднена Стратегія розвитку НАМН України на період до 2030 р. (далі – Стратегія) [5].

На підставі Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність», в Україні при Національній академії медичних наук України Постановою НАМН

України від 22.11.2018 р. № 8/3 «Про створення при Президії НАМН України позаштатного відділу військово-медичної науки» створено позаштатний відділ військово-медичної науки [6]. Очолив його генерал-майор медичної служби Ігор Лурін. Мета відділу – створення умов для організації та координації провадження спільної наукової діяльності та виконання сумісних проєктів, пов'язаних з науковим узагальненням досвіду медичної науки та практики при проведенні АТО/ООС на національному рівні. Завдання відділу:

– координація наукових досліджень в медичній галузі, спрямованих на підвищення національної безпеки та обороноздатності держави;

– координація відносин, пов'язаних з провадженням сумісних наукових проєктів;

– розроблення пропозицій до перспективного планування наукової діяльності;

– облік, аналіз та контроль впровадження наукових досліджень і розробок;

– координація міжнародного співробітництва з державами-членами НАТО в галузі військово-медичної науки, зокрема організацією НАТО «Наука та технології» – «людський чинник в медицині» (HFM).

Отже, підтримка медичних інновацій, зокрема – впроваджень від вітчизняних учених – є надважливим законодавчо затвердженим питанням. Медичних інновацій у сфері військової медицини очікують усі, і чи не найбільше ті, хто безпосередньо стикається із різними бойовими травмами – медики та їхні пацієнти на різних ділянках: на полі бою і в тилу.

Список літератури:

1. Colonel H. W. The Use Of The Thomas Splint. *The American Journal of Nursing*. 1920. Vol. 20, No. 11. P. 879-880;

2. Flanigan, P., Kshettry, V. R., & Benzel, E. C. (2014). World War II, tantalum, and the evolution of modern cranioplasty technique. *Neurosurgical Focus*. 2014. Vol. 36(4). P. 1-11. DOI: https://doi.org/10.3171/2014.2.FOCUS13552 (дата звернення: 25.10.2024);

3. Teschan P. E. Building an acute dialysis machine in Korea. *Hemodialysis International*. 2011. Vol. 15. P. 3-7. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1542-4758.2010.00527.x (дата звернення: 27.10.2024);

4. Фокаф О. Медичні інновації воєнного часу. *Українське науково-популярне медіа "Кунш т"*, 27 липня 2022 р. URL: https://kunsht.com.ua/articles/medichni-innovacii-voyennogo-chasu (дата звернення: 28.10.2024);

5. Стратегія розвитку НАМН України на період до 2030 р. URL: https://amnu.gov.ua/strategiya-rozvytku-naczionalnoyi-akademiyi-medychnyh-nauk-ukrayiny-na-period-do-2030-roku/ (дата звернення: 28.10.2024);

6. Створення відділу військово-медичної науки при Президії НАМН України. URL: https://amnu.gov.ua/stvorennya-viddilu-vijskovo-medychnoyi-nauky-pry-prezydiyi-namn-ukrayiny/ (дата звернення: 28.10.2024).

ДІЯЛЬНІСТЬ ОДЕСЬКОГО ВІДДІЛЕННЯ ІРТТ З ПРОФЕСІЙНОЇ ТА ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ РОБІТНИКІВ (КІНЕЦЬ XIX СТ.)

Добровольська В.А.
Херсонська державна морська академія, вул. Канатна 99, м. Одеса, 65039, Україна, e-mail: viado@ukr.net

Відставання в промисловому розвитку Російської імперії від передових країн Європи зумовлювалося, у тому числі, й дефіцитом кваліфікованої робочої сили. Важливу роль у вирішенні проблеми підвищення якості людського капіталу Півдня України в умовах модернізаційних процесів другої половини XIX ст. відігравало Одеське відділення Руського технічного товариства (далі ОВРТТ) [1]. Відповідно до установчих документів, головним завданням РТТ та його регіональних відділень визначалося сприяння розвитку техніки та технічної промисловості, а важливими засобами досягнення поставлених цілей розглядалося сприяння в поширенні технічної освіти [8], організації навчальних закладів середньої та нижчої професійної освіти робітників.

Для реалізації цих завдань, наслідуючи приклад центрального відділення, у 1889 р. члени Одеського відділення ІРТТ порушили питання про створення відповідної структури. Для розробки проєкту було створено спеціальну комісію [2]. Отриманню позитивного досвіду з організації закладів професійної освіти сприяла участь делегації ОВІРТТ у Першому Всеросійському з'їзді діячів технічної і професійної освіти, що проходив з 26 грудня 1889 р. по 6 січня 1890 р. в Петербурзі [3]. За результатами її роботи у 1891 р. при ОВІРТТ було створено Постійну комісію з технічної освіти [4]. До її складу входили науковці, викладачі освітніх закладів Одеси, а також чиновники та підприємці, зацікавлені в розвитку професійної освіти в регіоні. Міністерство народної освіти у травні 1890 р. затвердило очільником Постійної комісії з технічної освіти голову ОВІРТТ М.В. Лігіна. За відсутності на той час в Російській імперії спеціальних установ з питань технічної освіти, саме Постійні комісії, створювані при відділеннях ІРТТ в регіонах, стали центрами обговорення місцевих кадрових проблем та пошуку відповідних рішень. Постійна комісія ОВІРТТ стала важливою ланкою організації системи професійної освіти для робітників промислових підприємств Одеси та південного регіону України кінця XIX ст.

Незважаючи на складнощі організаційно-правового та фінансового характеру, система професійної освіти в окремо взятому південному регіоні України, незалежно від державних інститутів, формувалася досить успішно саме завдяки Одеському відділенню ІРТТ. Це сприяло до певної міри розв'язанню проблеми освіти робітників, підвищенню їх фаховості.

Завдяки діяльності Постійної комісії з техосвіти ОВІРТТ, 1 листопада 1891 р. в Одесі відбулося відкриття школи десятників будівельної справи. Вона стала другим в державі навчальним закладом такого профілю, метою якого було надати будівельникам можливість отримати ті спеціальні знання, які були необхідні при здійсненні різного роду будівельних та інженерних робіт [4]. Промислове зростання Півдня України сприяло розширенню як внутрішнього, так і

зовнішнього ринку та спонукало до розвитку морської торгівлі. На прохання попечителя Одеського навчального округу в 1890 р. ОВІРТТ створило спеціальну комісію для розробки питання розвитку в Одесі суднобудування та організації спеціальних суднобудівних відділень при середніх технічних училищах в містах Миколаєві та Севастополі, а також вищої суднобудівної школи в Одесі. Комісією було дано висновок з питання створення спеціальних шкіл для шкіперів і штурманів далекого плавання, а також для механіків пароплавів [4].

З метою поширення прикладних технічних знань у 1893 р. порушено питання про створення при ОВІРТТ вечірніх класів для ремісничих учнів та підмайстрів, розроблено проєкт організації цих курсів [5].

З подальшим розвитком промисловості Одеси зростало й число осіб, зацікавлених у спільному обговоренні галузевих питань. З цією метою, за поданням 21 члена Одеського відділення – переважно власників місцевих фабрик і заводів, у 1898 р. було створено фабрично-заводське відділення ОВІРТТ. Одним із перших заходів новоствореного відділу стали питання організації вечірніх і недільних курсів для робітників місцевих промислових підприємств, спонсорами яких виступили їх власники. Постійною комісією з технічної освіти ОВІРТ було розроблено «Положення про класи, створені ОВІРТТ для робітників» та програму навчання [6].

У 1899 р. у віданні Постійної комісії ОВІРТТ перебували школа десятників будівельної справи, також порушувалося питання про організацію курсів кочегарів, розроблявся проєкт створення школи кераміки, створено програму відкриття відділень комерційних і графічних мистецтв при жіночих гімназіях, розроблено пропозиції до зміни програми міського шестикласного училища [7].

Отже, діяльність ОВІРТТ та створена ним Постійна комісія з технічної освіти наочно демонстрували приклад успішної організації професійної підготовки робітників незалежно від державних інститутів, що сприяло вирішенню проблеми підвищення якості людського капіталу на підприємствах Півдня України пореформеного періоду.

Список літератури:

1. Dobrovolska, V., 2022. Odeski Oddział Rosyjskiego Towarzystwa Technicznego: powstanie i początki działalności. *Przegląd Nauk Historycznych*. 21, 2, s. 71–87.

2. Отчет о деятельности Одесского отделения Императорского Русского технического общества за 1889 год. Одесса, 1890. С. 10.

3. Отчет о деятельности Одесского отделения Императорского Русского технического общества за 1890 год. Одесса, 1891. С. 10.

4. Отчет о деятельности Одесского отделения Императорского Русского технического общества за 1891 год. Одесса, 1892. С. 2–8.

5. Отчет о деятельности Одесского отделения Императорского Русского технического общества за 1893 год. Одесса, 1894. С. 20.

6. Отчет о деятельности Одесского отделения Императорского Русского технического общества за 1898 год. Одесса, 1899. С. 9–10.

7. Отчет о деятельности Одесского отделения Императорского Русского технического общества за 1899 год. Одесса, 1900. С. 29.

8. Устав Императорского Русского Технического Общества. М., 1910. С. 1.

ЦИФРОВА КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА: ПОЛІТИКА ПАМ'ЯТІ ЧЕРЕЗ ІНТЕРАКТИВНІСТЬ

Єщенко Є. В., Радогуз С. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002,
e-mail: Yevhen.yeshchenko@sgt.khpi.edu.ua
e-mail: Serhii.radohuz@khpi.edu.ua

Сучасні технології пропонують інноваційні підходи, які змінюють спосіб взаємодії суспільства з історією. У цифрову епоху, де доступність інформації стала ключовим фактором, інтерактивні формати відкривають нові можливості для формування пам'яті та популяризації культури. Особливо це стосується цифрової культурної спадщини, яка слугує платформою для переосмислення політики пам'яті.

Важливо розуміти, що пам'ять не є статичною, вона завжди формується під впливом суспільних, культурних та політичних факторів. В умовах сучасності політика пам'яті часто стає частиною цифрових платформ: віртуальних музеїв, інтерактивних архівів чи освітніх ресурсів. У цих форматах поєднуються два ключові аспекти: доступність та інтерактивність. Якщо раніше вивчення історії обмежувалося архівами чи друкованими виданнями, то тепер кожен користувач може взаємодіяти з історичними матеріалами через цифрові засоби.

Зразком успішного використання інтерактивності у збереженні культурної спадщини є віртуальні музеї. Наприклад, «Музей Революції Гідності» використовує мультимедійний контент для відтворення подій Майдану [1]. Через аудіо- та відеоматеріали відвідувачі можуть поринути у хронологію протестів, слухати свідчення очевидців і аналізувати фотографії того періоду. Ця інтерактивність не лише забезпечує емоційний зв'язок із подіями минулого, але й формує глибше розуміння їхнього значення для сучасного суспільства.

Іншим прикладом є «Музей Голодомору», який через інтерактивні експозиції популяризує знання про одну з найтрагічніших сторінок української історії [2]. Розділ «Цифрова історія» веб-ресурсу музею містить: цифровий аталас Голодомору, 3D-модель скульптури «Гірка пам'ять дитинства», а також додаток «Track Holodomor History». Окрім того відвідувачам доступні онлайн кілька сотень свідчень голодомору та єдиний реєстр жертв. Цифрові мапи, які демонструють географію трагедії, архівні фото та відео – все це дозволяє зануритися у контекст подій. Таким чином віртуальні тури та мультимедійні ресурси музею роблять його доступним для міжнародної аудиторії, що сприяє визнанню та осмисленню трагедії на глобальному рівні.

Не менш важливою є роль цифрових архівів. В умовах війни та загрози знищення фізичних пам'яток оцифрування стає ключовим механізмом збереження культурної спадщини. Наприклад, проєкт «Don't forget! Kharkiv» зосереджується на відтворенні пам'яті про Другу світову війну [3]. Він поєднує фотографії, відео та спогади очевидців, створюючи інтерактивну платформу, яка не лише зберігає історію, але й популяризує її через інтеграцію з сучасними соціальними

мережами. Проєкт, розроблено викладачами кафедри українознавства, культурології та історії науки НТУ «ХПІ», отримав схвальні відгуки від міжнародної спільноти та підтримку Дортмундського міжнародного освітнього центру (International Centre for Education and Exchange) [4].

Віртуальні музеї можуть стати чудовим способом популяризації освітніх установ [5]. Інтерактивність у цифрових форматах дозволяє залучити широку аудиторію, включаючи молодь, яка переважно споживає інформацію через смартфони та соціальні медіа. Гейміфікація як метод взаємодії з історією також стає дедалі популярнішою. Освітні квести, симуляції історичних подій чи інтерактивні вікторини, базовані на історичних фактах, роблять процес навчання цікавим і захопливим. Наприклад, через віртуальну реконструкцію можна «прогулятися» старовинними вулицями Харкова або стати учасником історичної події. Втім, цифровізація спадщини стикається з викликами, серед яких найбільш гострими є питання автентичності. У той час як цифрові копії роблять матеріали доступними, вони також потребують стандартизації та підтвердження достовірності. Без розробки чітких стандартів є ризик втрати інформації або поширення викривлених даних. Технології, такі як «цифрові паспорти» для артефактів, можуть стати рішенням цієї проблеми, забезпечуючи захист від фальсифікацій.

Особливу увагу слід приділити інтеграції цифрових ресурсів у систему освіти. Віртуальні музеї та архіви можуть стати потужним інструментом навчання, доповнюючи традиційні методи викладання. Освітні програми, побудовані на основі інтерактивних платформ, не лише формують знання, але й сприяють глибшому усвідомленню зв’язку між минулим і сучасністю.

Цифрова культурна спадщина стає інструментом формування політики пам’яті, спрямованої на збереження національної ідентичності та історичної правди. Завдяки інтерактивності вона залучає людей до активного осмислення історії, роблячи її доступною, живою та цікавою. Для України, де питання збереження спадщини є особливо актуальним через військові дії та культурні втрати, цифровізація відкриває нові перспективи популяризації культури й історії на глобальному рівні.

Список літератури:

1.Національний Музей Революції Гідності «Terra Dignitas AR»: «музеєфікація пам’яток Майдану» URL: https://ar.maidanmuseum.org (дата звернення: 15.11.2024).

2.Національний музей Голодомору-геноциду URL: https://holodomormuseum.org.ua (дата звернення: 15.11.2024).

3.Мультимедійна освітня платформа пам'яті про Другу світову війну URL: https://dontforgetkharkiv.com.ua/about-project/ (дата звернення: 15.11.2024).

4.Телуха С. С. Мультимедійна освітня платформа пам’яті про Другу світову війну "Don`t forget! Kharkiv" / С. С. Телуха // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 29-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2021, [18-20 травня 2021 р.] : у 5 ч. Ч. 4 / ред. Є. І. Сокол. – Харків : Планета-Прінт, 2021. – С. 41.

5.Радогуз С. А., Голова В.О. Віртуальний музей історії НТУ «ХПІ», як маркетинговий інструмент при формуванні позитивного іміджу університету / С. А. Радогуз, В. О. Голова // Тезиси XVII Міжн. наук.-техн. конф. «Проблеми інформатики та моделю-вання» (ПІМ-2017). – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – С. 71.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ НАУКОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ У ЦИФРОВУ ЕПОХУ

Живага О. В., Бессалова Т. В.
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України»,
бул. Т. Шевченка 60, м. Київ, 01032, Україна,
e-mail: oks_zhyvaga@ukr.net
e-mail: bessalovatv@ukr.net

Починаючи з середини XX ст. на глобальну систему наукової комунікації здійснюють вплив нові інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), які трансформують середовище наукових досліджень, відкриваючи нові способи дослідження та сприяючи більшій прозорості, співробітництву та доступності. Відбувається інтернаціоналізація наукової діяльності через світові інформаційні системи – Інтернет та персональні комп'ютери. Розвиток Інтернет технологій сприяє скороченню інформаційних відстаней, створенню спільної платформи для роботи та обміну знаннями між дослідниками з різних країн і регіонів, дозволяє вченим швидко й ефективно обмінюватися ідеями та результатами досліджень, сприяючи колективному зростанню наукових знань, вирішуючи невідкладні глобальні проблеми, та значно прискорюючи процес наукових відкриттів і прогресу.

Нові ІКТ сприяють появі нових типів комунікації, які спонукають до формування міжнародних мережевих дослідницьких груп та зростання міждисциплінарної співпраці, ролі неформальної електронної комунікації і самоорганізації вчених. Виникають нові моделі співробітництва. Особисті зустрічі, конференції та лабораторні роботи доповнюються широким спектром цифрових інструментів та платформ. Відеоконференції, програмне забезпечення для спільного використання екрана у вільному доступі (напр. Zoom, Google Meet, Microsoft Teams та ін.), хмарні сховища та віртуальні дослідні середовища стали невід'ємною частиною наукового процесу.

Поява віртуальних лабораторій відкрила нову епоху наукового співробітництва, надаючи вченим віртуальний простір для проведення експериментів, аналізу даних та спільної роботи в режимі реального часу. Вони сприяють інклюзивності, дозволяючи дослідникам з регіонів з обмеженим доступом до традиційних лабораторних установ брати участь у міжнародних дослідницьких проєктах, демократизуючи наукове співробітництво. Глобальна мережа експертних знань, що підтримується діяльністю віртуальних лабораторій, підвищує стійкість і адаптивність наукових співтовариств. Зокрема під час криз (напр. пандемія COVID-19) дослідники з різних регіонів можуть швидко мобілізуватися та співпрацювати у проведенні критичних досліджень, обмінюючись ідеями та даними в режимі реального часу.

Вчені мають можливість представляти результати досліджень, методологію та передовий досвід широкій аудиторії через онлайн платформи для більшої видимості та прозорості своєї діяльності. Соціальні мережі, блоги, подкасти, відео та ін., які забезпечують негайний доступ до наукових розробок та полегшують створення контенту, тепер відіграють вирішальну роль у поширені і обговорені

наукових результатів. Використання сучасних мультимедіа (зображення, аудіо, відео), зокрема інфографіки, роблять представлення наукових результатів більш привабливим, доступним, і зрозумілим для нефахівців.

Розвиток Інтернет технологій сприяв розвитку формату електронного журналу, появі нових форм інтернет-публікацій (публікація статей онлайн до випуску номера, оновлення опублікованої онлайн-статті тощо), формуванню відкритих архівів наукових статей (напр. arXiv.org, PLoS.org), які варто розглядати як спробу змістити контроль над науковою комунікацією від індустрії комерційних видавництв в бік науки. В Україні останнім часом також створено низку інституційних репозитаріїв при освітніх і наукових установах (напр. репозитарій Наукової електронної бібліотеки періодичних видань НАН України тощо).

Нові технології машинного перекладу та багатомовного пошуку інформації, які наразі активно розвиваються, допомагають долати мовні бар'єри у науковому середовищі, де англійська мова широко використовується у міжнародній дослідницькій комунікації.

Активна цифровізація наукової комунікації, незважаючи на видимі переваги, породжує нові проблеми і виклики. Так, попри глобальне поширення ІКТ, очевидною є нерівномірність залучення різних товариств в глобальну систему наукової комунікації, що пов'язано переважно з економічною і цифровою нерівністю. Незважаючи на те, що цифрові платформи пропонують безпрецедентні можливості передачі результатів, проте поспіхом опубліковані результати іноді можуть привести до швидкого поширення у інформаційному просторі поверхневих чи неточних досліджень. Тому дослідники повинні бути уважними до якості викладеної інформації, а також дотримуватися етичних та соціальних норм при застосуванні нових технологій у своїй діяльності. Зокрема вченому також необхідно розвивати нові цифрові компетенції та адаптуватися до нових технологій, а також здійснювати постійне навчання та професійний розвиток.

Україні необхідно активно долучатися до світових процесів цифровізації наукової діяльності, що вимагає розробки та реалізації науково обґрунтованої державної політики на міжнародному, регіональному та національному рівнях. Цей процес вимагає підвищення рівня цифровізації установ, налагодження роботи з великими даними, розвиток цифрової грамотності, формування нового покоління вчених, які знаються на цифрових технологіях тощо. Українським вченим в свою чергу необхідно активно використовувати нові цифрові інструменти та засоби для здійснення наукової комунікації з вітчизняними та зарубіжними колегами, зокрема збільшувати кількість публікацій своїх наукових результатів у вільному доступі за допомогою інституційної стимуляції публікацій в журналах з імпакт-фактором, активно використовувати нові форми комунікації (публікації на сайті, ведення наукових блогів, участь в наукових мережах тощо), а також стимулювати нові віртуальні форми співробітництва.

ВИХОВНА РОБОТА П. М. МУХАЧОВА НА ПОСАДІ ДИРЕКТОРА ХАРКІВСЬКОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ

Заверющенко М. П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2, Україна, e-mail: Mykola.Zaveriushchenko@khpi.edu.ua

Петро Матвійович Мухачов – один з найвідоміших учених кінця XIX–початку XX ст., він є автором багатьох наукових праць, першим обраним директором Харківського технологічного інституту (далі – ХТІ). Науковця справедливо вважають фундатором школи вітчизняного паровозобудування.

Як правило, дослідники акцентують увагу на його адміністративній роботі, також розглядають освітню та науково-методичну діяльність. А от виховна робота Петра Матвійовича, на жаль, залишається поза увагою, хоча вона була чималою.

Так, висвітлюючи питання виховної роботи П. М. Мухачова як керівника ХТІ, а очолював він навчальний заклад десять років (з 1905 – по 1915 рр.) [1], варто зауважити, що з 1909 р. він здійснював керівництво музичним гуртком [2], а пізніше сприяв організації симфонічного оркестру при інституті. За його каденції в студентському обхідному листі з'явилася нова графа – «музичні інструменти», що засвідчує доступність до музичних інструментів слухачів вишу та їх активне використання.

Творча молодь ХТІ в той час розміщувалася в креслярському (зараз ректорському) корпусі. У студентській художній бібліотеці ім. Л. М. Толстого (фонд формувався за рахунок внесків членів гуртків) улаштовували збори різних гуртків. У залі для співів та створеному гімнастичному залі проводили заняття й репетиції.

Технологічні вечори, які мали назву «Бал студентів-технологів», відбувалися, як правило, завдяки зусиллям студентів і за сприяння керівництва у двох великих святкових залах. У програмі балу передбачали виступи запрошених зірок мистецтва, театралізовані постанови студентів і, звісно, танці до ранку. На бал студент ХТІ міг запросити дівчину. Для цього він писав прохання на ім'я помічника інспектора студентів. Якщо не було заперечень, керівництво вишу надавало запрошення на бал для дівчини. З цим запрошенням студент їхав до неї додому й на візнику віз її до інституту. Звісно, проведення балів сприяло, у тому числі, одруженню студентів інституту. Слушно зауважити, коли студент вирішував створити сім'ю, він повинен був писати прохання на ім'я директора про отримання дозволу на одруження.

Петро Матвійович Мухачов часто був відповідальним розпорядником вечорів. Ціна вхідного квитка складала 1 руб. 50 коп., що було символічним. Також варто сказати, що за безпосередньої участі П. М. Мухачова в інституті було знайдено фінансові можливості щодо закупівлі музичних інструментів. Перший концерт оркестру ХТІ відбувся 10 листопада 1912 р. Відомими є й декілька програм

концертів. Так, програму було присвячено найчастіше вітчизняним композиторам, а деякі твори звучали вперше. Надалі в програмах концертів використовували й твори Бізе, Берліоза, Деліба, Сен-Санса, Грига тощо. Гастролі колективу також з успіхом проходили в Харківській губернії [3]. Доходи від концертів покращували матеріальний стан членів музичного гуртка, а також і фінансовий стан інституту.

У ХТІ з'явився синематографічний гурток, засідання якого проходили в бібліотеці. Драматичний гурток очолював В. С. Кнаббе, професор механічної технології та обробки металів. При Студентському технічному товаристві було організовано роботу фотографічної секції під керівництвом професора О. М. Щукарьова. Світлини відомого ювілейного альбому ХТІ 1910 р. було зроблено викладачем фізики Д. А. Кутневичем [3].

За сприяння Петра Мухачова в інституті також було організовано діяльність спортивного гуртка. З метою популяризації спорту серед студентів вишу закупили гімнастичні знаряддя. У 1911 році затвердили статут гуртка, керівником якого тривалий час був Микола Федорович Вільгальм. Студенти-технологи складали більшість у харківських спортивних товариствах «Сокіл», «Маяк» і «Фенікс».

У ХТІ почав функціонувати й шаховий гурток, члени якого організовували змагання в бібліотеці інституту, також там часто проводили сеанси одночасної гри. Більш забезпечені студенти брали участь у велосипедних перегонах і заїздах, які влаштовувало Харківське велосипедне товариство [3]. У 1913 р.

Петро Мухачов був одним із представників Харківської делегації до ювілею 300-річчя Будинку Романових. Слушно зауважити, що указом імператора з нагоди ювілею було скасовано прострочені борги за навчання, студентів звільнили від сплати за іспити в разі надання посвідчення про бідність. Було дозволено поновлення студентів, відрахованих за участь у незаконних заходах, якщо ці особи не належали до організаторів.

Таким чином, виховна робота Петра Матвійовича Мухачова на посаді директора ХТІ мала велике значення, адже сприяла розвитку художньої творчості, популяризації спорту серед студентів інституту. Це не лише дозволяло розкривати їхні мистецькі та спортивні здібності, а й поліпшувало матеріальний стан слухачів, адже в той час досить велика кількість студентів була малозабезпеченою.

Список літератури:

1. Журило Д. Науково-педагогічна діяльність Петра Мухачова в 1887 – 1935 рр. / Д. Журило, В. Кабачек, О. Кириченко // Історія науки і біографістика. – Київ: Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук України. – 2022. – №1. – С. 170 – 191. – URL: https://inb.dnsgb.com.ua/2022-1/09.pdf

2. Повсякденне життя студентів Харківського технологічного інституту імператора Олександра ІІІ. – URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/items/b5bce9cc-064e-45ed-b4b7-e2aa24205cf8

3. Художня творчість як складова частина технічної освіти. – URL: http://library.kpi.kharkov.ua/uk/exhibitions_art

ЗАПОЧАТКУВАННЯ ТА РОЗВИТОК НАУКОВОЇ ШКОЛИ ПЛАНЕТОЛОГІЇ М. П. БАРАБАШОВА У 1930-х–1970-х РОКАХ

Коваль Ю. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, e-mail: k.yuliia19@gmail.com

Зародження школи планетології у Харкові відбулося у 1930-х роках завдяки лідерській діяльності видатного українського астрофізика, планетолога, академіка АН УРСР Миколи Павловича Барабашова (1894–1971) та було пов'язано із розгортанням масштабних робіт з дослідження фізики Місяця та планет Сонячної системи у Харківській астрономічній обсерваторії. Основні результати цих багаторічних робіт з вивчення фізичної природи Місяця та планет викладено у низці фундаментальних праць М. П. Барабашова [2, 3].

Разом із тим, вже у 1920-ті рр. ним були отримані важливі результати фотометричних спостережень оптичних властивостей поверхні Місяця, які дозволили ученому зробити припущення про склад його поверхні. Після їхнього узагальнення Барабашов пояснив особливості відбиття світла від місячної поверхні її шорсткістю та пористістю. Також він зробив припущення, що поверхня Місяця складається з таких утворень, як базальт, лава та інші продукти вулканічної діяльності. Зважаючи на це, – сформулював теоретичну модель структури мікрорельєфу місячної поверхні, як модель вертикальних нескінченно-глибоких тріщин та запропонував теорію відбиття світла від пористих поверхонь, узагальнивши положення закону Ламберта. Продовжуючи вивчення особливостей місячної поверхні шляхом проведення аналізу характеру відбиття від неї світла, М. П. Барабашов здійснив високоточні (для свого часу) дослідження за методом фотографічної фотометрії з метою визначення фізичних властивостей місячного рельєфу; виконав поляриметричні спостереження місячної поверхні та різних земних гірських порід.

У 1924–1928 рр. Барабашовим виконувалися фотометричні вимірювання Венери за допомогою (та без) світлофільтрів. Спираючись на результати власних спостережень цієї планети, виконаних у період 1916–1920 рр., учений дійшов висновку, що світла смуга попелястого світла вздовж термінатора пояснюється сутінковими явищами на поверхні Венери. Барабашов визначив кут знаходження Сонця над горизонтом планети приблизно у 25º у заданій точці її поверхні, зробив припущення щодо приблизної висоти її атмосфери. Також він виконав поверхневу фотометрію диску Венери та з'ясував, що розсіювання світла у щільній атмосфері Венери істотно впливає на формування розподілу яскравості по диску планети. Поступово до планетних спостережень долучилися й його учні (Б. Є. Сємейкін, І. Ф. Тимошенко, А. Т. Чекирда тощо), формуючи навколо лідера колектив наукової школи [1, с. 317–324].

У 1930-ті рр. з метою накопичення однорідного матеріалу Барабашовим було започатковано програму регулярних фотографічних спостережень Місяця та великих планет, результати яких поступово оброблялися. Систематична

фотометрія планет здійснювалася в Харківській астрономічній обсерваторії з метою встановлення періодичності різних явищ та їх залежності від сонячної діяльності; окремо досліджувався вплив Сонця на планети. У подальшому, на підставі вимірювань фотографій Венери М. П. Барабашов встановив, що починаючи з певного значення кутового розміру планети, як і у візуальних спостереженнях з урахуванням розсіювання світла у щільній атмосфері планети, відбувається подовження «рогів» серпа Венери [5, с. 116].

Аналіз публікацій М. П. Барабашова за період 1940-ві – 1950-ті рр. свідчить, що він здійснював тривалі фотографічні серії спостережень Марса та Сатурна спільно зі своїми учнями (В. Й. Єзерський, В. Д. Фурдило та ін.). Зокрема, на підставі власних фотографічних спостережень Марса Барабашов отримав значення оптичної товщини його атмосфери і альбедо різних утворень на поверхні та встановив, що розподіл яскравості на диску цієї планети змінюється залежно від запиленості її атмосфери. Також М. П. Барабашовим було проведено детальне порівняння результатів фотометричних досліджень Юпітера, здійснених упродовж багатьох років в університетській обсерваторії, що дало змогу встановити прямий взаємозв'язок між зміною ширини та кольоровості смуг з 11-річним циклом сонячної активності [5, с. 120].

Важливі дані були отримані представниками школи під час протистояння Марса у 1956 та 1971 рр., на базі яких розроблялася фотометрична модель атмосфери та поверхні цієї планети. Зокрема, значна частина результатів фотометричних спостережень, зафіксованих М. П. Барабашовим та його учнем І. К. Ковалем, увійшла до їхньої спільної фундаментальної монографії [4].

Масштабні серії спостережень різних астрономічних об'єктів продовжувалися у Харкові упродовж 1950-х – 1970-х рр., що дозволило зафіксувати зміни фотометричних характеристик планет на тлі перетворень на їхніх поверхнях, що відбувалися у динаміці зміни умов проведення досліджень. Накопичені значні обсяги даних дозволили ретельно вивчити фотометричні властивості різних утворень на видимих поверхнях планет, дослідити оптичні властивості різних часток у їхніх атмосферах за значний проміжок часу.

Отже, унаслідок сталого розвитку планетних досліджень в Харківській астрономічній обсерваторії вже у 1950-х роках результати діяльності харківської наукової школи планетології М. П. Барабашова отримали міжнародне визнання [1, с. 252].

Список літератури:

1. Балишев М. А. Астрономічні дослідження у Харкові наприкінці XIX ст. – першій половині XX ст. Київ: Наукова думка, 2022. 560 с.

2. Барабашов Н. П. Исследование физических условий на Луне и планетах. Харьков: Государственный университет, 1952. 272 с.

3. Барабашов Н. П. Результаты фотометрических исследований Луны и планет на астрономической обсерватории ХГУ. Харьков: Издательство Харьковского университета, 1957. 137 с.

4. Барабашов Н. П., Коваль И. К. Фотографическая фотометрия Марса со светофильтрами во время великого противостояния в 1956 г. Харьков: Издательство Харьковского университета, 1959. 531 с.

5. Коваль Ю. Ю. Діяльність академіка М. П. Барабашова щодо організації комісії з фізики планет Астрономічної ради АН СРСР. *Наука та наукознавство*. 2024. № 3. С. 108–129.

СУЧАСНИЙ СТАН КІБЕРБЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

Кондратьєв В. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, e-mail: vitalij.kondrateev.96@gmail.com

Сучасний стан кібербезпеки в Україні є надзвичайно актуальною темою в контексті високого рівня цифровізації суспільства і складних геополітичних умов. З постійним розвитком технологій кіберзагрози стали однією з найголовніших проблем для державного управління та національної безпеки України. Кіберпростір України регулярно стає ареною для атак різноманітної складності та характеру. Наприклад, кібератаки включають руйнівні віруси, такі як NotPetya, програми-вимагачі, значний обсяг фішингових кампаній, DDoS-атаки, що перевантажують системи, та кібершпигунство, яке супроводжується несанкціонованим доступом до конфіденційної інформації.

Однією з найбільш руйнівних атак стала атака NotPetya у 2017 році. Ця атака спричинила значні економічні збитки та паралізувала роботу багатьох установ. Короткий перелік постраждалих: 6 енергетичних компаній, 2 аеропорти, 22 українські банки, а також банкомати, термінали, понад 300 компаній приватних підприємців і 10% ПК по всій країні [1]. Ці події підкреслюють масштаб загроз, з якими стикається Україна.

Геополітична ситуація додає інтенсивності кіберзагрозам, оскільки кіберпротиборство стає частиною ширших конфліктів. З урахуванням існуючих загроз, Україна активно працює над розвитком стратегій і механізмів захисту. На державному рівні було впроваджено кілька ключових ініціатив для забезпечення безпеки цифрових даних і мереж. Серед них:

1. Національна стратегія з кібербезпеки.
2. Закон про основні засади забезпечення кібербезпеки України.
3. Створення Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України (ДССЗЗІ).
4. Ініціатива з навчання фахівців у галузі кібербезпеки.
5. Співпраця з міжнародними партнерами.

Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України є ключовою інституцією, відповідальною за координацію та реалізацію заходів з кіберзахисту в країні. Її функції включають розробку нормативно-правової бази, що регулює діяльність у сфері кібербезпеки, а також впровадження сучасних технологій захисту інформаційних систем [2].

Центри кіберзахисту, підпорядковані ДССЗЗІ, забезпечують оперативну реакцію на кіберінциденти, а також дослідження та аналіз нових тенденцій у кіберзлочинності. Національний координатор з кібербезпеки об'єднує зусилля різних державних і приватних структур, займаючись стратегічним плануванням і розробкою політик у галузі безпеки інформаційних технологій [2]. Ці органи разом відіграють невід'ємну роль у національній системі кібербезпеки, забезпечуючи комплексний підхід до захисту критичної інфраструктури України.

Життєво важливою є також співпраця на міжнародному рівні. Україна активно працює з такими організаціями, як НАТО та ЄС, що дозволяє обмінюватися досвідом, отримувати доступ до новітніх технологій і статистики про кіберзагрози. Постійна участь в міжнародних кібернавчаннях і форумах сприяє підвищенню рівня готовності до протидії сучасним загрозам. Така співпраця забезпечує не тільки технологічний обмін, але й формування спільної політики у питаннях кібербезпеки.

Ключова роль у забезпеченні кібербезпеки належить приватному сектору, зокрема ІТ-компаніям, які розробляють інноваційні рішення для підвищення захисту даних. Вони вкладають кошти у розвиток програмного забезпечення та підвищення кваліфікації своїх кадрів. Громадські організації також вносять свій внесок через освітні програми, сприяючи обізнаності населення про кіберзагрози. Поширення інформації про те, як уникнути кіберзлочинів, є важливим аспектом загальної безпеки суспільства.

У перспективі Україна дивиться на модернізацію кіберзахисту через впровадження новітніх технологій, таких як штучний інтелект та блокчейн. Ці технології можуть стати ефективними інструментами для виявлення та блокування загроз на ранніх етапах, а також для захисту критичної інфраструктури. На майбутнє важливо продовжувати роботу над вдосконаленням законодавчої бази, розвитком технологій та інфраструктури кіберзахисту. Проте найбільшим викликом залишається забезпечення ефективної координації між різними органами влади та приватним сектором, а також міжнародними партнерами.

Заключні оцінки свідчать про те, що, незважаючи на суттєві проблеми, які стоять перед Україною, у сфері кібербезпеки зроблено значний прогрес. Інтенсивні зусилля, спрямовані на підвищення кіберзахисту України, показують важливість комплексного підходу до вирішення даної проблематики. Україні ще належить вирішити ряд завдань, але дотримання стратегії та міжнародної співпраці є запорукою її успіху в кіберпросторі.

Список літератури:

1. Історія вірусу NotPetya: чи варто остерігатися подібних кібератак в майбутньому? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.imena.ua/blog/notpetya-cyberattack

2. Структура Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cip.gov.ua/ua/statics/struktura-derzhavnoyi-sluzhbi-specialnogo-zv-yazku-ta-zakhistu-informaciyi-ukrayini-2024

РОЗРОБКИ ІНСТИТУТУ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ ПРОМИСЛОВОСТІ (1960-ТІ – 1990-ТІ РР.)

Кравченко Д.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, e-mail: daria.kravchenko@sgt.khpi.edu.ua

У другій половині ХХ ст. відбувся значний розвиток різних галузей виробництва, зокрема промисловості, будівництва, сільського господарства, залізничного транспорту тощо. Для задоволення потреб промислового комплексу у 1957 р. в місті Київ був заснований Інститут автоматики (НВО «КІА»). Його створення мало на меті підтримку індустріального розвитку шляхом впровадження новітніх досягнень у галузі автоматизації, що було актуальним у контексті прискорення темпів індустріалізації та модернізації економіки [1].

До основних галузей, у яких НВО «КІА» проводив роботи зі створення та впровадження автоматизованих систем керування (АСУ), належали: чорна та кольорова металургія, включно з прокатним виробництвом (36% усіх робіт, що були виконані об'єднанням), машинобудування (6%), приладобудування (6%), енергетика (13%), газовидобуток, газопромисловість (11%), аграрно-промисловий комплекс (10%), хімічна промисловість (3%), гумово-технічна промисловість (2,5%). У незначних обсягах велися роботи також у нафтовій, скляній, легкій промисловості [2, с. 6].

Важливо зазначити, що за низкою виробництв у сфері автоматизації таких як прокатне виробництво, енергетика тощо, НВО «КІА» було основним у визначений період. Ця установа обґрунтовувала рівні та обсяги автоматизації, координувала роботу, сприяла залученню співвиконавців досліджень з проєктування і постачання систем. Від початку створення НВО «КІА» чисельність співробітників, обсяги та номенклатура досліджень і розробок систем і засобів автоматизації постійно збільшувалися. Найбільш змістовним періодом у діяльності об’єднання були 1970-ті–1990-ті рр. Одною з характерних ознак цього періоду є збільшення кількості висококваліфікованих спеціалістів і дипломованих науковців. На початку 1990-х р. в НВО «КІА» працювало 300 кандидатів технічних наук і 15 докторів технічних наук. Усі вони сформувалися як науковці, працюючи в НВО «КІА» [2, с. 12].

До структури НВО «КІА» входили Чернівецька та Криворізька філії та Київський дослідний завод інституту. Колектив інституту працював над темами: розроблення наукових основ, методів, моделей і програмно-алгоритмічних засобів (включно з системою автоматизованого проєктування і розрахунку) створення автоматизованих систем керування технологічним процесом (АСУ ТП) та інтегрованих автоматизованих систем керування (ІАСУ) для керування технологічними й виробничими процесами; дослідження й побудова систем контролю й діагностики автоматизованих технологічних комплексів; дослідження й розвиток діагностичних експертних систем у промисловості, економіці; розроблення

концепції стандартизації та сертифікації з проблем АСУ та надійності в техніці; розроблення та розвиток промислового приладобудування в Україні стосовно систем контролю та керування; дослідження наукових проблем людино-машинної взаємодії та створення програмно-технічних засобів побудови тренажерів.

Чернівецька та Криворізька філії НВО «КІА» в економічному відношенні даного періоду – самостійні наукові організації, що співпрацювали з НВО «КІА» на госпдоговірній основі.

Основними напрямами діяльності Чернівецької філії були: розроблення та впровадження АСУ та АСУ ТП для об'єктів металургійної промисловості; розробка АСУ для підприємств легкої промисловості; розроблення системи введення-виведення інформації повномасштабного тренажера операторів Чорнобильської АЕС; розроблення та впровадження АСУ для галузей аграрно-промислового комплексу (АПК); розроблення та впровадження АСУ для об'єктів газової промисловості; розробка комплексних тренажерів енергоблоків державної районної електростанції (ДРЕС); розроблення спеціального програмного забезпечення введення-виведення для комплексних тренажерів енергоблоків ДРЕС.

Основними темами опрацювання Криворізької філії НВО «КІА» були: розроблення АСУП і АСУ ТП для підприємств чорної металургії, зокрема систем для автоматичного керування швидкісними режимами дрібносортних прокатних станів «Криворіжсталі»; розроблення систем автоматизації в електротехнічній і машинобудівній промисловості; розроблення на засоби обчислювальної техніки системи розрахунку планової собівартості в допоміжних цехах металургійного комбінату [2, с. 13].

Отже, упродовж 1960-х–1990-х рр. в Інституті автоматики було розроблено та впроваджено локальні систем автоматизації, приладів і засобів технологічного контролю до розроблення та впровадження АСУ ТП та ІАСУ, систем, що використовують широку номенклатуру мікропроцесорної техніки, міні- та мікроЕОМ, персональних ЕОМ для розв'язання широкого кола завдань керування та контролю. За цей період інститутом накопичено великий досвід досліджень і науково-технічних розробок. У тематиці робіт НВО «КІА» зі створення АСУ і деяких технічних засобів можна виділити п'ять науково-технічних напрямів: 1) АСУ для дискретних і безперервних виробництв; 2) інформатика та ІАСУ; 3) створення спеціалізованих приладів; 4) АСУ для виробництв підвищеної небезпеки (включно з екологією); 5) АСУ для АПК і харчової промисловості. Крім того, працювали Чернівецька та Криворізька філії та Київський дослідний завод інституту.

Список літератури:

1. Кравченко Д.Д. Директор інституту автоматики - академік Борис Борисович Тимофєєв. XXIX всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів, за темою: «Наука для відбудови України». Київ, 19 квітня 2024 р. с. 127-130.

2. Архангельський В.І, Богаєнко Н.І., Васильєв Ю.В., Науково-виробнича корпорація КІА «Київський інститут автоматики»: Історія, досягнення, перспективи. Київ, 1997. с. 166.

ФОТОМИТЦІ ПОЧАТКУ XX СТОЛІТТЯ — ВИПУСКНИКИ ТА ВИКЛАДАЧІ ХТІ

Красіков М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: mmkrasikov@gmail.com

Ми, а також студенти під нашим керівництвом, вже неодноразово в низці публікацій та доповідях на наукових конференціях торкалися теми творчих досягнень в галузі фотомистецтва студентів та випускників ХТІ-ХПІ [2, 3, 5]. Сьогодні продовжимо цю тему, оскільки завдяки відомому філокартисту та краєзнавцю Аркадію Хільковському, теж випускникові та колишньому учаснику художньої самодіяльності харківського Політеху, з'явилася нова інформація про харківських фотографів-аматорів, серед яких було чимало людей, пов'язаних із Харківським технологічним інститутом. Гортаючи книгу А. Хільковського «Увлеченные светом» (Харків: Ексклюзив, 2020. 151 с.), ми справді дізнаємося про людей, «захоплених світлом», новими можливостями тодішньої фотографічної техніки.

Зупинимося лише на деяких персоналіях. Одним із найяскравіших викладачів ХТІ початку XX століття був **Валентин Августович Фельдман** (1864 – 1928), архітектор, художник-аквареліст, фотомитець. З жовтня 1906 року по вересень 1910 року він викладав в ХТІ архітектурне креслення, паралельно займаючись архітектурною практикою і живописом. Саме під його наглядом була споруджена пізніше Харківська хоральна синагога, а чарівний особняк на вул. Конторській, побудований за його проєктом, і досі зачаровує романтиків і кіношників. Фотографічну справу він почав опановувати на початку 1890-х років. З 1906 року Фельдман був активним членом Харківського товариства фотографів і в 1907 році прочитав там лекцію «Фотографія як мистецтво». Сам він, використовуючи фотоапарат як засіб фіксації цікавих йому миттєвостей життя, дорогих людей, улюблених куточків природи, намагався зробити свої світлини, особливо краєвиди Італії, Криму, Центральної України максимально художніми, адже він дивився на ці пейзажі очима художника і часто ті самі місцевості увічнював пензлем в своїх численних акварелях, частина яких нещодавно була репродукована у вигляді альбому [4].

Десять років, з 1907 по 1917 рік викладав у ХТІ архітектурне проєктування **Євген Наумович Сердюк** (1877–1921), знакова постать в українському архітектурному мистецтві. Він був одним із фундаторів стилю український архітектурний модерн. У Харкові найцікавіша його споруда в цій стилістиці – будинок Селекційної станції (у співавторстві зі З. Харманським). У періодиці початку XX століття неодноразово з'являлися публікації Є. Сердюка, в яких обстоювалися естетичні засади українського стилю. Пропагував він їх і в усній формі. 21 листопада 1914 року Євген Наумович демонстрував серію діапозитивів української архітектури й орнаментів на діапозитивному вечорі Фотографічної секції Студентського технічного товариства при Харківському технологічному інституті. До фотомистецтва Є. Сердюк причетний як видавець серії листівок «Українська

вмілість», на яких були світлини акторів династії Тобілевичів, зроблені відомим фотомайстром О.М. Іваницьким.

Борис Кузьмич Руднєв (1879–1944), випускник ХТІ 1914 року, увійшов в історію як засновник Лебединського художнього музею, чиє ім'я цей заклад і носить [1]. З 1910 р. до 15 травня 1918 р. він працював асистентом фотографа в музеї мистецтв та старожитностей Харківського імператорського університету, брав участь в експедиціях з вивчення храмової та народної архітектури Харківської губернії, предметів народного побуту та зразків декоративно-ужиткового мистецтва. Для краєзнавців особливо цікаві видові фотографії Руднєва, зокрема зроблені з дзвіниці Мироносицької церкви.

Григорій Людвигович Окуліч-Козарін (Казарін) (1881–1943), який 1917 р. закінчив механічне відділення ХТІ, був членом Фотографічного відділу Харківського відділення Імператорського Російського Технічного Товариства, секретарем Фотографічної секції студентів ХТІ. Був організатором та учасником вечора художньої фотографії, влаштованого 25 січня 1914 р. фотосекцією студентів ХТІ. Світлина Григорія «Ранньою весною (околиці Харкова – с. Дергачі), що експонувалася на цьому вечорі, була відтворена в ілюстрованому додатку до харківської газети «Утро». З цією прогресивною газетою Г. Окуліч-Козарін тісно співпрацював, і в ілюстрованому додатку до неї часто з'являлися його світлини, які зафіксували чимало цікавих подій наукового та культурного життя Харкова. В студентські роки він неодноразово виступав на діапозитивних вечорах, організованих Фотосекцією Студентського технічного товариства при ХТІ, демонструючи кримські краєвиди, новини в галузі авіації тощо. Знання з фотосправи знадобилися Григорію Людвиговичу й тоді, коли він у 1911–1913 роках був редактором часопису «Тяжелее воздуха», органу Повітроплавального відділу Харківського відділення Російського технічного товариства.

Список літератури:

1. Глибицька С.Б. Борис Руднєв — фотограф Музею витончених мистецтв та старожитностей Харківського університету, директор Лебединського художнього музею. Культурна спадщина Слобожанщини: зб. наук. ст. Ч. 50. Харків, 2021. С. 55-77.

2. Красіков М.М. Фотохудожники НТУ «ХПІ»: дві персоналії // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я *:* наук. видання : Тези доп. XXVIII Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2020, 28-30 жовт. 2020 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. : у 5 ч. Ч. IV. С. 81. URL: http://science.kpi.kharkov.ua/xxviii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konfe/

3. Саліонович С., Красіков М.М. Фотохудожники ХПІ: Олена Долженко // Матеріали міжнародної науково-теоретичної конференції студентів та аспірантів «Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес». 14-15 квітня 2021 р. Харків, 2021. С. 153-155. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/52300

4. Фельдман В. Теорія тіні та перспективи : каталог виставки 30.03 – 22.04.2023. Київ, 2023. 32 с.

5. Чаленко А. Сергій Братков – випускник ХПІ, художник «швидкого» реагування // Матеріали Міжнародної науковово-теоретичної конференції студентів та аспірантів «Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес». 8-9 квіт. 2020 р. Харків, 2020. С. 105-106. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-1Press/45530/5/Conference_NTU_KhPI_2020_Ukraina_i_svit.pdf

ДІЯЛЬНІСТЬ КБ «ПІВДЕННЕ» ЩОДО СТВОРЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ КОСМІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «РЕСУРС»

Кушлакова Н. М.
Західнодонбаський інститут
ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом»,
вул. Дніпровська 400/1, м. Павлоград,51400, Україна,
e-mail: kushlakova@ukr.net

На сьогодні одним з провідних підприємств ракетно-космічної галузі України є державне підприємство «Конструкторське бюро „Південне“ ім. М. К. Янгеля» (КБ «Південне», м. Дніпро), на якому впроваджено повний цикл створення та експлуатації ракетно-космічних систем та бойових ракетних комплексів й т. ін. У своїй діяльності щодо створення ракетно-космічної техніки КБ «Південне» тісно співпрацює з державним підприємством «Виробниче об’єднання Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова» (Південмаш, м. Дніпро).

КБ «Південне» відоме у світі підприємство з виробництва балістичних ракет, проте на початку 1960-х років у КБ було започатковано новий напрям діяльності – створення космічних апаратів (КА), яким було присвоєно індекс ДС (Дніпровський супутник) і ракет-носіїв легкого класу на основі балістичної ракети Р-12. Упродовж багаторічної діяльності в проектно-конструкторському бюро «Південне» було створено потужну базу з виробництва космічних апаратів різного призначення:

– уніфіковані космічні апарати;
– автоматичні універсальні орбітальні станції;
– юстирувальні і калібрувальні космічні апарати;
– космічні апарати радіоелектронного спостереження;
– космічні апарати природоресурсного напряму [1].

Більшість з цих КА мали військове призначення, тому коло використання їхніх даних у народному господарстві було обмежено незначною кількістю вузькопрофільних експериментів. Власне космічні апарати останньої групи (природоресурсного спрямування) поклали початок новому напряму робіт КБ «Південне» навесні 1977 р., коли Постановою ЦК КПРС та РМ СРСР від 5 травня було вперше сформовано завдання розробки та створення державної космічної експлуатаційної системи дослідження природних ресурсів Землі під назвою «Ресурс». КБ «Південне» було доручено створення космічної підсистеми «Океан» з метою «розробки теорії довгострокового прогнозу погоди та клімату та впровадження її у практику народного господарства, створення теоретичних засад раціонального використання біологічних та мінеральних ресурсів океану …» [2, с. 72].

Створення підсистеми «Океан» розпочалось з експерименту «Океан-Е». В процесі цього експерименту було запущено два КА: «Космос-1076» (1979 р.) та «Космос-1151» (1980 р.). Наступним кроком у створенні космічної системи «Ресурс» стало проведення великомасштабних натурних робіт із експериментальними супутниками «Океан-ОЕ»: «Космос-1500» (1983 р.) і «Космос-1602 (1986 р.). На цих КА «вперше у вітчизняній та світовій практиці реалізовано режим

комплексного спостереження, що забезпечує одночасне отримання радіолокаційних, радіотеплових та оптичних зображень у сполученій смузі огляду, а також оперативну передачу цих даних з борту космічного апарату до центрів прийому та безпосередньо споживачам на автономні пункти прийому» [1]. Результати експлуатації попередніх КА дозволили прийняти рішення про створення експлуатаційної системи «Океан-О1». Усього було виготовлено та запущено шість космічних апаратів зазначеної системи (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Космічні апарати державної космічної експлуатаційної системи «РЕСУРС», створені КБ «Південне»

Позначення КА	Тип КА	Дата запуску
"Космос-1076"	"Океан-Е" №1	12.02.1979
"Космос-1151"	"Океан-Е" №2	23.01.1980
"Космос-1500"	"Океан-ОЕ"	28.09.1983
"Космос-1602"	"Океан-ОЕ"	28.09.1984
"Космос-1766"	"Океан-01"	28.07.1986
"Космос-1869"	"Океан-01"	16.07.1987
"Океан"	"Океан-01"	05.07.1988
"Океан"	"Океан-01"	28.02.1990
"Океан"	"Океан-01"	04.06.1991
"Океан"	"Океан-01"	11.10.1994
"Січ"	"Січ"	31.08.1995
"Океан"	"Океан-О"	19.07.1999
«Січ»	«Січ-1М»	24.12.2004

*таблицю складено автором за [1-2]

Отримана із супутників інформація використовувалася для вирішення важливих науково-господарських завдань, що послужило основою для створення космічної системи «Січ-1» – першої української космічної системи спостереження Землі, призначеної для отримання інформації про поверхню Землі, що підстилає, дистанційними і контактними методами.

19 липня 1999 року виведено на орбіту космічний апарат «Океан-О», призначений для вивчення Світового океану та суші в інтересах народного господарства та наук про Землю та забезпечує глобальну оптичну та мікрохвильову зйомку з низьким, середнім та високим дозволом.

Вже перші сеанси включень бортового дослідницького підтвердили блискучі інформаційні можливості КА Океан-О. Користувачі та вчені світової спільноти отримали чудовий інструмент синхронного багатоспектрального дистанційного спостереження поверхні океану та континентів.

Список літератури:

1.Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро "Южное"/ Под общей ред. С. Н. Конюхова -Д., ООО "КолорГраф", ООО РА “Тандем-У". 2001. 240 с

2.Дегтярев А. В. 50 лет на космических орбитах. Космічна наука і технологія. 2012. Т. 18. № 2. С. 59–80.

ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ Ч.П. ШТЕЙНМЕЦ (ДО 160-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Лавріненко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, e-mail: lavrinenko.olga@khpi.edu.ua

У квітні 2025 р. виповниться 160 років з дня народження Чарльза Протеуса Штейнмеца, всесвітньо відомого американського вченого німецького походження. Діапазон його наукових і експериментальних досліджень охоплює усі найважливіші напрями розвитку електротехнічної науки наприкінці XIX початку XX століття, а об'єктами наукових пошуків і технологічних рішень були генератори, електродвигуни, трансформатори, розрядні установки, електротермічні і світлотехнічні пристрої тощо [1].

Але найбільший внесок у розвиток електротехніки Ч.П. Штейнмец зробив своїми теоретичними роботами з обґрунтування, розробки і використання «символічного методу» – базової математичної основи для розрахунку однофазних і трифазних кіл змінного струму, що є невід'ємною складовою теоретичної електротехніки вже більше ста років.

Ч.П. Штейнмец народився 9 квітня 1865 р. у м. Бреслау (зараз – м. Вроцлав) у німецькій робітничій родині. Маючи від народження вади розвитку і проблеми зі здоров'ям, він з раннього дитинства навчився читати і прагнув отримувати максимум різноманітних знань. В гімназії проявилися його здібності к природничим наукам, математиці і іноземним мовам. У 1882 р. він з відзнакою закінчує гімназію і вступає до лав філософського факультету Бреславського університету. Вже на першому курсі Ч.П. Штейнмец стає членом математичного товариства, й за свою працьовитість, комунікабельність та непересічні знання здобуває довіру студентів і викладачів. Наприкінці 80-х рр. XIX ст. за свої соціал-демократичні погляди він вимушений був мігрувати до Швейцарії. У політехнічному університеті м. Цюріх Ч.П. Штейнмец стає студентом і продовжує здобувати вищу освіту. Після блискавичного захисту дипломної роботи у 1989 р. він вирішує переїхати до США, де і продовжує свої наукові дослідження в електротехнічному напрямі [2].

Після декількох складних років в Америці у 1893 р. від стає провідним спеціалістом фірми General Electric Company (GEC), головний офіс якої розташований у маленькому місті Скенектаді штат Нью-Йорк.

Кінець XIX початок XX ст. відзначився важливими досягненнями в галузі побудови однофазних і трифазних кіл змінного струму. Їх всебічне використання відкривало широкі можливості для розвитку виробництва електричної енергії, її передачі, розподілу і використанню у різноманітних галузях промисловості. Саме відсутність теоретичного підґрунтя та базових методів розрахунку гармонійних кіл стали головною перешкодою на шляху освоєння вже розроблених пристроїв змінного струму, їх подальшого виробництва, модернізації та вдосконалення.

Свій перший доклад під назвою «Комплексні числа і їх використання в електротехніці» Ч.П. Штейнмец зробив у 1893 р. у м. Чикаго на Міжнародному електротехнічному конгресі. А вже у 1897 р. виходить його перший фундаментальний труд «Теорія і розрахунок явищ змінного струму» [3]. Вчений переконливо довів, що аналіз процесів в колах змінного струму можливий лише за допомогою методів вищої математики. «Символічний метод», який він розробив і докладно представив у своїй науковій роботі, дозволив тригонометричні операції над векторними зображеннями синусоїдальних функцій часу замінити алгебраїчними операціями над комплексними числами, а складні диференційно-інтегральні рівняння для миттєвих значень синусоїдальних струмів і напруг в стаціонарних режимах роботи, замінити нескладними алгебраїчними рівняннями для їх комплексних зображень.

Метод, розроблений Ч.П. Штейнмецом, який також називають «методом комплексний амплітуд», одразу набув швидкого поширення в інженерному товаристві, увійшов до спеціалізованих підручників та з успіхом почав використовуватись інженерами-електриками та радіотехніками. У 1902 р. за вагомий внесок у розвиток теорії розрахунку кіл змінного струму Гарвардський університет присвоїв ученому ступінь магістра мистецтв, а Юніон-Коледж м. Скенектаді – ступень доктора філософії.

Ч.П. Штейнмец, прихильник напряму із розвитку теорії змінних струмів, тридцять років свого життя присвятив плідній роботі у GEC, зробивши багато наукових відкриттів, запатентувавши десятки важливих і корисних пристроїв. Після тяжкої поїздки з циклом науково-популярних лекцій, яка підірвала його слабке здоров'я, 26 жовтня 1923 р. учений помер.

На сучасному етапі розвитку теоретичної електротехніки продовженням «символічного методу» Ч.П. Штейнмеца стає «метод результуючого вектору», який використовується при аналізі асинхронних електричних машин та синтезі сучасних систем управління, що базуються на використанні силової електроніки і мікропроцесорної техніки. В останні роки ідеї вченого знайшли своє відображення в теорії «миттєвої потужності», що стала основою синтезу систем керування активними фільтрами, які дозволили компенсувати усі неактивні складові повної потужності в мережах передачі і розподілу електричної енергії [4].

Можна сказати що і сьогодні вагомий теоретичний внесок Ч.П. Штейнмеца у розвиток електротехніки продовжує формувати сучасний світ науки.

Список літератури:

1. Hammond J. W. Charles Proteus Steinmetz: A Biography. Kessinger Publishing, 2006. 536 p.

2. Белькинд Л. Д. Чарльз Протеус Штейнмец. М.: Наука,1965. 222 с.

3. Steinmetz Ch. P. Theory and calculation of alternating current phenomena. New York, 1897. 431 p.

4. Akagi H., Watanabe E. H., Aredes M. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning. Wiley-IEEE Press, 2017. 472 p.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ АНАЛОГІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Ларін А. О., Журило Д. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: professorlarin@gmail.com
e-mail: zhurilo.dm@gmail.com

На початку Другої світової війни перед радянською промисловістю гостро постало завдання підвищення потужності авіамоторів. Її розв’язання було пов'язане з проблемою недостатньої міцності деталей двигунів, особливо колінчастих валів. Зокрема, необхідно було проводити розрахунки коливань конструкції двигуна, бажано, ще на стадії його проектування.

Дані розрахунки пов'язані з розв'язанням систем нелінійних диференціальних рівнянь чи реалізації процесу чисельного інтегрування. Однак, механічні цифрові лічильні машини мали дуже низьку продуктивність і про проведення подібних розрахунків для систем з кількома ступенями свободи не могло бути й мови. Таким чином, чисельне вирішення багатьох видів технічних завдань залишалося нерозв'язною проблемою.

Тому, поруч із чисельними методами розрахунків застосовувалися пристрої, які моделюють механічну систему за елементами. Спочатку вони були механічними, але наприкінці 1930-х років як аналоги механічних систем стали виступати спеціально складені еквівалентні електричні ланцюги. Електромеханічні аналогії полягають у схожості диференціальних рівнянь, що описують коливання механічної системи з коливаннями струму електричного ланцюга. При цьому кожному елементу механічної системи ставиться у відповідність електричний елемент, що описується аналогічним математичним співвідношенням.

Ідея заміни громіздких обчислень виміром електричних величин виникла в 1930-ті роки. У Радянському Союзі піонером застосування електромеханічних аналогій для розрахунків коливань систем із двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) став старший науковий співробітник Інституту будівельної механіки АН УРСР (м. Київ) Ілля Маркович Тетельбаум (1910–1992). На початку 1940-х років він розробив теорію електричного моделювання крутильних коливань валопроводів поршневих двигунів. У 1941 році Інститут будівельної механіки було евакуйовано в Уфу (Башкирія), де на липневій сесії АН УРСР 1942 року Ілля Маркович виступив з доповіддю «Новый метод определения расчетных усилий в валах авиационных и судовых рядных двигателей путем электромеханического моделирования» як «радикальний спосіб спрощеного визначення розрахункових зусиль» при крутильних коливаннях валопроводів двигунів [1]. У доповіді наведено аналіз принципів моделювання та розглядалися елементи установки.

Відповідно до рішення технічного відділення АН УРСР у Центральному інституті авіаційного моторобудування, куди перейшов на роботу І. М. Тетельбаум, було створено електричний розрахунковий стенд. Детальний аналіз

досліджень крутильних коливань за допомогою даного стенду наведено у статті вченого [2]. Стенд дозволяв задавати параметри електричної моделі з точністю до 1%, що перевищує точність визначення розрахункових значень елементів механічної моделі при розгляді реальної конструкції з урахуванням полегшених моделей припущень.

Крім того, методика електромеханічних аналогій дозволяла легко варіювати параметрами системи, вносячи лише невеликі зміни до конструкції стенду. Цей стенд успішно застосовувався у роки війни та після неї. За його допомогою не тільки було проведено докладні дослідження розподілу динамічних навантажень у корінних та шатунних шийках колінчастих валів авіамоторів, а й розв'язано низку інших актуальних завдань. Усього було досліджено динаміку 50 рядних авіамоторів.

У наступні роки І. М. Тетельбаумом була розроблена теорія електромеханічного моделювання складніших згинальних і пов'язаних згинально-крутильних коливань, а також розрахунку статично невизначених систем. Працюючи з 1950 року у Московському енергетичному інституті, він займався загальною теорією аналогових обчислювальних машин та методів електричного моделювання. Таким чином професор Тетельбаум є одним із основоположників теорії електронного моделювання складних систем. Ряд його наукових результатів набув широкого визнання серед фахівців не тільки в СРСР, а й за кордоном.

Згодом метод електромеханічних аналогій застосовувався для розрахунків інших силових установок із ДВЗ, найскладнішими з яких є силові установки тепловозів. Як приклад у доповіді наводиться робота доцента Харківського інституту інженерів залізничного транспорту (зараз Українська академія залізничного транспорту) Юрія Леонідовича Фаворова, присвячена дослідженню крутильних коливань у тепловозних двигунах типу Д100 методом електромеханічних аналогій [3; 4].

Метод електромеханічних аналогій зробив вагомий внесок у вдосконалення різноманітної техніки, але з розвитком електронних обчислювальних машин, метод на початку 1960-х років, втратив свою актуальність.

Список літератури:

1. Архів Інституту механіки НАН України, оп. 1, од. зб. 87, 52 арк.

2. Тетельбаум И. М. Электрическое моделирование как метод исследования динамических крутильных нагрузок валов поршневых двигателей. / И. М. Тетельбаум // Динамика и прочность коленчатых валов. М.Л.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 140–169

3. Архів Української академії залізничного транспорту. Личное дело. Фаворов Юрий Леонидович. 102 арк.

4. Фаворов Ю. Л. Исследование крутильных колебаний в тепловозных двигателях Д100 методом электромеханических аналогий: автореф. дис. … канд. техн. наук. / Юрий Леонидович Фаворов. Харьков, 1958. 15 с.

КОМІТЕТИ НЕЗАМОЖНИХ СЕЛЯН У НОВОМУ ІСТОРІОСОФСЬКОМУ ВІТЧИЗНЯНОМУ НАРАТИВІ

Лисенко Д.М.
Херсонський державний університет
вул. Шевченка 14, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна,
e-mail: dmytro.lysenko@university.kherson.ua

Комітети незаможних селян можуть стати важливим елементом в осмисленні історії селянства в контексті розвитку та трансформації вивчення цієї теми. В історіософії, яка розглядає історію як процес розвитку людського суспільства, можна розглядати комітети незаможних селян як важливий елемент організації селянського класу в різні історичні періоди.

Новий історіософський наратив прагне створити більш об'єктивну картину минулого, в якій КНС розглядаються не як однорідна група, а як складне соціальне явище з різними мотиваціями та інтересами. Важливим напрямком подальших досліджень є вивчення соціального складу КНС, їхніх мотивів, ролі в різних регіонах України та взаємодії з іншими соціальними групами. Також цікавим є питання про наслідки діяльності комнезамів для українського села та політичні маніпуляції з використанням образу КНС.

Розпад Радянського Союзу дозволив кардинально переосмислити підхід до складних історичних питань. Зникла потреба прославлення марксизму-ленінізму, і суспільство отримало доступ до раніше секретних архівів про злочини, скоєні представниками радянської влади проти своїх громадян. Однак дослідники не змогли відразу перейти до нових підходів вивчення історії, через міцний зв’язок із радянським минулим [5, 244 с].

В умовах незалежної України інтерес до історії комітетів незаможних селян (КНС) дещо втратився. Хоча ряд істориків все ж опублікували статті та монографії з цієї теми, а деякі навіть захистили дисертації [1], загальний науковий інтерес був частково визначений на дослідженні селянства. Важливим внеском стала праця «Історія українського селянства: Нариси в 2-х томах» [3, 1-20 с], у якому відповідні розділи написані дослідниками Інституту історії України НАН України — О. Ганжою, О. Мовчаном, С. Кульчицьким. Ця робота має узагальнюючий характер з історії селянства, однак автори приділили увагу і КНС, відкинувши стару ленінську пропаганду, дослідники повністю занурились у реалії українського селянства тих часів. Важливою працею для дослідників українського селянства залишається і робота С. В. Кульчицького, зокрема його стаття «Комітети неможливих селян», опублікована в четвертому томі «Енциклопедії історії України» у 2007 році [4]. Автор аналізує роль комнезамів у реалізації партійної політики, кадрових чистках і внутрішній боротьбі за контроль над цими організаціями. Наукова школа С. В. Кульчицького включають десятки дослідників, серед яких і О. І. Ганжа [2]. У своїй монографії «Українське селянство в період становлення тоталітарного режиму (1917–1927 рр.)». Дослідниця акцентує увагу на аспектах, які раніше дослідниками залишалися поза увагою, таких як протистояння селян радянському режиму та формування політики влади щодо ключових

аспектів їхнього життя. Авторка детально описує соціальні взаємодії в селі та зазначає, що самі селяни часто негативно сприймали діяльність незаможницьких організацій.

У сучасній історичній науці особливу увагу приділяють участю КНС у Голодоморі 1932-1933 років. Дослідники враховують сучасні тенденції в оцінці соціально-політичних, економічних та культурних процесів у селянському середовищі того часу. Підкреслюється, що дослідження пострадянського періоду є більш глибокими та всебічними.

Існує потреба у антропоцентричному підході до вивчення КНС, оскільки традиційна історіографія, зосереджена на політичних та економічних аспектах, ігнорувала соціальні та культурні віхи життя селянства. Критично оцінюючи недоліки радянської історіографії, можна стверджувати, що сучасна українська історіографія відкриває нові можливості для дослідження історії українського селянства, зокрема ролі комітетів незаможних селян.

У новому історіософському наративі комітети незаможних селян можуть бути розглянуті як активний суб'єкт історії, який впливає на хід подій і формує соціально-політичну динаміку. Такий підхід допомагає розширити розуміння історії.

Список літератури:

1. Абразумова О.М. Громадсько-політична активність українського селянства у період непу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. іст. наук: спец. 07.00.01 історія України О.М. Абразумова. Черкаси, 2013. 231 с.

2. Ганжа О.І. Українське селянство в період становлення тоталітарного режиму (1917 – 1927 рр.), Інститут історії України. Київ, 2000. 208 с.

3. Історія українського селянства: нариси: у 2 т. Т. 2: / О.В. Андрощук, В.К. Баран, А.В. Блануца та ін. Київ, 2006. 654 с.

4. Кульчицький С.В. Комітети Незаможних Селян, Енциклопедія історії України: Т. 4, Київ, 2007. 485-487 с.

5. Яремчук В. Українська радянська історіографія: сучасний стан досліджень, В. Яремчук, Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Історичні науки». Острог, 2018. Вип. 27 : На пошану Володимира Трофимовича. 242–249 с.

СВІТОГЛЯДНЕ ТА ІМІДЖЕВЕ ЗНАЧЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІСТОРИЧНОЇ БІОГРАФІСТИКИ ВЧЕНИХ І ОРГАНІЗАТОРІВ НАУКИ ДЛЯ СОЦІОКУЛЬТУРНОГО, НАУКОВОГО ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ

Литвинко А. С., Храмов Ю. О.
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України»,
бульв. Т. Шевченка 60, м. Київ, 01032, Україна,
e-mail: litvinko@ukr.net

Проведення досліджень з історії науки і техніки є актуальним у кризові періоди суспільного розвитку, зокрема у воєнний час, оскільки завдяки міждисциплінарному характеру історія науки й техніки стає ключовим фактором підготовки сучасного фахівця, а також усіх верств населення. Одним з важливих напрямів досліджень з історії науки і техніки є галузь історичної біографістики вчених і організаторів науки, використання якої сприяє збільшенню віддачі науки у суспільній практиці та подоланню труднощів кризових періодів, оскільки у таких розвідках на численних прикладах висвітлюється, обґрунтовується та популяризується стійка позиція визначних науковців та їх прагнення одержати суспільно значимий доробок під час кризових історичних періодів, воєнних часів та післявоєнної відбудови. Це формує у людини фундаментальні світоглядні орієнтири та бажання наслідувати такі приклади, сприяє притоку молоді у науку, підвищенню престижу наукової праці та ефективному науково-технологічному розвитку.

Серед ключових проблем, що нині гальмують перехід України на інноваційну модель розвитку, наступні:

Недостатність усвідомлення необхідності всебічної підтримки інтелектуальної діяльності, яка формує світогляд та критичне мислення особистості, її готовність до постійної освіти, розвитку й самовдосконалення, розуміння актуальності вирішення глобальних цивілізаційних проблем, гармонізує соціальні процеси та сприяє розвитку держави;

Відсутність розуміння того, що в контексті ґарантування безпеки держави важливо зберігати та використовувати традиції наукової праці, формувати в суспільстві повагу до них, пошану до роботи у дослідницькій сфері незалежно від одержання наукою практичних результатів у близькій перспективі, адже тільки науковій формі пізнання притаманний предметний та об’єктивний спосіб розгляду явищ і формування наукової картини світу;

Слабка увага до впровадження та інституалізації досліджень з історії науки і техніки, які, завдяки їх міждисциплінарному характеру, дозволяють людині незалежно від фаху опанувати сучасну наукову картину світу та усвідомити історичні етапи її становлення як невід’ємної складової загальнолюдської культури, побачити весь комплекс взаємопов’язаних наукових напрямів та місце конкретних досліджень в ньому, подолати протиріччя технічної та гуманітарної культур, завдяки вивченню етапів своєї фахової дисципліни поглибити якість її опанування студентами та підвищити рівень вищої освіти, на основі гордості за здобутки

попередніх поколінь вітчизняних науковців сформувати почуття реального глибокого патріотизму;

Недостатність підтримки гуманітарного аспекту наукових досліджень, популяризації наукових досягнень та їх історії, висвітлення у засобах масової інформації та навчальному процесі середньої й вищої школи знань щодо виникнення та еволюції науково-технологічної діяльності, наукового простору науковців, мислителів, винахідників і новаторів. У контексті національної безпеки це прискорило б передачу інформації, знань та досвіду від старших поколінь до молодших;

Відірваність навчальних програм середньої та вищої школи та академічних аспірантських курсів від історії світового та вітчизняного досвіду розвитку науки та техніки;

Відсутність єдиного наукового національного координаційного центру з популяризації науки та поширення наукових знань для всіх верств населення.

Особливість науки як сфери творчої діяльності визначається притаманним людині як соціальному феномену прагненням до пізнання оточуючого світу. Наукові розробки та їх впровадження – це, як і мистецтво, передусім творчість, одна з цікавих особливостей життя людини, що дає їй задоволення, наснагу, сенс буття, який значною мірою полягає у соціально значимих діях особистості. Тому необхідним є приділення уваги початковому етапу формування особистості, який включає її бажання критичного та аналітичного мислення, розумової діяльності, спостережень та узагальнень, нового ракурсу бачення дійсності – тобто моральні аспекти інноваційної культури.

Оскільки наука являє собою найважливішу та невід'ємну частину духовної культури, інноваційну за своєю суттю, а інновації в науці і техніці є необхідною умовою розвитку виробництва, то разом з технікою та виробництвом наука складає основу інноваційної економіки й розвитку суспільних інститутів та особистості. Результат наукової діяльності – приріст наукового знання - принципово невідомий заздалегідь і виникає до певної міри спонтанно. Саме тому наука виступає як сила, яка постійно революціонізує інші сфери діяльності.

Викладене вище складає базові елементи наукового світогляду особистості, на формування якого необхідно перш за все спрямовувати зусилля, ресурси та кошти, створювати відповідні структури на державному, академічному та міністерському рівнях. Потрібні заходи підтримки гуманітарного аспекту наукових досліджень, заохочення студентів, молодих та більш досвідчених фахівців долучатися до наукової та інноваційної діяльності, формування в суспільстві пошани до роботи у науковій сфері. Наукові досягнення необхідно якнайширше популяризувати, піднімаючи при цьому престиж наукової праці та зберігаючи її традиції. Серед таких заходів - висвітлення виникнення та еволюції науково-технологічної діяльності, наукового простору науковців, мислителів та інноваторів на конференціях, у обов'язкових навчальних курсах та в магістратурі (зокрема з історії науки й техніки), оплата праці науковців, яка відповідатиме світовому рівню.

ОСОБЛИВОСТІ МУЗЕЄФІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПАМ'ЯТОК АРХЕОЛОГІЇ

Ліхолєтов Я. В.
Український державний інститут культурної спадщини,
вул. Ярославів Вал 36, м. Київ,01054, Україна,
e-mail: glorfindel93@ukr.net

Аналіз різноманітних пам'яткоохоронних практик свідчить про те, що музеєфікація стає обов'язковим фінальним етапом будь-якого виду пам'яткоохоронної діяльності. Археологічні об'єкти є найбільш чисельними серед усіх видів пам'яток, тому увага науковців часто спрямована на їхнє вивчення та дослідження.

На комплексні музеєфікаційні процеси впливають такі особливості пам'яток, а саме: а) руйнування пам'ятки у ході археологічних досліджень/розкопок; б) прихована інформативність; в) низька атрактивність (знижена властивість пам'ятки привертати до себе увагу). З огляду на особливості пам'яток археології основними завданнями музеєфікації стають: а) забезпечення збереження археологічного об'єкта (оскільки музеєфікація є основним способом його інтеграції до сучасного життя); б) візуалізація інформації (як елемент особистісної ідентифікації); в) підвищення атрактивності [2]. Враховуючи, що музеєфікація спирається на зміну/не зміну функціональності об'єкту, то вищеозначені процеси можуть відбуватися за 2-ма основними напрямами, а саме: а) використання об'єкта в музейно-заповідній мережі; б) включення об'єкта в туристичну мережу без зміни функціональності. В музейно-заповідній мережі проблема вирішується таким чином: 1. територія оголошується заповідником; 2. створюється музей ансамблевого типу під відкритим небом; 3. створення скансенів; 4. створення археопарків; 5. створення музеїв «In Situ» (на тій території, де знаходиться об'єкт); 6. створення археодромів; 7. створення археологічних діснейлендів. Включення об'єкта до туристичної мережі передбачає пристосування до екскурсійного відвідування без ведення організованої музейної роботи. В даному випадку користуються 2-ма основними методами: 1. музеєфікація пам'ятки археології в умовах природного ландшафту; 2. створення «охоронної» зони з частковою експозиційною територією просто неба.

Для повного розуміння 1-го напряму музеєфікації, варто звернутися до визначення кожного з видів пристосованих об'єктів. 1. Археологічний заповідник передбачає збереження пам'ятки в умовах природного середовища. Може бути передбачене будівництво музейної будівлі з експозицією, створення окремої експозиції просто неба, створення відтворень або реконструкцій, а також консервація розкопу (напр. ІАМЗ «Верхній Салтів»). 2. Ансамблевий музей зорієнтований вже на музеєфіковані пам'яткові ансамблі (напр. Археологічний музей під відкритим небом Грос Раден, Німеччина). 3. Музей-скансен (перевізного типу). На спеціально виділеній території облаштовують знахідки з археологічних об'єктів, які можуть відноситися як до стародавнього мистецтва так і до об'єктів епіграфіки (напр. «Городище в Сопоті» – філія Археологічного музею м. Гданськ,

Республіка Польща). 4. Археопарк – музей комплесного типу, зокрема, ансамблевого та середовищного, який візуалізує інформацію на місці, де знаходиться пам'ятка археології (напр. Археологічний парк «Індіанське поселення Сан-Уотч», США). 5. «In Situ» – це музей заснований на місці історичного розташування археологічної пам'ятки, а навколо нього споруджується музейна будівля (напр. Музей мозаїки в Девні, Болгарія). 6. Археодром – це вид середовищного музею, в якому моделюється життя і побут різних епох (напр. Ржищівський археодром). 7. Археологічний діснейленд – тематичний парк, який об'єднує археологічні об'єкти й активні розваги. Має набір тематичних майданчиків, можуть бути механізовані експозиції, а також альтернативні засоби пересування по території, як-от на гольф-карі тощо. Однак у світі не існує археологічного діснейленду в класичному розумінні. Для прикладу можна привести відомий Австрійський музей «Петронелль-Карнунтум», який об'єднує функції археологічного парку, і має набір якостей, які виводять цей музей у ранг археодіснейленду [2].

Напрацьований досвід музеєфікації археологічних пам'яток існує і в Україні. Найчисельніша кількість представлена музеями-заповідниками (Ольвія, Стародавній Київ, Хортиця, Глухів, Батурин тощо). Важливе місце займають музеї «In Situ» («Добраничівська стоянка», павільйон над пізньопалеолітичним житлом з кісток мамонта у Межиріччі на Черкащині тощо) [1]. Прикладом археологічного музею скансену в Україні є музей археології у складі НІЕЗ «Переяслав», в якому у дерев'яному павільйоні експонується господарсько-побутовий комплекс № 3 з Добраничівки.

Важливою складовою музеєфікації археологічних об'єктів є залучення не тільки до вітчизняної, але й міжнародної туристичної мережі. Особливо цікавими можуть бути «екзотичні маршрути» з оглядом пам'яток, археологічні розвідки з проживанням в наметових містечках, експериментальна археологія, а також проживання в умовах максимально наближених до стародавніх. У даному випадку доцільно поєднувати туризм, археологію, краєзнавство [3].

Таким чином, враховуючи широкий спектр теоретико-методологічних підходів до музеєфікації археологічних об'єктів, варто передбачити розробку методичних рекомендацій, або затвердженого нормативно-наукового підґрунтя, яке лягло б основу музеєфікаційної політики пам'яткоохоронної галузі.

Список літератури:

1. Брич М. Музеєфікація пам'яток архітектури та містобудування як засіб збереження історико-культурної спадщини // Historical and cultural studies. 2015. Вип. 2. № 1. С. 31–35.

2. Матеріали лекції «Музеєфікація. Проблеми. Перспективи.» // Поточне діловодство Харківського міського центру захисту історико-культурної спадщини ГО «УТОПІК».

3. Титова О. М. Проблеми музеєфікації пам'яток археології України. URL: https://tour-lib.net/statti_ukr/tytova.htm (дата звернення: 12.11.2024).

СИСТЕМА НАЦІОНАЛЬНОЇ МЕТРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ В ХАРКОВІ

Ляшуга І.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: Ira.lyashuga@gmail.com

Організаційною основою забезпечення єдності вимірювання є метрологічна служба. Розвиток метрології та метрологічних служб пов'язано з розвитком суспільства, промисловості, науки, торгівлі. Єдність вимірювання в країні – основна та базова умова функціонування будь-якої країни. Без метрології неможлива жодна сфера діяльності. Такі як промислове підприємство та сільське господарство, контроль безпеки та якості продукції, охорона здоров'я та фармакологія, торгівля, метеорологія та екологія, транспорт та будівництво, наука та освіта, комунікації, забезпечення безпеки населення та обороноспроможність країни.

Метрологія завжди пов'язана із розвитком науки та техніки. Започаткування метрологічної діяльності відбувалося із різних видів структур та установ, де контроль вимірювання та стандартів був основною функцією. Із набуттям статусу національних метрологічних служб почали зростати повноваження та пізніше відкриття міжнародних організацій. У 1875 р. в м. Париж було створено міжнародне бюро мір та ваг. Основні функції закладу – забезпечення єдності системи вимірювань. Пізнішу у 1901 р. у Лондоні було створено Британський інститут стандартів. Комітет стандартизації німецької промисловості було відкрито 22 грудня 1917 р., який згодом займався не тільки промисловістю, але і іншими сферами діяльності [1, с. 5 – 10].

Основним та провідним метрологічним осередком України був і є сьогодні національний науковий центр – Інститут метрології, м. Харків. Свою роботу цей заклад розпочав зі створення повірочної палатки. Впродовж перших двадцяти років діяльність та робота Харківської повірочної палатки була незначною. Робота складалася з повірки і клеймування простіших торгівельних мір і ваг, повіркою гир, мір та довжини об'єму [2, с. 15 – 40].

Пізніше відбувалося реформування Харківської повірочної палатки. Зокрема, у 1922 р. була заснована Українська Головна Палата мір та ваг, яка стала центральним науково-технічним метрологічним закладом України і мала своєю метою забезпечення по всій території країни однаковості, вірності і взаємної відповідності всякого виду мір, розмірів, вимірювальних і контрольних приладів, які застосовувалися в науці, техніці і в галузях народного господарства, а також об'єднання діяльності повірочних палаток. У 1928 р. розпочалися нові дослідження в напряму теоретичної метрології та стандартизації [3, с. 339 – 340].

З 1934 р. установа мала назву Український науково-дослідний інститут метрології. У подальші роки науковий колектив інституту остаточно конкретизував основні напрями наукової роботи. Як наслідок відбулися чергові зміни та перейменування, де заклад у 1938 р. отримав назву – Харківський державний інститут мір та ваги, а вже у отримав назву – Харківський державний інститут мір та ваги,

а вже у 1939 р. – Харківський державний інститут мір та вимірювальних приладів (ХДІМВП). Розвиток ХДІМВП у післявоєнні часи відбувався за новими вимогами. Перед колективом закладу було поставлено завдання швидкого відновлення минулого потенціалу, а також відродження метрологічних служб на підприємствах міста [2, с. 115 – 140].

Період 1970 – 1990-х рр. увійшов в історію інституту як період становлення центру Державних еталонів країни. 30 серпня 1972 р. відбулася перша Українська республіканська науково-технічна конференція, в роботі якої взяли участь провідні працівники метрології СРСР та закордонні вчені. Створена в Інституті метрології протягом 1960 – 1980 рр. еталонна база внесена в Державний реєстр об‘єктів, які становлять державне надбання, та є основою державної метрологічної системи, яка забезпечує єдність вимірювань в країні [3, с. 340 – 343].

Отже, велике значення для створення метрологічної служби України мала перша повірочна палатка, яку створено в Харкові. Функціонування цієї установи спрямовано на реалізацію єдиної технічної політики в галузі метрології, збільшення рівня фундаментальних досліджень наукових винаходів, захист населення та державної економіки від наслідків недостовірних вимірювань.

Список літератури:

1. Кондрашов С.І. Сертифікація та підтвердження відповідності в Україні: Навч. Посібник. Харків, 2006. 368

2. Грицко Б.А. Нариси з історії метрології на теренах України. Львів: Афіша, 2005. 267

3. Ляшуга І.Ю. Становлення системи національної метрологічної служби України: наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету, 2017. С.339 – 343

Л.Д. ЛАНДАУ: ВНЕСОК У СВІТОВУ ФІЗИЧНУ НАУКУ

Немикіна О. С., Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна,
e-mail: sasha.nemikina@gmail.com
e-mail: olena.tverytnykova@khpi.edu.ua

Лев Ландау – одна з найвизначніших постатей у світі фізики XX століття. Його глибокий інтелект, оригінальність мислення та видатні досягнення в різних галузях теоретичної фізики зробили його легендарною фігурою. Він отримав безліч радянських нагород, а також відзнаки від іноземних держав. Був членом академій наук Данії та Нідерландів, Американської академії наук і мистецтв (США), Лондонського та Французького фізичних товариств, а також Лондонського королівського товариства.

Свою кар'єру в Україні він розпочав з керівництва відділом Українського фізико-технічного інституту в Харкові. Завдяки його зусиллям сучасники відзначають, що харківський УФТІ перетворився на один із провідних світових центрів фізичної науки. Тут Ландау започаткував школу теоретичної фізики.

Основні напрямки наукової діяльності Ландау:

1. Теорія надплинності.
2. Теорія фазових переходів.
3. Теорія діамагнетизму.
4. Робота над квантовою механікою та квантовою електродинамікою.
5. "Курс теоретичної фізики" Ландау.
6. Внесок у теорію плазми та астрофізику.
7. Нобелівська премія.

Теорія надплинності: У 1941 році Ландау розробив теоретичні основи надплинності – явища, при якому рідина (гелій-4) при температурі близько 2.17 K втрачає свою в'язкість і набуває здатності текти без опору. Л. Д. Ландау запропонував двокомпонентну модель надплинного гелію, яка пояснювала його унікальні властивості. Це стало основою для вивчення квантових рідин і заклало фундамент для майбутніх досліджень надпровідності.

Теорія фазових переходів: Видатне місце в науковій творчості, як за безпосереднім значенням, так і за обсягом застосування, займає теорія фазових переходів другого роду, побудована в 1937 році [1]. Ідеї, які лягли в її основу, містилися вже в замітці 1935 року.

Л. Д. Ландау розвинув загальну теорію фазових переходів другого роду (без різкої зміни вільної енергії), зокрема впровадив поняття порядкового параметра. Його теорія фазових переходів дозволила описати процеси, які відбуваються під час зміни фаз, та заклала основи статистичної механіки.

Теорія діамагнетизму: Разом з Євгеном Ліфшицем Лев Ландау розробив теорію діамагнетизму (властивість матеріалів відштовхувати магнітне поле) у

квантовій механіці. Ця теорія має велике значення для розуміння магнітних властивостей різних матеріалів і використовується у фізиці твердого тіла.

Робота над квантовою механікою та квантовою електродинамікою: Л. Д. Ландау зробив великий внесок у розвиток квантової теорії поля та квантової електродинаміки. Його праці в цій галузі допомогли закласти основи сучасного розуміння взаємодії частинок у полі та механізмів розсіювання.

"Курс теоретичної фізики" Л. Д. Ландау : Семитомний курс теоретичної фізики, практично завершений ще за життя Л.Д. Ландау, став справжньою енциклопедією теоретичної фізики. Водночас він слугував незамінним методичним посібником для науковців, аспірантів та студентів. Книги курсу стали настільними, неодноразово перевидавалися і перекладались багатьма мовами. Разом із термінологічним апаратом, курс теоретичної фізики відіграв значну роль у підготовці кадрів фізиків-теоретиків у нашій країні. У харківський період учнями Ландау були Є.М. Ліфшиц, О.С. Компанець, О.І. Ахієзер, І.Я. Померанчук, Р.М. Ліфшиц, В.Г. Левич, В.Л. Герман та інші [3].

Внесок у теорію плазми та астрофізику: Л. Д. Ландау досліджував поведінку плазми та зробив важливий внесок у астрофізику. Він запропонував концепцію демпфінгу (затухання) хвиль у плазмі, яка зараз відома як "демпфінг Ландау". Це відкриття відіграло ключову роль у фізиці плазми та термоядерній енергетиці.

Нобелівська премія: Лев Ландау отримав Нобелівську премію з фізики в 1962 році за свій внесок у теорію конденсованих середовищ, особливо за роботи з теорії надплинності.

Л. Д. Ландау був також блискучим педагогом і засновником відомої "школи Ландау" – системи підготовки наукових кадрів, що вимагала від учнів глибоких знань у фізиці. Його наукові досягнення та підхід до навчання справили значний вплив на покоління фізиків і залишили незабутній слід у світовій науці.

Висновок: Лев Ландау – це постать, яка назавжди увійшла в історію світової науки. Його внесок у фізику охоплює надзвичайно широкий спектр наукових напрямів, і багато з його теоретичних здобутків стали основою сучасної фізики.

Ландау залишив після себе спадщину, яка продовжує жити в роботах його учнів, дослідників і всіх, хто звертається до його теорій. Його відкриття та праці стали невід’ємною частиною сучасної фізичної науки, визначивши її розвиток на десятиліття вперед. Його ім’я залишається символом інтелектуальної глибини, новаторства і безкомпромісного прагнення до істини, що надихає нові покоління науковців і сьогодні.

Список літератури:

1. Храмов Ю.О. Л.Д. Ландау і початок систематичних досліджень з теоретичної фізики в Україні (до 100-річчя від дня народження вченого) / Ю.О. Храмов, А.С. Литвинко: Наука та наукознавство, 2008. Вип 1. С. 138-147.

2. Гаєвая О. В. Роль особистості в державі на прикладі фактів біографій співвітчизників. Філософія в сучасному світі : матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф., 16-17 листопада 2018 р. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : Точка, 2018. С. 126-129..

3. Коваленко О.Ш. Примхлива доля примхливого генія : Людина-енциклопедія фізики – таким його знав науковий світ : [Лев Ландау]. Освіта України, 2014, Вип. 1-2. С. 14-17.

ЦИФРОВА РИТОРИКА: СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ АНАЛІЗУ

Ніколаєнко В.Л.
Інститут соціології НАНУ, вул. Шовковична 12, м. Київ, 01021, Україна, e-mail: nikolaenkovl@ukr.net

Для початку уточнимо базові поняття з огляду на їх соціальні контексти:

1) ***риторика*** – це:

– ***красномовство або мистецтво мовлення***, а також стратегія вербальної поведінки, орієнтована на: а) переконання з огляду на формування цільової аудиторії; б) наступне залучення до неї нових адептів методом привабливості висловлювань; в) моделювання групової поведінки, де передбачені зміни в способі розуміння реальності, а отже зміни в емоційному стані людей, правилах логічного мислення та етичних орієнтирах (моральних цінностях);

б) ***наукова дисципліна***, яка вивчає правила побудови мовлення з огляду на пошук можливостей впливати на слухачів, акцентуючи увагу на їхні реальні потреби та інтереси (а там, де передбачається впорядкування дій за певними правилами, ми маємо і технологічну складову);

2) ***соціально-економічний аспект аналізу*** – аналіз можливих змін в перетинах соціальних та економічних факторів в людській життєдіяльності, зокрема аналіз залежності доходу, освіти, професії тощо від місця індивідів або груп в соціальній структурі суспільства (на емпіричному рівні це дослідження міри залежності економічного життя індивідів і груп людей від їхнього перебування в системі соціальних нерівностей не в історії, а на даний момент часу). В нашому випадку – це теоретичний аналіз залежності способів розподілу та перерозподілу соціальних ресурсів від економічно спрямованої цифрової риторики, зокрема риторики грошей, риторики попиту і пропозиції тощо.

3) ***цифрова риторика*** – це теж мистецтво переконання, але вже за допомогою мультимедійних засобів, а ширше – Інтернет-технологій (сайти, блоги, форуми, чати тощо).

Тут хочу зауважити, що один з ліберальних критиків політичної економії, шотландський інтелектуал першої половини XIX століття Томас Карлейль в невеличкій праці під назвою «Випадкові судження про негритянське питання» (1849 р.), відніс соціальну науку до категорії похмурої, сумної, невеселої, а то й гнітючої науки (dismal science) [1], яка балансує на межі між попитом і пропозицією.

Жахлива стаття. З неї можна зрозуміти, що політична економія фактично формувалася в межах суперечності з одного боку між риторикою попиту на прибутки, а з іншого – на риторику робочої сили, зокрема на тогочасному «ринку праці», де потреби самої «робочої сили», цих, за словами Карлейля, «величезних луноликих телят», задовольнялися шматком дешевого гарбуза [1]. Метафора гарбуза в статті просто перенасичена сумними, похмурими і невеселими смислами.

Насправді риторичні практики – щось похідне від суперечності між мудрістю і доброчинством, які, що філософам відомо давно, далеко не завжди

корелюють між собою, адже логіка емоцій (існує й така, яку жартома називають жіночою логікою), дещо інше, ніж логіка розуму. Саме тому реформатор: а) Мартін Лютер (XV – XVI ст.) стверджував, що розум – найзаклятіший ворог усілякої віри; б) один з основоположників сучасного неолібералізму Дж. Локк (XVIII ст.) зафіксував наростаючу тенденцію до зловживання словами, розумом та власністю; в) сучасний неоліберал Фрідріх Хайєк навіть написав книжку під назвою «Контрреволюція науки. Етюди про зловживання розумом». А коли в наш час зловживання розумом в способах мовлення стало скоріш соціальною нормою, ніж випадковістю, то це вже й не зловживання, а скоріш мовні ігри (поняття належить Людвігу Вітгінштейну).

Що ж до власне цифрової риторики, то вона є прямим продовженням риторики класичної. З її приводу написано вже чимало книжок і не лише соціологами. В різних публікаціях відмічається, що вона більш дієва і ефективна, ніж класична, часом більш агресивна і навіть жорстока. Вона глобальна, а отже й трансгранична.

Здається, що риторика глобалізації – це своєрідна «модернізація» ідеї «справжньої конкуренції» німця Сильвіо Гезеля, де відсутні привілеї, наприклад, доходи від ренти (вільна земля), відсоток на грошовий кредит або доходи від лихварства (вільні гроші) і так далі.

Нинішня риторика глобалізації, риторика глобальних грошей (необмежених кордонами), глобальної або трансграничної конкуренції (коли конкурентні позиції фірми в одній країні визначають її конкурентні позиції в іншій країні і так далі домінує в соціальних мережах, хоча й інтенсивно критикується. Проте, наприклад, ті ж глобальні гроші, як на мене, можуть бути лише фіатними. Вони виконують усі функції грошей, не будучи грошима в класичному смислі слова. Іншими словами, вони не можуть бути забезпечені матеріальними ресурсами, але функціонують як гроші, тому що їх емітенти наказують світу (англ. fiat – наказ) вважати їх грошима.

Можна сказати й так: не будучи власне грошима, адже нічим не забезпечені, вони все ж гроші, бо: а) панує риторика грошей, в якій слово «фіатні» табуйоване; б) тому всі сприймають їх як гроші; в) вірять в них як в гроші; г) користуються ними як грошима тощо. Суцільний економічний постподернізм!

Коли так, то є привід говорити про риторичну атаку на розум, в чому цифровим грошам належить неабияка роль.

Досить показовою в цьому плані є книжка канадського дослідника цифровізації природної мови Аарона Мауро «Мова кібератак. Риторика омани» [3]. Це книжка про риторику безпеки, яка має протистояти риториці брехні і обману. В ній доводиться, що кібератака може здійснюватися, скажімо, методом розбудови певної риторичної конструкції або системи патернів, орієнтованих на оману (системна омана). А ми додамо, – подібна атака є атакою на соціальність з метою як мінімум негайних і передбачених змін в поведінці людей в певних параметрах (скажімо, в параметрах економічної поведінки), а як максимум – на теж передбачені зміни в розумінні ними оточуючої їх соціальної реальності (наприклад зміни в ставленні до ринкової чи планової економіки, до їх гібридного сполучення, до відповідних кожній з таких економік економічних цінностей тощо. При чому, все

це тягне за собою зміни в способах економічної соціалізації, супроводжуваній змінами в економічній риториці).

Кібератака, розглядувана в такому контексті, може розумітися як спосіб своєрідного силового спрямування соціальних процесів методом розповсюдження риторично навантажених «токсичних» (альтернативних за змістом) партнерів в глобальному цифровому середовищі (global partners manage toxicity in digital…environments) [3, p.3].

В свою чергу американський дослідник Дуглас Ейман в книзі «Цифрова риторика: теорія, метод, практика», яка мала чотири видання, а останнє в 2018 році, [2], звертає увагу на те, що цифрова риторика: а) сприяє створенню соціально орієнтованих локальних і глобальних спільнот [2, p. 139], зокрема орієнтує їх на споживання певних продуктів; б) є методом переключення уваги (shifts attention) [2, p. 117]; в) виходить за межі вербальних комунікацій, бо включає в себе принципи і практики розбудови дизайну дій (коли риторика вбудована в дії, які тому потребують їх інтерпретації, то дії можна сприймати як текст), що корелює з вебдизайном [2, p.71; p.117]. Далі Ейман з огляду на те, що будь-яка риторика – це спосіб привертання/відвертання уваги, розвиває ідеї, висловлені в 2006 році ще одним американцем Річардом Лахманом в книзі «Економіка уваги: стиль і зміст в епоху інформації». Ось ці ідеї: а) увага – це товар, яким можна торгувати; б) в глобальній інформаційній економіці існує дефіцит уваги (attention is the commodity in short supply); в) привертання уваги до свого товару і відвертання уваги від конкурентного товару (переключення уваги на свій товар) потребує його присутності на ринку і припускає маніпуляції увагою, задля чого потрібно розвивати Інтернет-технології тощо. Тобто: а) існує попит на увагу якомога більшої кількості людей; б) існує виробництво уваги як товарної продукції, яким займаються відповідні комерційні структури; в) існує пропозиція уваги, а отже й ринок уваги. І все це отримало назву економіки уваги, в якій мовленнєвим технологіям належить неабияка роль. А те, що це ***наша*** увага, кого це хвилює?

Хоча, хто хоча б раз не чув: «Ми піклуємося про вас!»? А це вже риторика піклування, яка може бути окремим предметом дослідження цифрової риторики.

Загалом можна сказати: а) що хоча питання цифрової риторики досить нове, але в її дослідженнях вже є значні наробки; б) що цей напрямок досліджень є досить продуктивним; в) що людська свідомість майже не захищена від технологічно впорядкованих, а отже й «науково обґрунтованих» зовнішніх впливів; г) що питання інформаційної безпеки постає як надто гостре, бо є ***попит*** на подібні розробки, є спеціалісти, які цим займаються, є стійке матеріальне забезпечення їх діяльності, і є люди, яким в системі відповідних відносин дістається переважно «гарбуз» (сприймаємо як метафору).

Список літератури:

1. Carlyle T. Occasional Discourse on the Negro Question. URL: https://cruel.org/econthought/texts/carlyle/carlodnq.html (дата звернення: 08.11.2024).

2. Eyman D. Digital Rhetoric: Theory, Method, Practice. Michigan: University of Michigan Press, 2018. 268 с.

3. Mauro A. The Language of Cyber Attacks: A Rhetoric of Deception. – London: Bloomsbury Academic, 2024. 312 с.

ВНЕСОК ВИКЛАДАЧІВ, СТУДЕНТІВ ТА ВИПУСКНИКІВ ХАРКІВСЬКОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ В БУДІВНИЦТВО БУДИНКУ ДЕРЖАВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Новгородов Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: dvn73ua@gmail.com

Держпром – це виданий архітектурний об'єкт, символ Харкова, така ж візитівка міста, як Ейфелева вежа в Парижі, Емпайр-Стейт-Білдінг в Нью Йорку або будівля Опери в Сіднеї.

Перша в Україні багатоповерхова залізобетонна будівля, збудована в авангардному на той час стилі конструктивізм була зведена в період з 1925 по 1928 рік за проєктом архітекторів Сергія Серафімова, Самуїла Кравця та Марка Фельгера. Але в будівництві Держпрому брав участь численний колектив проєктного бюро під керівництвом С.М. Кравця, що складався із молодих архітекторів, інженерів, конструкторів, креслярів. Більшість з цих спеціалістів були викладачами, випускниками та студентами Харківського технологічного інституту (зараз НТУ «ХПІ»).

Активна розбудова Харкова у зв'язку із зміною статусу міста, початок індустріалізації країни у другій половині 1920-х років – все це потребувало великої кількості нових інженерно-технічних кадрів в галузі архітектури та будівництва. Викладачі та випускники ХТІ приймали активну участь в розвитку архітектурно-будівельної галузі України, науковій роботі, будівництві нових промислових та цивільних об'єктів.

З 1925 по 1927 рік найбільшим та головним будівельним майданчиком Харкова та України стало зведення Будинку Державної Промисловості. Будівля була призначена для розміщення Раднаркому, Промбанку, Держторгу, Зовнішторгу, Держплану, «Південсталі», «Хімвугілля», «Металосиндикату», «Цукротресту» та «Пайового товариства будівництва і експлуатації будинків держпромисловості», в яке входили 22 державних трести [1].

Значний внесок в будівництво Держпрому було зроблено саме викладачами та випускниками ХТІ. У 1925 році ВСНХ України, який очолював випускник ХТІ Володимир Християнович Ауссем, оголосив конкурс на розробку проекту будівлі «нового типу». Авторами міжнародної конкурсної програми були професор ХТІ Олександр Георгійович Молокін та інженер-будівельник, випускник ХТІ Яків Соломонович Кенський. Перемогу в конкурсі одержав проект «Непроханий гість» архітекторів Сергія Серафімова, Самуїла Кравця та Марка Фельгера. Робочі креслення проекту виконували студенти й випускники ХТІ.

Керівником будівництва було призначено досвідченого харківського інженера Павла Роттерта, а його заступником став випускник ХТІ Лев Юхимович Ройтенберг. Старшим архітектором на будівництві був викладач ХТІ Іван Іванович Малозьомов, а страшим інженером із сантехнічних робіт – Григорій

Корнилович Шейко, випускник ХТІ, згодом нарком комунального господарства України. [2,3,4].

В спеціально створеному архітектурному бюро під керівництвом Самуїла Кравця працювали випускники інженерно-будівельного факультету ХТІ Михайло Соломонович Луцький та Борис Петрович Грицевський. В основу розрахунку конструкції Держпрому ліг спосіб розрахунку складних статично невизначених рамних систем методом постійних точок, який розробили студенти ХТІ Олександр Володимирович Прейсфрейнд та Мендель Моїсейович Пайков. Керівниками будівельних ділянок були випускники та студенти старших курсів ХТІ: Яків Силович Теличко, Олександр Степанович Коробко, Олена Львівна Савлук, Самуїл Олександрович Соколін, Антон Петрович Красіков та інші [2,3,4].

Одночасно с будівництвом Держпрому в Харківському технологічному інституті створювались та розвивались наукові школи в галузі архітектури, будівельної механіки та матеріалознавства, залізобетонних конструкцій, дорожніх та санітарно-технічних споруд. У 1926 році під керівництвом професора Антонія Івановича Носалевича була відкрита науково-дослідницька кафедра інженерно-будівельних наук, що заклала основи для розвитку науково-дослідницьких установ в Україні. У 1929 році за ініціативою Я.В. Столярова при ВСНХ УРСР було створено Досвідну дослідницьку станцію з будівництва, на основі якої було засновано Український науково-дослідний інститут промислових та цивільних споруд. Директором інституту став випускник ХТІ та викладач ХПІ Андрій Степанович Ваценко. Цей НДІ став першою в Україні науковою установою в сфері будівництва [2,3,4].

Список літератури:

1. Довідник будинку Держпромисловості. Харків: Укроргстрой, 1929.

2. Павлова Г.В., Семененко Л.П., Назаренко С.А. Зодчие и строители Харькова: из истории Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Бібліографічні студії пам’яті харківського бібліографа-краєзнавця Галини Каширіної. 2019.

3. Науково-технічна бібліотека НТУ «ХПІ». Історія Харківського технологічного інституту в особах. Бібліографічний словник (викладацький склад). URL : http://library.kpi.kharkov.ua/vustavki/PREPODAVATELY.html .

Т-34 – СИМВОЛ ПЕРЕМОГИ: ВНЕСОК ХАРКІВСЬКИХ КОНСТРУКТОРІВ У СТВОРЕННЯ ЛЕГЕНДАРНОГО ТАНКА

Обеднік С. Р., Якименко Є. О., Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
e-mail sofia.ob383@gmail.com, liza.yakimenko05@gmail.com

Танк Т-34 став символом перемоги у Другій світовій війні і його роль у перемозі над нацизмом важко переоцінити. Цей легендарний бойовий механізм, який вражав як технічними характеристиками, так і бойовою ефективністю, був результатом титанічної праці численних конструкторів і інженерів. Одними з основних творців Т-34 були харківські інженери, зокрема М. Кошкін та О. Морозов. М. Кошкін, який очолив розробку Т-34, створив танк, що став еталоном для наступних поколінь бойових машин. О. Морозов, як заступник Кошкіна, зробив значний внесок у вдосконалення конструкції та забезпечення бойових характеристик, які дозволяли танку бути ефективним на різних етапах війни [1, 3].

Актуальність теми зумовлена як історичним значенням, так і сучасними обставинами, коли Україна знову бореться за свою свободу і незалежність. Т-34 став іконою перемоги у Другій світовій війні, втіливши силу і рішучість українських конструкторів та інженерів, що змогли створити техніку, яка значно вплинула на результат війни. Харківські конструктори, працюючи у складних умовах, продемонстрували майстерність і винахідливість, що є яскравим прикладом для сучасного покоління інженерів [3].

Системний підхід сприяв всебічному вивченню Т-34 як результату складного процесу розробки, виробництва та стратегічного використання, що забезпечило танку перевагу на полі бою і зробило його символом перемоги. Використання цих методів дозволило комплексно дослідити тему та чітко окреслити роль харківських конструкторів у створенні легендарного танка.

Харківські конструктори мали найбільший внесок у створення Т-34, надавши танку поєднання броні, маневреності та вогневої потужності, що зробило його символом перемоги у Другій світовій війні. Розробка цієї бойової машини розпочалася на Харківському паровозобудівному заводі, де створювали новітні моделі танків для Червоної армії. Головний конструктор М. Кошкін разом із командою, включно з О. Морозовим, здійснив прорив у танкобудуванні, зосередившись на створенні танка з поєднанням високої мобільності, потужності і захищеності. Значний вплив на дизайн Т-34 мала американська модель М1931, від якої харківські інженери перейняли багато технічних рішень. Саме на основі іноземного досвіду вдалося створити такі моделі, як БТ-2, БТ-5 і БТ-7, які стали попередниками Т-34. Однак остаточна версія Т-34 відзначалася винятковими нововведеннями – похила броня, яка надавала додатковий захист від снарядів, а також потужний дизельний двигун В-2, розроблений під керівництвом К. Челпана. Танк Т-34 відзначився у випробуваннях, показавши високу прохідність і надійність [1, 3].

Отже, завдяки зусиллям харківських конструкторів під керівництвом М. Кошкіна та О. Морозова, Т-34 став інноваційною машиною. Вони вдосконалили технічні характеристики танка, зокрема похилу броню, що надала йому додаткову захищеність і підвищила виживаність на полі бою. Ця конструктивна особливість стала основою майбутнього бронетанкового дизайну. Розроблений харків'янами дизельний двигун В-2 забезпечив високу маневреність і швидкість, що зробило Т-34 мобільним навіть у найскладніших умовах. Двигун В-2 став символом надійності та витривалості, що стало однією з головних переваг танка на війні. Харківські конструктори змогли оснастити Т-34 вогневою міццю, що дозволило йому з успіхом боротися проти важких німецьких танків. Озброєння калібру 76,2 мм було достатньо потужним для ефективного знищення ворожої техніки [1, 2].

Список літератури:

1. Бєсов Л. Танкобудування України: короткий історичний нарис. Історія галузей і підприемств. 2013. С. 36.

2. Конструктор Перемоги. Винахідник танка Т-34 харків'янин Михайло Кошкін наводив жах на Гітлера навіть після своєї смерті. Корреспондент:. URL: https://ua.korrespondent.net/ukraine/events/3404216-korrespondent-konstruktor-peremohy-vynakhidnyk-tanka-t-34-kharkivianyn-mykhailo-koshkin-navodyv-zhakh-na-hitlera-navit-pislia-svoiei-smerti (дата звернення: 14.11.2024).

3. Т-34: народжений у Харкові. Армія inform. URL: https://armyinform.com.ua/2020/03/21/t-34-narodzhenyj-u-harkovi/ (дата звернення: 14.11.2024).

КУЛЬТУРОЛОГІЧНИЙ ПОГЛЯД НА ЦИФРОВІЗАЦІЮ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТУ В ОСВІТІ ТА НАУЦІ

Пархоменко А. А.
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
вул. Іоанна Павла II 17, м. Київ, 01042,Україна,
e-mail: a.parkhomenko.99@gmail.com

Створення й плекання культурних ландшафтів сьогодні пов'язане з розвитком інформаційних технологій та масових комунікацій, в яких використовуються цифрові технології. Тому проблеми цифровізації будь-якого, у тому числі візуального, контенту набувають такої значущості, актуальність і доцільність суто культурологічного дослідження якої, на наш погляд, зараз є не нижчими за вимогу досліджень техніко-технологічних засад і засобів цього процесу.

У часи соціокультурних трансформацій, сучасниками (й учасниками) яких нам випало бути, вкрай важливим є розуміння того, що саме в культурі відбувається за допомогою або шляхом цифровізації візуального контенту, а що виникає або розповсюджується внаслідок саме цифровізації. Іншими словами, завдання культурології полягає не тільки в обґрунтуванні власне культурного статусу цифрових візуалізацій (спробу чого ми здійснили 2 роки тому [1]), але й у проведенні демаркаційної лінії між цифровізацією візуального контенту як лише технічного інструменту культурних впливів та цифровізацією візуального контенту як культуротворчого чинника таких впливів, гранично – як джерела смислопородження-смислоутвердження. Для виконання цього завдання зосередимо увагу на освіті та науці, бо вони відіграють особливу роль у побудові культури будь-якої епохи: цілі освіти певним чином корелюють із провідними культурними смислами-цінностями, а зміст і організація освітнього процесу освіти завжди обумовлені розвитком наукового знання та технологій.

Значний потенціал цифровізації візуального контенту як культуротворчого чинника у цих сферах обумовлений створенням принципово нових можливостей для візуалізацій, які перевищують природні можливості людського зору. За допомогою технологій віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR) людина може сприймати й маніпулювати тривимірними об'єктами, отримувати глибше розуміння складних концепцій та процесів. Такі можливості стають особливо цінними в освітніх та наукових практиках, де важливою є візуальна наочність і практичний досвід. У статті "The Power of Virtual Reality" на сайті Futuclass описано вплив VR на освітній процес, де технологія дає змогу не лише спостерігати, але й взаємодіяти з об'єктами віртуального світу. Це підвищує рівень залученості учнів та допомагає засвоїти матеріал через досвід.

Переваги використання VR в освіті полягають у можливості створення різноманітних середовищ, які важко, а подекуди неможливо, відтворити в Наприклад, учні можуть здійснити віртуальну подорож у космос, відвідати інші країни, брати участь у наукових експериментах, які через ризик, брак ресурсів або технічні обмеження неможливі в звичайному навчальному середовищі. Це особливо цінно для предметів природничих наук, медицини, історії та

мистецтва. Навчання через досвід у VR-середовищах, за даними Futuclass, підвищує мотивацію студентів, оскільки вони можуть бачити результати своїх дій і відчувати ефект присутності в навчальному процесі.

У наукових дослідженнях VR і AR також використовуються для моделювання об'єктів і середовищ, недоступних для прямого спостереження. Наприклад, медичні дослідження та підготовка лікарів за допомогою VR дозволяють проводити операції на віртуальних пацієнтах, що знижує ризики та підвищує рівень підготовки фахівців. У сфері археології цифрова візуалізація дозволяє реконструювати історичні пам'ятки, створюючи їхні віртуальні моделі, які можна досліджувати та аналізувати, не руйнуючи об'єкти культурної спадщини.

Однак слід враховувати і зворотний бік поширення візуалізації за допомогою VR, AR та штучного інтелекту. Оскільки цифрові образи створюються з високою деталізацією, існує ризик маніпулювання візуальною інформацією. Наприклад, алгоритми штучного інтелекту можуть бути використані для створення контенту, який виглядає реалістично, але водночас містить маніпуляції або неправдиві відомості [3]. Це піднімає питання етичного використання таких технологій і посилює аспект контролю за використанням цифрових технологій, щоб уникнути можливих зловживань та спотворення реальності, зокрема, в освітніх і наукових цілях, де правдивість і точність мають першочергове значення.

Список літератури:

1. Пархоменко А.А. Цифрові візуалізації як культурні репрезентації. КУЛЬТУРА В XXI СТОЛІТТІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ЗБЕРЕЖЕННЯ, РОЗВИТОК. THE XXI CENTURY CULTURE: RESEARCH, MEMORIZATION, DEVELOPMENT : зб. наук. статей за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції 8–9 грудня 2022 року / за заг. ред. О. Смоліної, І. Сілютіної. Київ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2023. С.100–108.

2. Visualize The Invisible: The Power Of Virtual Reality (2022). Доступ: https://futuclass.com/blog/the-power-of-virtual-reality/ (Звернення: 5 листопада 2024).

3. A systematic literature review on Virtual Reality and Augmented Reality in terms of privacy, authorization and data-leaks (2022). Доступ: https://arxiv.org/pdf/2212.04621 (Звернення: 5 листопада 2024).

МЕДИЧНЕ ПОВСЯКДЕННЯ НАСЕЛЕННЯ НАДДНІПРЯНСЬКОЇ УКРАЇНИ ПІД ЧАС НІМЕЦЬКОЇ ОКУПАЦІЇ: ПРОБЛЕМИ ЕПІДЕМІЇ І САНІТАРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Петлінська Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: yuliya.petlinskaya@gmail.com

Період Другої світової війни був не лише військовим конфліктом, а й гуманітарною катастрофою, яка вплинула на всі аспекти життя, включаючи стан охорони здоров'я. Масові епідемії, руйнування медичних установ, дефіцит медикаментів і засобів гігієни стали критичними викликами для населення.

Під час німецької окупації більшість медичних установ або знищували, або перепрофілювали для обслуговування німецької армії. Залишки місцевих медичних кадрів були змушені працювати без належного забезпечення. Порушення системи водопостачання, дефіцит харчових продуктів і неможливість дотримання базових гігієнічних норм сприяли стрімкому поширенню інфекційних хвороб [3, 650 с].

Додатковими факторами стали депортації, концентраційні табори та примусова праця, де люди перебували в тісних, антисанітарних умовах, часто без доступу до медичної допомоги.

Епідемії тифу стали одними з найпоширеніших під час війни. Збудник хвороби, переданий через вошей, швидко поширювався серед населення, особливо в умовах переповнених таборів та відсутності можливості для прання одягу або особистої гігієни. У Києві в 1942 році було зареєстровано понад 25 000 випадків висипного тифу. Смертність від цієї хвороби сягала 20-30%, оскільки лікування проводилося лише симптоматично. Відома трагедія сталася у Дарницькому концтаборі під Києвом, де тиф забрав життя понад 12 000 радянських військовополонених упродовж кількох місяців [4, 54 арк].

Спалахи дизентерії були поширеними в окупованих містах і селах, де зруйновані водогони змушували людей використовувати воду з річок або забруднених колодязів. Наприклад, у Запоріжжі влітку 1943 року дизентерія вразила понад 20% населення. В умовах нестачі ліків і кваліфікованих лікарів смертність від цієї хвороби була дуже високою. У Миколаєві в 1943 році зафіксовано близько 15 000 випадків, серед яких 40% постраждалих були діти. Через відсутність належного лікування смертність від дизентерії досягала 10-15% [1, 26 с].

Хронічне недоїдання та антисанітарія спричинили спалах туберкульозу. У Дніпропетровську кількість хворих у 1943 році зросла на 60% порівняно з довоєнним періодом. Лікарі фіксували до 1 000 нових випадків щомісяця, причому більшість пацієнтів не отримували належного лікування через брак антибіотиків [5, 53с].

У південних районах Наддніпрянщини, зокрема в Херсонській і Миколаївській областях, зафіксовано спалахи малярії. Через відсутність дезінфекції

водних джерел та руйнування дренажних систем комарі, які є переносниками хвороби, розмножувалися в небачених кількостях [3, 730 с].

Епідемії завдали тяжкого удару по демографічній ситуації. Смертність у містах і селах зростала не лише через бойові дії, але й через хвороби, які не вдавалося лікувати через відсутність необхідних ресурсів. Наприклад, у Харкові в 1942 році смертність від інфекційних хвороб сягала 30% від загальної кількості смертей.

Окупаційна влада не проявляла значного інтересу до боротьби з епідеміями серед місцевого населення. Головною метою була підтримка здоров'я німецьких військових і робітників, які працювали на користь Третього Рейху [5, 74 с].

Таким чином, хвороби та епідемії в умовах німецької окупації стали ще одним фронтом боротьби за виживання. Відсутність базових санітарних умов, дефіцит ліків і харчів зробили ситуацію катастрофічною. У період окупації рівень смертності від хвороб у деяких регіонах України зріс у 2-3 рази. За даними архівів, у 1942 році в Запорізькій області від інфекційних хвороб померло близько 50 000 осіб. Загальна кількість жертв епідемій за час окупації становить понад 500 000 осіб [1, 28 с].

Список літератури:

1. Орлянський В. С. Діяльність Запорізької міської управи в області освіти й охорони здоров‘я в період німецької окупації (1941–1943 рр.) / В.С. Орлянський // Гілея : науковий вісник. Збірник наукових праць / Гол. ред. В.М. Вашкевич. К.: ВІР УАН, 2009. Вип. 19. С. 24–31.

2. Стельникович С. В. Санітарно-епідеміологічний стан на території Житомирського генерального округу / С. В. Стельникович // Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету. Запоріжжя, 2014. Вип. 40. С. 151–154.

3. Україна в Другій світовій війні: погляд з XXI ст.: історичні нариси. Кн. 2 / [редкол: В.А. Смолій (голова), Г.В. Боряк, Ю. А. Левенець та ін.]. К.: Наукова думка, 2011. 943 с.

4.Центральний державний архів вищих органів влади і управління України (далі – ЦДАВО України), ф. 342, оп. 14, спр. 373, 72 арк.

5. Шайкан В. Повсякдення українців у роки німецької окупації. 1941–1944 / В.Шайкан. К.: ПП Наталя Брехуненко, 2010. 80 с.

ІННОВАЦІЙНИЙ КОНТЕКСТ ПЕРШИХ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ТРУБОК

Савчук В. С., Кисільова Т. О.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
Україна, пр. Науки 72, м. Дніпро, 49010, Україна,
e-mail: varfolomey44@gmail.com
Дніпровський державний медичний університет,
вул. Володимира Вернадського 9, м. Дніпро, 49044, Україна,
e-mail: t.probotuk@gmail.com

Перші рурки, які використовували дослідники для отримання рентгенівського випромінювання, фактично не були спеціально пристосовані для цього. Це були рурки, які використовувалися для вивчення газових розрядів, зокрема катодних променів. Досить часто кожен з дослідників самостійно конструював таку трубку.

Зрозуміло, що кращі зі сконструйованих моделей використовувалися й іншими дослідниками. Однією з таких моделей була так звана «трубка Крукса». Саме таку трубку (як зазначається в багатьох історико-наукових дослідженнях) використовував у своїх дослідах з отримання та реєстрації Х-променів В. К. Рентген. Хоча з цього приводу є свідчення того, що питання «яку трубку Рентген використовував під час свого відкриття не дуже ясно, відомо, що він використовував звичайні моделі Крукса. Але також використовував трубки Гіторфа (пізніше продавалися як трубки абсолютного вакууму) і експериментував з трубками Ленарда, які він замовляв за своїм власним описом для досліджень у різних постачальників трубок, таких як Louis Muller-Ankel, Greiner & Friedrichs, Emil Gundelach» [2].

Зазначимо, що період приблизно до 1920-х років був періодом використання рентгенівських трубок з холодним катодом. В таких трубках повітря відкачувалося до залишкового тиску порядку 0,1 мм. рт. ст. На сайті електронно-променевої трубки, який спеціалізується на її історії, наведена фотоколекція іонних рентгенівських трубок з холодним катодом, яка дає можливість представити наочно ті трубки, що використовувалися першими дослідниками рентгенівського випромінювання.

Щодо В. К. Рентгена, то на рис. 1. наведена рентгенівська трубка «в стилі Гіторфа-Крукса, приблизно 1896 р. Це одна з моделей, яку Рентген, найімовірніше, використовував у своїх дослідженнях і відкритті рентгенівських променів» [2].

Тобто, В. К. Рентген експериментував з різними моделями трубок та їх модифікаціями. Зрозуміло, що необхідність мати кращі характеристики трубок саме для отримання рентгенівського випромінювання викликала нові конструкторські розробки. Кращі з них почали випускатися постачальниками трубок.

Значний внесок у розробку принципів побудови рентгенівських трубок та створення з використанням цих принципів відповідних їх конструкцій внесли українські вчені І. П. Пулюй та М. П. Пильчиков.

В своїх дослідженнях І. П. Пулюй найчастіше використовував два види трубок: звичайну розрядну трубку та фосфоресційну трубку, сконструйовану ним ще у 1882 р. Схематично остання представлена на рис. 2, а її зовнішній вигляд на рис. 3. Саме з використанням цієї трубки І. П. Пулюй здійснив свої фундаментальні дослідженні Х-променів, назвавши їх рентгенівськими.



Рис. 1 – Рентгенівська трубка фірми Gundelach або Lois Müller-Unkel (1896 р.). Джерело [2].

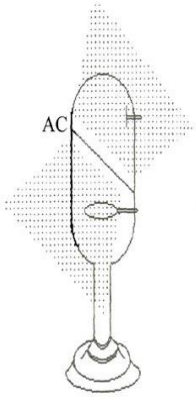


Рис. 2. – Трубка Пулюя (схема). Джерело [1].



Рис. 3. – Трубка Пулюя (фото). Джерело [2].

В той же час випередивши В. К. Рентгена у з'ясуванні низки їх базових властивостей та запропонувавши правильне пояснення їх природи.

Мала свої особливості і трубка, сконструйована М. Д. Пильчиковим. Прикметно, що його трубка дозволяла отримати найкоротшу на той час тривалість рентгенівської зйомки.

В доповіді розглянуто принципи побудови зазначених рентгенівських трубок та їх конструктивні особливості. Проведено порівняльний аналіз трубок, що використовувалися для отримання рентгенівського випромінювання, й, відповідно, тих ідей, які були реалізовані дослідниками при конструюванні цих трубок, та їх інноваційного значення для подальшої розробки рентгенівських трубок.

Список літератури:

1. Іван Пулюй. Збірник праць /за загальною редакцією професора Василя Шендеровського. Київ: Видавництво «Рада». 1996.

2. Сайт електронно-променевої трубки. URL: (https://www.crtsite.com/page5.html)

ПЕРСОНІФІКАЦІЯ ІСТОРІЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ УКРАЇНИ – МИХАЙЛО МИТРОФАНОВИЧ ФІЛОНЕНКО-БОРОДИЧ (1885–1962 рр.): НОТАТКИ ДО ПРОБЛЕМИ

Салата Г.В.
Київський національний університет культури і мистецтв,
вул Євгена Коновальця, 36, м. Київ,01601, Україна,
e-mail: salaty@bgmir.net

Лавиноподібний розвиток техніки випробовує на міцність вплив реалій епохи, а його закономірності не зводяться до соціально-економічних складових: активним сегментом у дослідженні логіки розвитку техніки виступає аналіз її взаємодії з людиною. Відтак, роль особи в історії є визначальною у цивілізаційному поступі, часто латентною.

Михайло Митрофанович Філоненко-Бородич (1885–1962 рр.) – вчений в галузі механіки, доктор технічних наук, професор працював у сфері питань теорії пружності, будівельної механіки та опору матеріалів, прикладних питань математичної статистики. Професіоналізм, чіткість математичного аналізу, технічні аналогії, глибина опрацювання розглянутої проблеми – визначальні риси наукової роботи професора, що надало можливість віднаходити інноваційні рішення і виявляти нові властивості та явища. М.М. Філоненко-Бородич є автором підручників для закладів вищої освіти з опору матеріалів і теорії пружності. Науковий доробок професора за його життя склав 62 праці.

Історіографічний аналіз проблеми свідчить, що проблема не обійдена увагою дослідників, але носить фрагментарний характер. Загалом це роботи перших років після смерті вченого: некрологи та короткі відомості загального характеру.

Михайло Митрофанович народився 4 червня (23 травня) 1885 р. у місті Глухів Чернігівської губернії (нині Сумської області) у родині спадкоємних дворян. Старовинне українське місто Глухів на р. Есмань уперше згадується в Іпатіївському літописі під 1152 р. як місто Чернігівського князівства, місто Магдебурзького права, резиденція гетьманів Лівобережної України і місто, де знаходились всі установи гетьманської адміністрації. У 1893 р. Михайло Митрофанович здобуває право навчатись у Глухівській класичній гімназії, а у 1903 р. вступає до математичного відділу фізико-математичного факультету Імператорського університету Св. Володимира у Києві.

Студент Михайло Філоненко-Бородич слухає лекції з геометрії професора Бориса Яковича Букрєєва – видатного українського математика, засновника і активного діяча Київського математичного товариства. Вищу алгебру і аналітичну геометрію читав професор Дмитро Олександрович Граве. Лекції з теоретичної й аналітичної механіки читав доктор прикладної математики, професор механіки Київського університету Св. Володимира Гаврило Костянтинович Суслов, праці та курси лекцій якого були широко відомі. Практичні заняття з теоретичної механіки вів професор Петро Васильович Воронець, а також уведення в проектну геометрію і варіаційне числення. Теорію ймовірностей, практичні заняття з

інтегрального числення вів приват-доцент Георгій Васильович Пфейффер. Фізику на відділенні математичних наук читав професор Георгій Георгійович Метц.

У буремні роки Другої світової війни Михайло Митрофанович не лише вів інтенсивну наукову роботу, а й зробив науково-технічне відкриття ціною у життя тисяч людей: під час блокади Ленінграду – вирішив задачу про міцність криги, чим сприяв створенню «Дороги життя» по кризі Ладозького озера періоду Другої світової війни! А наприкінці 1942 р., коли почалася підготовка до прориву блокади, вчені вирахували можливий режим руху танків, що забезпечило вихід на кригу танкових частин!

Михайло Митрофанович володів усіма якостями блискучого лектора: глибоким знанням матеріалу, широким світоглядом, висловлював думку чітко, а план та частини лекції були завжди структуровані. Професор досконало вирізняв такі поняття, як «інформація», «знання», адже інформація – це не завжди знання, а знання – це інформація, що є інструментарієм досягнення мети. Його перу належить цілий ряд методичних прийомів читання лекцій з теорії пружності і опору матеріалів. Наукові розвідки вченого перекладені багатьма мовами світу і не втрачають своєї популярності серед фахівців й нині: англійською, румунською, німецькою мовами.

Ідеї Михайла Митрофановича про можливість побудови теорій міцності в просторі головних напружень знайшли своє яскраве відображення у науковій, навчально-методичній літературі та практичній діяльності. Для теорії розрахунку руху потягів на проектованих і існуючих залізницях метод Філоненко-Бородича мав важливе практичне значення, адже у декілька разів зменшив собівартість виробництва. На основі методів математичної статистики і теорії ймовірностей, вчений вирішив важливі для економіки країни питання теорії амортизації майна залізничного транспорту і пов'язані з цим щорічні витрати держави; питання про методи вимірювання роботи залізничного транспорту, а також питання теорії похибок при обрахунку фіскального зиску залізниць. М.М. Філоненко-Бородич був видатним розробником методики та методології викладання математики, механіки у вищій школі.

Таким чином, з вище окресленого матеріалу випливає, що персоніфікація науки може і повинна стати одним із шляхів гуманізації і гуманітаризації системи освіти. Використання людського фактору у викладанні, або науково-педагогічний склад будь якого закладу вищої освіти – має величезний виховний потенціал, так як представляє історію науки і техніки не як безлику і знеособлену науку і навіть не просто прізвища, а конкретних людей з їх чеснотами, перевагами і недоліками, особистостей, у яких можна вчитися, з яких можна брати приклад. Питання персоніфікації історії науки і техніки України ще чекає на своїх дослідників та творчо-науковий підхід до розкриття наукової проблеми.

Список літератури:

1. Салата Г.В. Історія науки і техніки у проблемному полі біокультурної антропології: нотатки до постановки проблеми // IX міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми гуманітарних наук»: матеріали. 27 серпня 2017 р. м. Краматорськ. Вінниця. 2017. С. 33–36.

НАУКОВА БІОГРАФІСТИКА ЯК СКЛАДОВА ІСТОРІОГРАФІЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Саприкін Г. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: heorhii.saprykin@sgt.khpi.edu.ua

Коли мова заходить про історіографічні дослідження, жодним чином неможливо оминути такий аспект, як наукова біографістика. Внесок науковців у розвиток різних наукових галузей, у тому числі електротехніки через призму наукових біографій є, на нашу думку, актуальним.

Звичайно робота дослідника завжди починається із комплексних історичних праць. Логіка такого підходу зрозуміла: великі кумулятивні історичні праці є основою для формування загальної картини розвитку науки. Вони створюють рамки, які дозволяють структурувати знання, відображати ключові тенденції та визначати основні етапи розвитку. В першу чергу на себе звертають увагу такі потужні наукові дослідження, як дисертаційні роботи О.Є. Тверитникової «Наукове забезпечення розвитку електротехнічної галузі України (1945–1991 роки)» [1] та О. В. Лавріненко «Становлення та розвиток теоретичної електротехніки як науки та навчальної дисципліни на теренах України у 30-ті рр. XX ст. – початок XXI ст.» [2].

Однак, коли мова починає йти про таку вузькоспеціалізовану тему, як сучасна історіографія електротехніки, при детальному аналізі відразу стає зрозумілим, що таких праць не так багато. Величезний обсяг інформації, часто важко охопити навіть окремій дослідницькій групі, годі й говорити про окремих науковців. Мають такі дослідження і певні недоліки: обмежений доступ до всіх можливих джерел, а також схильність до узагальнень можуть додавати авторського суб’єктивізму, і втрату важливих деталей. Це здатне призвести до того, що широкі оглядові роботи можуть втратити глибину, яка є необхідною для аналізу окремих аспектів розвитку науки. Зрозуміло, не кожен вчений має достатньо відваги, як вказані вище дослідниці.

Суттєво більша кількість публікацій присвячена окремим аспектам розвитку електротехніки, як науки чи розвитку окремих науково-освітніх установ, чи електротехнічних споруд [3, 4]. Однак найбільше привертають увагу публікації, присвячені окремим особистостям, що своєю професійною діяльністю пов’язані з розвитком названої галузі наук. Щоб це зрозуміти, досить вивчити доробок таких істориків науки і техніки кафедри українознавства, культурології, та історії науки НТУ «ХПІ», як О. Є. Твертникова, С. А. Радогуз, М. В. Гутник та інших. Ми відразу побачимо цілу низку біографічних розвиток, які не лише окреслюють здобутки провідних науково-технічних діячів в галузі електротехніки, але й відображають взаємозв’язки особистих історій з історією розвитку галузі та суспільства в цілому.

Зрештою, історіографія науки нерідко базується на аналізі діяльності окремих особистостей, які своїми ідеями, відкриттями чи інституційною роботою вплинули на формування цілих наукових напрямів. Біографістика дозволяє

детально дослідити ці внески, виділити ключових постатей і зрозуміти їхній вплив на історію науки.

Наукові відкриття ніколи не виникають у вакуумі. Тож біографічні дослідження висвітлюють, як соціально-економічні умови, культурні впливи та політична ситуація формували діяльність учених. Це дозволяє краще зрозуміти, як зовнішні чинники впливали на науковий прогрес. Біографістика служить мостом між дослідженням особистих досягнень окремих учених і аналізом розвитку наукових установ чи напрямів. Наприклад, через вивчення біографій можна простежити, як індивідуальні зусилля сприяли зміцненню наукових шкіл або утворенню нових інституцій.

Зрештою, біографістика допомагає зберегти пам’ять про таких вчених, як О. К. Погорелко, П. П. Копняєв, С. М. Фертик, О.О. Потебня, В. Б. Клепіков, В. Т. Долбня та десятків інших, які зробили значний внесок у розвиток науки. Це важливо для формування національної наукової спадщини та популяризації науки. Біографічні дослідження сприяють створенню зрозумілих та цікавих історій, які можуть залучати широку аудиторію до науки. Через людський аспект — життєві історії, виклики й досягнення вчених — наука стає ближчою до суспільства.

Таким чином. біографістика є невіддільною частиною історіографії електротехніки, адже вона дозволяє детально дослідити внесок окремих учених у розвиток цієї галузі та відтворити контекст, у якому ці внески стали можливими. Завдяки аналізу життєвого шляху, наукової діяльності та суспільного впливу дослідників, біографістика формує глибше розуміння процесів становлення і розвитку електротехніки як науки, що тісно пов’язана із соціальними, політичними та культурними трансформаціями в Україні.

Список літератури:

1.Тверитникова О. Є. Наукове забезпечення розвитку електротехнічної галузі України (1945-1991 роки) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра іст. наук : [спец.] 07.00.07 "Історія науки й техніки" / Тверитникова Олена Євгенівна ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б-ка, [Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т"]. Київ, 2018. 44 с

2.Лавріненко О. В. Становлення та розвиток теоретичної електротехніки як науки та навчальної дисципліни на теренах України у 30-ті рр. XX ст. – початок XXI ст. : дис. на здобуття наук. ступеня канд. іст. наук : [спец.] 07.00.07 "Історія науки й техніки" / Лавріненко Ольга Валеріївна; ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України, [Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т"]. Київ, 2021. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

3.A. Koval, V. Koval, S. Radoguz, D. Danylchenko, K. Minakova and S. Dryvetskyi, "Dnieper Hydroelectric Station (DniproHES). The Story of the Largest Investment in the Electricity Industry in Europe in the Early XX Century," 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2021, pp. 604-607, doi: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575952.

4.M. Gutnyk, E. Tverytnykova, S. Radohuz, I. Krylenko and S. Tkachenko, "The Electrification of Kharkiv City at the End of XIX – at the Beginning of XX Century," IEEE EUROCON 2021 - 19th International Conference on Smart Technologies, 2021, pp. 582-586, doi: 10.1109/EUROCON52738.2021.9535540.

РОЗВИТОК ВИСОКОВОЛЬТНОЇ ТЕХНІКИ НА ТЕРИТОРІЇ РАДЯНСЬКОЇ УКРАЇНИ В МІЖВОЕННИЙ ПЕРІОД XX ст.

Свічкар О. С., Робак І. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: alextwoboard@gmail.com

Становлення високовольтної техніки в Україні безпосередньо пов'язане зі створенням та розвитком Українського фізико-технічного інституту (УФТІ) в Харкові. Інститут розташовувався на ділянці площею 6 га в Нагірному районі м. Харкова, між Чайковською та Юмовською вулицями. На території інституту були містилися два основних корпуси – Головний і Високовольтний, а також житлові будинки й гараж, складські та інші побічні приміщення. 1 вересня 1930 року було завершено будівництво лабораторного корпусу, житлових будинків та майстерні. У Головному корпусі розміщувалися лабораторії: кріогенна та кристалів, рентгенографічна, радіоактивних випромінювань, відділ теоретичної фізики, управління інституту, наукова бібліотека, склад наукових приладів. Варто зазначити, що Високовольтний корпус було спроектовано особисто О. Лейпунським, що свідчить про особливу увагу до розвитку високовольтної техніки в інституті [1, с. 98–99].

Високовольтний корпус містив: Лабораторію атомного ядра, Лабораторію електромагнітних коливань, Лабораторію ударних напруг Академії наук СРСР, а також конденсаторні й електромонтажні майстерні. Особливістю інституту було те, що центральні експериментальні майстерні виготовляли все необхідне для наукової роботи обладнання. Практично всі елементи техніки високих напруг доводилось робити самотужки в інститутських майстернях – трансформатори, конденсатори, розрядники. Це було зумовлено відсутністю відповідного обладнання в промисловості СРСР того часу. Примітно, що саме завдяки такому підходу вдалося досягти високого рівня технічної майстерності та розуміння всіх аспектів роботи високовольтного обладнання [1, с. 200–201].

Під керівництвом К. Д. Синельникова була створена Високовольтна бригада, до якої увійшли А. К. Вальтер та О. І. Лейпунський. Високі напруги були традиційною тематикою Ленінградської фізико-технічної лабораторії, і її актуальність зумовлювалася потребами електротехнічної промисловості країни. Головними напрямами досліджень стали: передача електроенергії на далекі відстані, розробка та випробування ізоляційних матеріалів, створення потужних рентгенівських пристроїв, дослідження електричних процесів у діелектриках, розробка електростатичних генераторів постійної напруги та високопродуктивних установок для відкачування газів, а згодом і ядерно-фізичні дослідження [2, с. 43].

Проведення фізичних досліджень за переліченними напрямами потребувало прискорення заряджених частинок до значних напруг. У міжвоенний період в УФТІ розвивався прямий метод прискорення заряджених частинок. При цьому енергія прискореної частинки повністю визначалася різницею потенціалів, яку

створював високовольтний генератор. Для реалізації такого підходу потрібно було сконструювати та створити високовольтні генератори. Спочатку розглядалися два варіанти високовольтних генераторів: трансформатор Тесла та генератор Маркса. За допомогою сконструйованого трансфроматора Тесла була отримана максимальна напруга у 400 кВ та розділено ядро фтору. За допомогою генератора, створеного за схемою Маркса, було отримано напругу у 1.5 МВ. Подальшого розвитку ці генератори не отримали, оскільки мали значний недолік – імпульсний характер напруги та безперспективність їхнього використання у ядерній фізиці.

Наступним етапом розвитку техніки високих напруг було створення генераторів постійної напруги. Спочатку було створено генератор постійної напруги на основі трансформаторного каскаду та конденсаторно-вентільної схема на напругу у 350 кВ. Саме завдяки цій установці в 1932 році Високовольтна бригада УФТІ першою в СРСР змогла провести експерименти з розщеплення атомного ядра штучно прискореними протонами [там само]. Подальшого розвитку генератори даного типу не отримали, оскільки отримати напругу з їх допомогою більш ніж 1 МВ було не можливо.

Було запропоновано виготовити новий тип високовольтного генератора постійної напруги на основі каскадів. Кожен каскад містив в собі окремий високовольтний генератор, який живився від автономного джерела живлення. Розрахункова напруга генератора, який складався з 12 ланок, 2.5 МВ.

Наступний тип генератора постійної напруги є електростатичний генератор Ван де Граафа. Створений генератор на напругу у 5 МВ став найбільшим у світі електростатичним генератором Ван де Граафа, який у 1935 році відвідав сам Ван де Грааф [3, с. 11]. Спочатку А. Вальтер був впевнений, що електростатичний генератор буде не придатним для використання у ядерних дослідженнях, але згодом змінив свое ставлення до генераторів такого типу та очолив розробку цього проекту [4, с. 364]. Створений генератор Ван де Граафа мав багато переваг перед трансформатором Тесла та генератором Маркса, але також мав значний недолік – робота генератора залежала від погодних умов.

Список літератури:

1. Ранюк Ю. Лабораторія №1 Ядерна фізика в Україні. Видання друге, виправлене й доповнене. Харків : АКТА, 2006. 578 с.

2. Звонкова Г. Л. Харківський фізико-технічний інститут НАН України: короткий історичний нарис // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія Історія науки і техніки. Харків : НТУ «ХПІ». 2013. № 10 (984). С. 42–50

3. Лаборатория №1 и Атомний проект СССР: Документи та материалы / Под общ. редакцией А. Н. Довбні. 1938–1956. Харків : Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт», 2011. 370 с.

4. Коган В.С., Софроний В.В. Сотрудниуи УФТИ – учасники Великой Отечественной войны. Издание второе, дополненное. Х. : Тимченко, 2009. 432 с.

НАУКОВІ ШКОЛИ В ГАЛУЗІ МЕТРОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

Соліда І.В., Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна,
e-mail: lookway18@gmail.com

Метрологія, як наука про вимірювання, має важливе значення для промисловості, науки, охорони здоров'я та різних сфер економіки. Вона забезпечує надійність і точність вимірювань, які є основою для розвитку технологій і забезпечення якості продукції. З розвитком науки метрологія стала гарантом конкурентоспроможності на ринках, зокрема й у виробничих процесах, що потребують чітких стандартів і суворого контролю якості. Національні системи метрології дозволяють країнам інтегруватися в міжнародні ринки завдяки відповідності світовим стандартам [1]

На початку XX століття в Україні з'явилися перші метрологічні організації, зокрема в Харкові. Потреба у стандартизації вимірювань була викликана бурхливим промисловим розвитком. Однією з перших була створена Українська головна палата мір і ваг (1922 р.), що забезпечувала відповідність продукції світовим стандартам [2].

Головна палата мір і ваг займалася сертифікацією і перевіркою вимірювальних приладів, забезпечуючи єдині вимоги до якості на всій території України. Це була важлива основа для подальшого розвитку метрології як науки, що обслуговувала потреби промисловості та забезпечувала відповідність продукції міжнародним стандартам.

Київська наукова школа метрології сформувалася в межах Київського національного університету ім. Тараса Шевченка в середині XX століття, коли розпочалися інтенсивні дослідження в галузі точності вимірювань і розробка нових методик метрологічного забезпечення. У цей період університет став центром підготовки фахівців та науковців у галузі метрології. Представники накової школи: В.П. Шевченко – один із новаторів розвитку метрології в університеті, його дослідження зосереджувалися на стандартизації вимірювальних приладів. М.С. Коваленко – працював над удосконаленням методів калібрування та забезпеченням точності вимірювань у фізичних експериментах. О.Ю. Зубенко – відомий розробкою нових підходів до метрологічного забезпечення високоточних приладів [2].

Ці науковці займалися розробкою нових метрологічних стандартів, удосконаленням методик калібрування та метрологічного забезпечення приладів, що використовувалися як в наукових дослідженнях, так і в промисловості.

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій і систем (ІВТС) Харківського політехнічного інституту, заснована в 1961 році, готує фахівців за спеціальністю 175 «Інформаційно-вимірювальні технології». Перша назва кафедри «Електровимірювальна техніка». Основні напрямки досліджень включають метрологію, розробку цифрових приладів, методи багатопараметрового контролю та системи збору й обробки даних. Випускники затребувані як в Україні, так і за

кордоном для метрологічної оцінки продукції й керівних посад у наукових установах.

Становлення наукових досліджень повязано з діяльністю професора К.С. Полуляха, фахівйця в галузі електронних вимірювальних приладів. Значний етап у розвитку наукової школи кафедри пов'язаний з викладацькою та науковою роботою О.В. Федорова, В.І. Дякіна, В.І. Пісклярова, а В.І. Бондаренк, С.І. Кондрашова, С.М. Терентьєва [3].

Львівська школа метрології була започаткована у Львівському політехнічному університеті у 1940-х роках. На чолі школи стояли професори М.П.Дубровський та І.Г.Мельник, які досліджували нові методи вимірювань та стандартизації [4].

Серед видатних метрологів школи — професор М.П.Дубровський, чиї розробки стали основою для створення нових вимірювальних систем і були впроваджені у багатьох промислових галузях України.

Школа активно співпрацює з міжнародними метрологічними організаціями, зокрема в рамках програм Європейської асоціації національних метрологічних інститутів EURAMET.

Серед видатних сучасних українських метрологів варто відзначити таких учених, як М.С.Петренко, О.В.Олексенко та І.П.Калита. Вони зробили значний внесок у розвиток національної метрологічної науки, створивши нові методики та вимірювальні стандарти для сучасних технологій [1].

В Україні функціонують кілька державних метрологічних інститутів, серед яких основним є Державний науково-дослідний інститут метрології. Він займається стандартизацією, сертифікацією та розвитком вимірювальних технологій, а також розробкою національних стандартів і методик вимірювання [2–3].

Українські наукові школи метрології зробили значний внесок у розвиток світової метрології, забезпечуючи відповідність продукції світовим стандартам і підвищуючи рівень точності в різних галузях промисловості. Вчені України створили потужну систему національних стандартів, що забезпечує міжнародну конкурентоспроможність українських підприємств.

Список літератури:

1.ДП «Укрметртестстандарт».Режим доступу:http://www.ukrcsm.kiev.ua/ (Дата звернення: 9.07.2024)

2. Дослідження в галузі метрології Харківського наукового інституту. Режим доступу: http://www.metrology.kharkov.ua/ (Дата звернення: 10.11.2024)

3. Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій НТУ "ХПІ": http://web.kpi.kharkov.ua/infiz/uk/175-informatsijno-vymiryuvalni-tehnologiyi-magistratura/ (Дата звернення: 13.11.2024)

4. Львівський політехнічний університет. Режим доступу: https://lpnu.ua/ (Дата звернення: 07.11.2024)

КРАЄЗНАВЧИЙ НАПРЯМ У ДІЯЛЬНОСТІ ХАРКІВСЬКОЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ КАФЕДРИ ІСТОРІЇ УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

Стаднік Ю.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: yuliia.domna@gmail.com

Відтворення історико-культурного процесу в Україні 1920-х років вимагає аналізу специфіки функціонування наукових установ. Особливий інтерес становлять методологічні засади наукових досліджень того часу та їх втілення у дослідницькій діяльності. Метою дослідження є аналіз процесу становлення Етнолого-краєзнавчої секції Харківської науково-дослідної кафедри історії української культури як одного з центрів краєзнавства у Харкові.

Науково-дослідна кафедра історії України, пізніше відома як кафедра історії української культури імені Д. І. Багалія, була заснована у 1921 році (керівник – акад. Д. І. Багалій). Проте загальні та секційні засідання, на яких визначали напрями роботи, дослідницькі теми та методологію наукових розвідок, почали проводитися лише з 1922 року. В результаті колективних обговорень, упродовж 1924–1925 років було створено етнолого-краєзнавчу секцію, яка сформувалася на основі підсекцій, що охоплювали етнологію, літературознавство та мистецтвознавство [5]. На хвилі розвитку краєзнавчого руху метою підрозділу стало всебічне вивчення краю.

На початок 1925 року у складі секції працювало лише 4 співробітники [5]: завідувач О. В. Ветухов, який спеціалізувався на мовознавстві та біографістиці; науковий співробітник А. П. Ковалівський, що займався питаннями методології та бібліографії; а також аспірантки Р. С. Данківська (етнологія, музеєзнавство) та В. Ю. Білецька (етнологія, мистецтвознавство). Частина активних учасників секційної роботи були дійсними членами кафедри. Зокрема, до засідань підрозділу долучався П. Г. Ковалівський, який і очолив краєзнавчий напрям досліджень [1, с. 44]. У зв'язку з потребою підготовки наукових кадрів у межах самої секції розроблялася етнолого-краєзнавча програма навчання в аспірантурі [4].

Учені секції виступали на Першому Всеукраїнському З'їзді з вивчення продуктивних сил (грудень 1924 – січень 1925 рр.). На якому діяла комісія з краєзнавства в Україні. На Першій всеукраїнській краєзнавчій конференції (травень 1925 р.) співробітники кафедри представляли гуманітарний напрям вивчення краю. У її роботі взяли участь майже всі представники секції [3, с. 295]. На заході було обрано Український комітет краєзнавства, до якого входили Д. І. Багалій, О. В. Ветухов та П. Г. Ковалівський [1, с. 43]. Окрім того, останній був автором рецензій до перших номерів журналу «Краєзнавство». А у 1925-1926 роках секція виконувала обов'язки тимчасового краєзнавчого бюро УСРР [1, с. 43].

О. В. Ветухов та його колеги вважали, що стара «етнографія перетворюється у нову динамічну науку. І методом її оновлення мало стати досконале вивчення «краю» – тобто краєзнавство [4]. На думку П. Г. Ковалівського воно повинне

ґрунтуватися на «марксівському комплексі природа-людина через працю» [3, с. 295]. Тож краєзнавство мало набути виробничого характеру і включати дослідження географічних умов та економічної історії місцевості [1, с. 42]. Для цього колектив секції розробив «Схему обліку продукційних сил краю», яка використовувалась як основа історико-краєзнавчих досліджень [2, с. 26].

Упродовж 1925-1930 років у наукових публікаціях співробітників підрозділу та дійсних членів кафедри висвітлювалися засади краєзнавчого руху (П. Г. Ковалівський, О. В. Ветухов, В. Ю. Білецька), питання краєзнавчої роботи на селі (В. Ю. Білецька) та в колгоспі (К. Г. Черв'як), краєзнавство у музейній (Я. О. Риженко, Р. С. Данківська) та археологічній (О. С. Федоровський) справі. А також формувалася бібліографія з питань вивчення краю (О. В. Ветухов, А. П. Ковалівський, П. Г. Ковалівський) [2].

Отже, у середині 1920-х років співробітники Етнолого-краєзнавчої секції Харківської науково-дослідної кафедри історії української культури активно долучилися до розробки методології історико-краєзнавчих досліджень. Їхня діяльність, хоча й була узгоджена з державними ідеологічними настановами, водночас відзначалася новаторським підходом, що сприяло значному поступу в розвитку гуманітарних наук у цей період.

Список літератури:

1. Богдашина О. М. Діяльність Харківської науково-дослідної кафедри історії української культури ім. акад. Д. І. Багалія (1921–1934 рр.): монографія. Харків : Вид. ХДПУ, 1994. 196 с.

2. Науковий збірник науково-дослідної катедри історії української культури. Етнологічно-краєзнавча секція. Перший випуск. Ч. VII. Харків: Державне видавництво України, 1927. 178 с.

3. О.В.[етухов]. Перша Всеукраїнська краєзнавча конференція 28–31 травня 1925 р. // Життя й революція. 1925. № 6/7. С. 296.

4. План праці Етнологічно-краєзнавчої секції. 15.04.1925 // Центральний державний архів вищих органів влади та управління України. Ф. 166 Оп. 3. Спр. 447. Арк. 48-49.

5. План праці 1925 рік Етнографічно-краєзнавчої секції науково-дослідної катедри історії української культури. [1925] // Музей історії університету ХНУ імені В. Н. Каразіна. Ф. 8. Оп. 3. Од. зб. 11928.

НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В.Г. ВАСИЛЬЄВА (ДО 100-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: tveekhpi@ukr.net

У січні 2024 р. виповнилося 100 років від дня народження талановитого науковця, фахівця в галузі електроапаратобудування, завідувача кафедри електричних апаратів, першого декана факультету автоматики та приладобудування – Віктора Георгійовича Васильєва. З ним пов'язано становлення в Харківському політехнічному інституті (ХПІ) наукових досліджень в галузі електроапаратобудування та математичного моделювання.

В.Г. Васильєв – випускник ХПІ за спеціальністю електричні машини і апарати, яку він закінчив у 1950 р., отримавши диплом з відзнакою. Далі було навчання в аспірантурі під керівництвом завідувача кафедри електричні апарати професора Б.Ф. Вашури. Після захисту дисертаційної роботи «Релейне авторегулювання електричних машин» залишився працювати на кафедрі викладачем [1].

Після звільнення Б.Ф. Вашури, упродовж 1957–1961 рр. він очолив кафедру і активно займався науково-дослідною роботою з розвитку напряму електронного моделювання та конструювання обчислювальних пристроїв в інституті. Згуртував навколо себе студентів кафедри В.Г. Васильєв очолив конструкторську роботу зі створення операційного підсилювача. Результатом подальшої діяльності стало розроблення обчислювального блоку, що складався з восьми операційних підсилювачей, системи управління режимами роботи, прецизійного джерела живлення та електронного індикатору електричних сигналів [2].

У 1959 р. в ХПІ за ініціативи В.Г. Васильєва була організована галузева лабораторія електронного моделювання, яка забезпечувала науковий супровід досліджень систем керування тепловозами, складних динамічних систем за допомогою аналогової обчислювальної машини. Це був проєкт спільний з конструкторським відділом підприємства «Електроважмаш», м. Харків з впровадження нової серії тепловозного електрообладнання для тепловозів типу ТЕ-3. Для Харківського електромеханічного заводу було проведено дослідження і оптимізація динаміки системи управління потужних екскаваторів серії ЕВГ-35. Також було подовжено низку дослідних робіт з питань теорії автоматичного керування для галузі електроапаратобудування. Була розвинула тематика використання методів математичного моделювання для створення методик дослідження складних електромеханічних систем.

Науково-дослідна робота. яка охоплювала проблему дослідження динамічних процесів складних систем електрообладнання тепловозів виконувалася спільно Інститутом електродинаміки НАН України та конструкторським бюро заводу «Електроважмаш». Розглянуто динамічні задачі передачі енергії змінно-постійного струму тепловозів, електропередачі змінно-постійного струму в тяговому режимі, електропередачі змінно-постійним струмом у режимі

електродинамічного гальмування. Госпдоговірна тематика виконувалася для виробничого об'єднання «Раліореле», Луганського тепловозобудівного заводу, Центрального конструкторське бюро підприємства «Хартрон», Інституту кібернетики НАН України тощо.

Згідно архівних даних упродовж 1957–1961 рр. науковцями кафедри та галузевої лабораторії було проведено чотирнадцять науково-дослідних робіт (керівник В.Г. Васильєв) та отримано три авторських свідоцтва. Цікавим є той факт, що професорсько-викладацький склад кафедри налічував 14 осіб, а в лабораторії електронного моделювання працювало понад 100 викладачів. Наукових співробітників і студентів. Безумовно розширенню наукової тематики сприяло наявність першої в ХПІ аналогової обчислювальної машини, яка була створена у 1957 р. в інституті під керівництвом В.Г. Васильєва [3].

У подальші роки лабораторія електронного моделювання ХПІ отримала новий статус, тобто була реорганізована в галузеву науково-дослідну лабораторію електронного моделювання впорядкування Міністерства електротехнічної промисловості СРСР та Міністерства вищої та середньої освіти УРСР. А її керівника – В.Г. Васильєва обрано членом Національного комітету СРСР з аналогових обчислень.

Безумовно логічним продовження діяльності В.Г. Васильєва у цьому напряму стало створення у 1961 р. спеціалізованої кафедри «Математичні та лічильно-вирішальні прилади і пристрої». Вже через три роки відбувся перший випуск інженерів, фахівців з обчислювальної техніки.

У 1960 р. В.Г. Васильєв став деканом новоутвореного факультету автоматики та приладобудування ХПІ. Факультет з кафедрами автоматики і телемеханіки, теоретичних основ електротехніки, електровимірювальної техніки і математичних лічильно-розв'язувальних приладів та пристроїв та контингентом студентів понад 1100 осіб був дуже потужним. В.Г. Васильєв багато працював над створення нових навчальних планів, організацією нових баз практики, комплектуванням професорсько-викладацького складу.

Отже, діяльність В.Г. Васильєва мала вагоме значення для започаткування наукової школи математичного моделювання складних технічних об'єктів Харківській політехніці. Створена за його ініціативи спочатку базова, далі галузева лабораторія сприяла розвитку наукових досліджень в галузі електронного моделювання в Україні. За підтримки В.Г. Васильєва у ХПІ була створено нова кафедра та нова спеціальність, що дало змогу організувати систему підготовки фахівців з обчислювальної техніки.

Список літератури:

1.Тверитникова О. Є. Електротехнічна галузь України другої половини XX ст.: напрями розвитку і здобутки: монографія; наук. ред. В.М. Скляр. Харків: ТОВ «Тім Пабліш Груп», 2017. 500 с.

2.От АВМ к электронному моделированию. Политехник. 2009. № 1.

3.Справка об основных показателях работы базовых научно-исследовательских лабораторий Харьковского политехнического института за 1960–1963 гг. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Т. 1. Спр. 999. 44 арк.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПОЛІДИСЦИПЛІНАРНОГО ПІДХОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСТОРІОГРАФІЇ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ У ЧАСИ ЕКСТРЕМИ

Телуха Є.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: diamaht2013@gmail.com

Наукова робота з дослідження волонтерського руху в Україні, завдяки фахівцям різних галузей наук, сприяє обґрунтованому впровадженню наукових досягнень у практичну діяльність та взаємодію волонтерства з державою. Полідисциплінарний підхід у дослідженнях, дає змогу у багато разів збільшити історіографічні напрацювання даного питання, що у свою чергу стимулює до поглибленого та різнобічного, подальшого студіювання волонтерського руху в Україні. Науковці всього світу приділяють увагу дослідженню проблематики волонтерства, як суспільного явища та розглядають природу його феномену. Закордоні дослідники зробили чималий внесок при створенні сучасного наукового підходу та обґрунтуванню теоретичних засад такого явища, як волонтерство. Відокремлення таких понять, як меценатство та благодійність від волонтерства, дало змогу дослідникам розробити методологію та термінологію з чітким розумінням поняття «волонтер», «волонтерська діяльність», їх теоретичних засад і практичних проявів.

На сучасному етапі розробки питання виникнення, розвитку та дослідження багатогранної діяльності волонтерського руху в Україні, присвячено багато публікацій та наукових дискусій. Вітчизняні вчені під різними кутами висвітлюють різнобічні прояви феномену стрімкого зросту у часи екстреми та суттєвого спаду волонтерських ініціатив у періоди стабілізації суспільно – політичної та економічної ситуації у країні. Тому варто зауважити, що сучасні ризики та кризові явища у суспільстві та громадах, пов’язані з пандемією (COVID 19), Революцією гідності (Євромайдан), проведенням антитерористичної операції (АТО) та здійсненню заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії Російської Федерації у Донецькій та Луганській областях, що здійснюються шляхом проведення операції Об'єднаних сил (ООС) і повномасштабним вторгненням РФ в Україну 24 лютого 2022 року, варто узагальнити одним терміном – екстрема (екстремальні часи) [4].

Здійснення всебічного дослідження починаючи з особистісної характеристики включаючи психолого – емоційний стан волонтера, його досвід та навички, мотивацію та емпатію, а також діяльність волонтерських об’єднань та роботу волонтерських ініціатив, можливо тільки застосовуючи полідисциплінарний підхід. Завдяки використанню суміжних наукових дисциплін, проблематика питання розглядається з використанням не тільки загальнонаукового методу дослідження. Розширення методології та методів дослідження іноді має революційний характер, що сильно впливає на еволюцію дослідження даної проблематики та суспільної інституалізації волонтерського руху.

Однак, серед дослідників, особливо тих, хто приділяє увагу обґрунтуванню теоретичних засад волонтерства з огляду історично – правового аспекту є розбіжності та неузгодженість. Особливу увагу з погляду історичної науки та історичних методів дослідження, приділяється хронології, але деякі вчені, зміщують хронологію виникнення

волонтерства, аж у середньовіччя, що на думку автора є неприпустимим. Методологія дослідження має на увазі під собою обов'язкове та чітке визначення термінології дослідження. Та якщо використання термінів здійснюється на власний розсуд, це призводить до наукових дискусій та створенню нових сумнівних гіпотез та теорій. Таким чином автор даної статті зауважує на відокремленні термінів: «волонтерство», «волонтерська діяльність» – від таких понять та термінів як: «альтруїзм», «доброчинність», «благодійництво», «благодійна діяльність» та «меценатство». Всі ці терміни схожі, але це терміни, а не слова синоніми, тому дослідникам потрібно чітко розмежовувати тонку грань викривлення самої суті дослідження волонтерства.

У дисертаційному дослідженні Сірко В. за темою «Адміністративно-правове регулювання волонтерської діяльності в Україні», були допущені помилки при використанні термінології, а як результат – хронологічний колапс всієї історії волонтерства. У своїй роботі Вікторія Сірко зазначає: – «Аналіз законодавства України щодо волонтерської діяльності надав можливість виокремити ряд історичних етапів: від 996 року (видання Статуту «Про десятини, суди та людей церковних» князем Володимиром Святославовичем) до 1918 року (Жовтневий переворот)», зокрема у зазначений період авторкою розглядаються різноманітні законотворчі документи з використанням термінів «волонтер» та «законодавство України», що не має взагалі ніякого історичного, а тим паче хронологічного підґрунтя [3]. Використання термінів «волонтер», «волонтерська діяльність» замість «благодійництво», «доброчинність» та «…в Україні» замість «…на території сучасної України включаючи ТО території», змінює смислове навантаження використаної у першоджерелах термінології. Але розглядаючи радянську добу, авторка наполягає на повній забороні волонтерської діяльності: – «Радянський період в Україні характеризується повною забороною діяльності неприбуткових громадських організацій у сфері волонтерської діяльності. Так, у відповідності до декрету Ради Народних Комісарів «Про відокремлення церкви від держави і школи від церкви» від 20.01.1918», відповідно до тексту дисертації зазначу – таких слів та термінів, котрі використовує автор «неприбуткових громадських організацій» та «у сфері волонтерської діяльності», в тексті декрету просто не існує і не могло існувати за відсутності їх, на той час, у словнику [3].

Однак, переважна більшість дослідників, дотримуються хронологічної осі зародження волонтерства, як соціального інституту громадянського суспільства, разом з здобуттям Україною незалежності [1,2]. Період зародження та поступового розвитку українського волонтерства – припадає на 90-ті роки XX століття.

Список літератури:

1. Голуб В. Л. Державне визнання волонтерської діяльності як чинник розвитку взаємовідносин держави та суспільства / В. Л. Голуб // Теорія та практика державного управління. 2014. Вип. 4. С. 110-118.

2. Горінов Павло, Драпушко Ростислав. Волонтерська діяльність в Україні: соціально-правове дослідження: монографія / Павло Горінов, Ростислав Драпушко // Київ: Державний інститут сімейної та молодіжної політики. 2022. 240 с.

3. Сірко В. С. Адміністративно-правове забезпечення волонтерської діяльності в Україні : автореф. дис. … канд. юрид. наук : 12.00.07. Одеса. 2018. 23 с.

4. Телуха Є.В. Системний підхід до класифікації суб'єктів джерело утворювання та джерельної бази дослідження волонтерського руху в Україні. Вісник науки та освіти. 2024. Вип. 7(25). С. 1488-1500.

ПІДГОТОВКА ІНЖЕНЕРІВ З ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ УПРОДОВЖ XX ст.

Хіхло В. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: Vadym.Khikhlo@sgt.khpi.edu.ua

Швидкий розвиток електротехніки, електрифікація промисловості, транспорту та побуту на початку XX ст. вимагало створення низки нових галузей промисловості, зокрема – електроприладобудування. Невід'ємною складовою розвитку промислового комплексу було забезпечення всіх рівнів виробництва кваліфікованими фахівцями, здатними проєктувати та обслуговувати сучасні на той час електричні вимірювальні прилади.

До початку XX ст. галузь електричних вимірювань не була самостійною навчальною дисципліною і предметом наукових досліджень. Підготовкою перших лекційних курсів та лабораторного практикуму з електричних вимірювань на початку XX ст. займався професор Харківського технологічного інституту (ХТІ) П.П. Копняєв. Крім того, йому належать перші в Україні навчальні посібники з питань електричних вимірювань, зокрема «Електричні вимірювання», 1903 р., «Електричні вимірювання. Посібник для лабораторних робіт», 1910 р., «Доповнення до курсу вимірювальних приладів», 1915 р. [1].

В червні 1919 р. у Політехнічній школі Львова було створено першу кафедру електричних вимірювань. З січня 1920 р. її очолював професор К. Ідашевський. Основні напрями науково-дослідної роботи кафедри були пов'язані з перевіркою лічильників електричної енергії, розробленням компенсаторів змінного струму, вимірюванням ізоляції, вимірюванням високих напруг, а також із удосконаленням лічильників електричної енергії, точними вимірюваннями електричного опору, ЕРС тощо [2].

У 1926 році, на електротехнічному факультеті Київського політехнічного інституту П.В. Окуловим було засновано кафедру електричних вимірювань, електроматеріалів та світлотехніки [3].

Створення спеціальних кафедр сприяло формуванню напряму електровимірювальної техніки з допоміжної електротехнічної дисципліни на самостійну галузь знань, що виходить за межі електротехніки та має власні теоретичні основи. У повоєнні роки, після Другої світової війни, роки поряд з відновленням діяльності технічних навчальних закладів багато уваги приділялася зміцненню як матеріально-технічної так і навчально-методичної бази. Це відбилося на збільшенні контингенту студентів, головним чином, за рахунок заочної та вечірньої форм навчання.

У листопаді 1945 р. в КПІ було організовано кафедру електроприладобудування, першим завідуючим кафедри був А.Д. Нестеренко. Крім підготовки студентів колектив кафедри займався науково-дослідною роботою, зокрема було розроблено першу в СРСР термоелектричну вимірювальну установку для повірки приладів на частотах до 200 Гц, вимірювальну установку для повірки

електродинамічних фазометрів ЕЛФ1, розроблено і виготовлено серію низькочастотних приладів.

Наприкінці 1940-х рр. у Львівському політехнічному інституті кафедру електричних вимірювань очолював К.Б. Карандєєв. Важливим для розвитку системи підготовки фахівці з електровимірювальної техніки було створення у межах Львівської політехніки науково-дослідного конструкторського інституту електронної вимірювальної та обчислювальної техніки (НДКІ ЕЛВІТ). Його засновником був О.О. Харкевичем. За роки існування школу наукового приладобудування в НДКІ ЕЛВІТ пройшли численні наукові співробітники, студенти, викладачі, інженери і спеціалісти, висококваліфіковані робітники. Багато із створених ними зразків приладів і систем були першими в країні і мали рекордні параметри на світовому рівні.

У 1948 р. на електроенергетичному факультеті Харківського електротехнічного інституту (ХЕТІ) була створена кафедра «Прилади автоматики і телемеханіки», яка розпочала підготовку фахівців за новою спеціалізацією «Електровимірювальна техніка», перший випуск інженерів відбувся в 1954 р. [4]. У червні 1961 р. в ХЕТІ було створено окрему профільну кафедру «Електровимірювальна техніка» (завідувач К.С. Полулях). У жовтні 1964 р., в зв'язку з створенням у Харківському інституті радіоелектроніки (ХІРЕ) ряду радіоелектронних спеціальностей, на радіотехничному факультеті для підготовки студентів по вимірювальній техніці була організована кафедра «Радіовимірювань» зі статусом випускаючої кафедри. Організацію кафедри і завідування нею було доручено у В.Д. Кукушу.

1960-ті рр. характеризувалися розвитком ідей кібернетики та теорії інформації, переходом від проєктування, створення та експлуатації окремих приладів до складних інформаційно-вимірювальних систем, які мали у своїй структурі різні цифрові обчислювальні пристрої здатні обробляти великі масиви вимірювальних даних. Тому з ініціативою перетворення спеціальності з «Електровимірювальної техніки» в «Інформаційно-вимірювальну техніку», виступив К.Б. Карандєєв. Крім перейменовувалися існуючих кафедр було створено і нові: у Івано-Франківському інституту нафти і газу (1970 р.), Вінницькому політехнічному інституті (1971 р.).

Таким чином, з розвитком науки та технології відповідно змінювався зміст спеціальності: від вивчення принципів роботи великої кількості найпростіших засобів вимірювань до комп'ютерних вимірювальних систем. Впровадження обчислюваної техніки вимагало глибокого пізнання теоретичних основ вимірювальної техніки та метрології, цифрової схемотехніки та мікроелектроніки.

Список літератури:

1. Тверитникова О. Є. Становлення напряму електровимірювального приладобудування в Харківському політехнічному інституті (1950–1960 рр.). Історія науки і техніки: зб. наук. пр. Київ: ДЕТУТ, 2013. Вип. 3.С. 143–148.

2. Кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка»–90 років! Вимірювальна техніка та метрологія, 2011. № 72. С. 7–23.

3. Зеркалов Д. В. НТУУ «КПІ». Минуле і сьогодення [електронний ресурс]: монографія. Електрон. дані. Київ: Основа, 2012.

4. Державний архів Харківської області (ДАХО), ф. Р-1682, оп. 13, спр. 164, арк. 23.

ЯК ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІНЮЮТЬ НАШІ УЯВЛЕННЯ ПРО ЗНАННЯ ТА ІСТИНУ

Шестопалов С.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки 14, м.Харків,61166, Україна,
e-mail: serhii.shestopalov@nure.ua

Сучасний світ переживає безпрецедентну інформаційну революцію, що кардинально змінює наше розуміння знання та істини. Цифрові технології стали невід'ємною частиною повсякденного життя, впливаючи на те, як ми збираємо, зберігаємо та інтерпретуємо інформацію. Вони формують нові механізми комунікації, прискорюючи обмін знаннями, але водночас ускладнюють верифікацію правдивості даних. Цей феномен вимагає глибокого філософського аналізу для осмислення нових викликів та можливостей [1].

Епістемологія в епоху цифровізації

Традиційна епістемологія базувалася на концепції знання як обґрунтованого істинного переконання. Проте з появою великих даних (Big Data) та цифрових медіа ця концепція зазнає трансформації. Сучасні алгоритми аналізують величезні обсяги даних, знаходячи кореляції, які не завжди мають причинно-наслідковий зв'язок. Це піднімає питання: чи є кореляція достатньою для формування знання? Більше того, автоматизація процесів у сфері інформаційних технологій викликає дискусії щодо меж людського втручання в інтерпретацію даних. Крім того, обсяг інформації зростає настільки швидко, що людина фізично не здатна її опрацювати без допомоги технологій. Це призводить до залежності від алгоритмічної обробки, де машини виконують роль первинних інтерпретаторів даних. У цьому контексті виникає питання про роль людського фактора у визначенні істини та знання [2].

Роль алгоритмів і штучного інтелекту

Алгоритми та штучний інтелект (ШІ) стали ключовими інструментами в обробці інформації. Хоча вони часто сприймаються як об'єктивні, насправді алгоритми відображають упередження та цінності своїх розробників. Наприклад, системи рекомендацій можуть підсилювати інформаційні бульбашки, пропонуючи користувачам лише ті матеріали, що відповідають їхнім попереднім вподобанням. Це обмежує доступ до альтернативних точок зору, впливаючи на сприйняття реальності. ШІ стає не лише інструментом, але й активним учасником у створенні знань. Він може генерувати нові дані, робити прогнози та навіть творити мистецтво. Це ставить філософські питання щодо суб'єктності ШІ: чи можна його вважати самостійним суб'єктом пізнання, чи він залишається лише інструментом у руках людини [3]?

Дезінформація і феномен постправди

Цифрові технології спростили процес створення та поширення інформації, але також відкрили двері для дезінформації та фейкових новин. В епоху постправди об'єктивні факти часто поступаються місцем особистим переконанням та емоційним реакціям. Крім того, швидкість розповсюдження інформації значно

перевищує час, необхідний для її перевірки. Це підриває традиційне розуміння істини як відповідності реальності. Соціальні мережі та інші платформи стали полем битви за увагу користувачів, де правда може бути спотворена або замінена на більш привабливу, але неправдиву інформацію. Це викликає етичні питання щодо відповідальності за поширення дезінформації та ролі платформ у регулюванні контенту [4].

Цифрова пам'ять і колективне знання

Цифрові архіви та бази даних значно розширили можливості збереження знань. Проте вони також несуть ризики. Інформація, що зберігається в цифровому форматі, піддається маніпуляціям, хакерським атакам та може бути втрачена через технічні збої. Крім того, постає питання про "цифрове забуття": чи має людина право на видалення інформації про себе з мережі? Розподілені системи та технології блокчейн пропонують нові способи збереження та верифікації даних, але вони ще потребують філософського осмислення щодо їхнього впливу на суспільну пам'ять та ідентичність. Це питання викликає суперечки, оскільки стикаються право на приватність і право суспільства на збереження історії [5].

Етичні аспекти та виклики

Цифрові технології ставлять перед нами нові етичні виклики. Питання приватності, згоди на використання персональних даних та цифрової нерівності потребують невідкладного вирішення. Важливо розробити етичні стандарти та нормативні акти, що будуть захищати права індивідів у цифровому просторі. Крім того, необхідно сприяти розвитку цифрової грамотності, щоб кожен міг критично оцінювати інформацію та захищати себе від дезінформації. Це допоможе суспільству адаптуватися до швидких технологічних змін та ефективніше використовувати можливості, які вони надають [6].

Висновки

Цифрові технології глибоко впливають на наше розуміння знання та істини, створюючи як нові можливості, так і виклики. Філософія інформації має відігравати ключову роль в осмисленні цих змін, пропонуючи інструменти для критичного аналізу та розвитку етичних підходів. Подальші дослідження повинні зосередитися на взаємодії між технологією, суспільством та індивідом, сприяючи створенню більш справедливого та усвідомленого цифрового майбутнього.

Список літератури:

1. Floridi L. *The Philosophy of Information.* Oxford University Press, 2011. 405 p.

2. Mayer-Schönberger V., Cukier K. *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think.* Eamon Dolan/Mariner Books, 2013. 242 p.

3. Ford M. *Architects of Intelligence: The Truth About AI from the People Building It.* Packt Publishing, 2018. 500 p.

4. Baudrillard J. *Simulacra and Simulation.* University of Michigan Press, 1994. 164 p.

5. Hoskins A. *Digital Memory Studies: Media Pasts in Transition.* Routledge, 2017. 256 p.

6. Turkle S. *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other.* Penguin Press, 2011. 360 p.

НІМЕЦЬКІ ТЕХНОЛОГІЇ КНИГОДРУКУВАННЯ В ЕПОХУ ВІДРОДЖЕННЯ В УКРАЇНСЬКИХ ЗЕМЛЯХ

Шишкіна Є.К., Мотенко Я.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: motenkoyaroslav@gmail.com

Швидкість і точність ретрансляції значних обсягів інформації стали важливими маркерами науково-технічного прогресу людства завдяки видатному винаходу доби епохи Відродження – друкарському верстату зі змінюваним набором літер Й. Гутенберга. Вихід у світ першої друкованої Біблії 1452 р. поклав початок організації поліграфічного виробництва, що згодом набуло значущості інтеграційного чинника для культурного простору європейської цивілізації. Важливою складовою цього процесу було становлення та розвиток друкарської справи в Україні, яка в добу Ренесансу об'єднала українські та західноєвропейські традиції (в першу чергу німецькі).

Метою пропонованого дослідження є розкрити особливості становлення друкарської справи в українських землях в епоху Відродження та встановити ступінь впливу німецьких технологій на формування вітчизняного поліграфічного виробництва в зазначений період.

У другій половині XV ст. поліграфічний процес у друкарнях Західної Європи грунтувався на технології започаткованій Й. Гуттенбергом [1]. Вона складалась з трьох комплексів виробничих операцій: словоливарного, складального та друкувального. Словоливарне виробництво передбачало виготовлення літер за допомогою пуансонів – сталевих брусків з прямокутним перетином, що мали на торці вигравіруване дзеркальне зображення шрифтового знака. Вдавлюючи пуансон у більш м'яку мідну пластину, одержували заглиблене зображення шрифтового знака – матрицю, яка служила формою для відливання типографських літер. Після відливки шрифту виготовляли друкарську форму складену з окремих літер. Заключним етапом поліграфічного процесу було друкування – множинне виготовлення відбитків зі складальної форми. Для друку ілюстрацій використовувались гравіровані металеві дошки, які прийшли на зміну дерев'яним (ксилографія).

Важливим технічним вдосконаленням друкарської справи стала механізація процесу отримання відбитків за допомогою ручного друкарського верстату. З його допомогою отримували як власне текст, так і заставки, кінцівки, ініціали.

У 1491 р. у Кракові Ш. Фіоль виготовив перші книжки кириличним шрифтом – «Часослов» та «Осьмогласник». Цими виданнями він заклав основи поліграфічної традиції слов'янського книгодрукування: були вирізані пуансони, виготовлені матриці і відлиті літери з кириличним шрифтом, розроблені правила виключки, сформовані традиції складання друкарської форми з кириличних [2].

В українських землях першою відомою майстернею з множинного виготовлення книг стала львівська друкарня Ст. Дропана, яка працювала в місті з 1460

р. Збереглись списки видрукованих у ній книг. (Нажаль до сьогодні ці видання не дійшли) [3].

Найдавнішим виданням, яке збереглось і має точне датування є видрукований у 1574 році у Львові І. Федоровим «Апостол» [4]. З зовнішніх ознак очевидно, що він був виготовлений за допомогою ручного друкарського верстата. Верстати, що пізніше застосовувала друкарня, та термінологія, яка використовувалась, говорить про переважання німецької традиції (а не італійської) в середовищі українських друкарів.

Серед специфічних рис книг І. Федорова, які стали основою для пізніших східнослов'янських видань, треба відзначити його прагнення полегшити користування книгою: розділи відкривалися великою заставкою та ініціалом, текст кожного розділу починався з нового рядка, на полях було розташовано покажчики і примітки.

Того ж року І. Федорович видав «Буквар» – першу друковану східнослов'янську книжку світського призначення [5]. На першій сторінці в ній було подано азбуку, яка пізніше використовувалась і у інших навчальних виданнях. Далі азбука наводилась також у зворотному порядку, а потім – вперемiш. Наступні три розділи книги були присвячені вивченню граматики. Після вправ в книзі був розміщений перший азбучний текст для зв'язаного читання – акровірш. Частину книги І. Федорова складали щоденні молитви, які були текстами для заучування на пам'ять, звернені до дітей сентенції про корисність навчання. На батьків були орієнтовані уривки про виховання дітей з посланнями апостола Павла. «Апостол» та «Буквар» слугували взірцями для вітчизняних книговидавців XVI ст., традиції започатковані І. Федоровим намагалися наслідувати інші друкарі: нумерація аркушів унизу, фігурний друк, рівні рядки, тощо.

Таким чином, вивчення процесу становлення друкарства в Україні свідчить, що українське книгодрукування брало свій початок з західноєвропейської поліграфічної традиції. Досконале використання українськими друкарями технічних прийомів, розповсюджених у німецьких друкарнях, є свідченням належності вітчизняного друкарства до загальноєвропейської культурної спадщини доби Ренесансу.

Список літератури:

1. Nover, Jakob Gutenberg und die Bedeutung der Buchdruckerkunst.Mainz : J. Wirth, 1900. 188s. Url: https://polona.pl/preview/3f7f17d9-1ea8-4afd-b9b4-8d4002278226 (дата звернення 04.11.2024).

2. Hołowacki, Jakiw Sweipolt Fiol und seine kyrillische Buchdruckerei in Krakau vom Jahre 1491 : eine bibliographisch-historische Untersuchung. Wien, 1876. Url: https://katalogi.uj.edu.pl/permalink/48OMNIS_UJA/1jhsq6s/alma991016643464205067 (дата звернення 04.11.2024).

3. Тимошик М. Перший український друкар Степан Дропан, а не Іван Федорович. Український інформаційний простір. Ч.4. С. 24–62. DOI: https://doi.org/10.31866/2616-7948.2(4).2019.186775 (дата звернення 04.11.2024).

4. Апостол. Львів : Друкарня Івана Федорова, 1574. 264 арк. Url: http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0000290 (дата звернення 04.11.2024).

5. Буквар Івана Федорова: 2 вид. / Факсимільне видання. Київ: «Дніпро», 1975. 40 арк. (дата звернення 04.11.2024). Url: http://litopys.org.ua/fedorovych/bf.htm.

ДМИТРО ІВАНОВИЧ МЕНДЕЛЄЄВ ТА ЙОГО РОЛЬ У СТВОРЕННІ УКРАЇНСЬКОЇ ГОЛОВНОЇ ПАЛАТИ МІР І ВАГ

Яцканич А. В., Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: annajackanich04@gmail.com

Дмитро Іванович Менделєєв (1834-1907) – видатний науковець, чия діяльність охоплює не одну галузь науки, в тому числі хімію, фізику, метрологію. Його робота над стандартизацією та метрологією надзвичайно сприяла розвитку точних вимірювань, будуючи шлях до сучасних метрологічних систем. Завдяки його ініціативам була заснована Українська головна палата мір і ваг, що відіграла ключову роль у створенні єдиних стандартів національного рівня, підвищила якість вимірювань і сприяла розвиткові промисловості, науки та економіки України. Він зробив значний внесок у теоретичні та практичні аспекти застосування знань суспільстві, що також було важливим дописом до інтеграції України у загальновідомчий науково-технічний світі. У цьому дослідженні будуть розглянуті досягнення Дмитра Менделєєва щодо утвердження системи національних мір і ваг і їх впливу на розвиток метрологічних установ і наукових лабораторій в Україні.

Творець періодичної системи елементів Дмитро Менделєєв грав не менш важливу роль в розвитку метрології – науки про вимірювання. Від промислового століття дорід. На початку XX століття, коли промисловий розвиток набув стрімкого зростання, точність і стандартизація вимірювань стала необхідністю. Дмитро Менделєєв сприяв створенню Української головної палати мір і ваг, яка стала першою установою на українських землях, що забезпечувала уніфіковані стандарти вимірювань. Головною метою її діяльності було не лише запровадження точних стандартів, але і підвищення рівня контролю за якістю останньої виробної продукції на території України. Завдяки цьому українська економіка отримала можливість гармонізувати виробничі процеси з міжнародними стандартами, що сприяло залученню іноземних інвестицій та посиленню науково-технічної співпраці з іншими країнами [1–3].

Діяльність Дмитра Менделєєва в сфері метрології заклала основи для створення Української головної палати мір і ваг, яка була заснована у 1901 році коли Дмитро Менделєєв отримав дозвіл харківського губернатора на створення в центрі міста першої в Україні повірочної торговельної палати мір і ваг. А вже з 1922 року вона перетворилася на центральну метрологічну установу України. Він розумів, що тільки через забезпечення точних вимірювань можливий науковий прогрес, оскільки для проведення досліджень потрібні надійні дані. Його робота в метрологічній сфері допомогла закласти основи для сучасної системи метрології та сертифікації в Україні. Крім того, його ініціативи щодо стандартизації міри і ваг підготували українських учених і технічних спеціалістів до роботи за єдиними європейськими нормами, відкриваючи нові можливості для їх участі в міжнародних наукових дослідженнях. Менделєєв активно також працював над

просвітницькою діяльністю, розширюючи свої знання серед молодих науковців та інженерів. Його лекції та публікації спонукали українських дослідників до подальшого вивчення метрології та розуміння важливості точних вимірювань для суспільства. Це заклало основу для формування української школи метрології, яка згодом стала невіддільною частиною розвитку науки й технологій у країні. Українська головна палата мір і ваг, створена для його участі, стала не лише важливою національною установою, але й символом прогресу та прагнення до міжнародної інтеграції [2–4]. Завдяки діяльності Дмитра Менделєєва метрологія в Україні перейшла на якісно новий рівень. Його внесок у розробку стандартів вимірювання, створення методичних матеріалів та підготовку кадрів залишився помітним слідом у розвитку цієї науки. Сьогодні принципи, закладені Менделєєвим, залишаються актуальними, оскільки точність і стандартизація є випуском для різних галузей – від виробництва і медицини до екології та технологій [1].

Діяльність Дмитра Менделєєва у сфері метрології стала визначальним фактором у становленні та розвитку Української головної палати мір і ваг. Його незмінна прихильність до стандартизації та точності вимірювань стала запорукою економічного та наукового прогресу України. Менделєєв усвідомлював, що для ефективного розвитку країни необхідно впроваджувати єдині стандарти, які забезпечують точність вимірювань у різних галузях — від промисловості до науки, а також у сфері торгівлі. Його ініціативи створили надійний фундамент для міжнародної інтеграції, що дало змогу українській промисловості підвищити свою конкурентоспроможність на світовій арені. Це, своєю чергою, відкрило нові можливості для налагодження співпраці із закордонними науковими та промисловими установами. Завдяки його науковим та організаційним зусиллям Україна отримала не лише сучасні методи вимірювання, а й потужну та ефективну систему, яка залишилася актуальною і досліджувало виклики часу.

Дмитро Менделєєв також наголошував на важливості практичного застосування метрологічних знань у суспільстві, яке було необхідним для справжнього розвитку цього напрямку. Його ідеї та підходи продовжують впливати на сучасну метрологію в Україні, що доводить актуальність його праці та значення його зовнішньої історії в історії української науки та промисловості. Таким чином, спадщина Дмитра Менделєєва в метрології не лише зробила значний внесок у становлення національної системи мір і ваг, але й відкрила нові горизонти для подальшого розвитку точних наук в Україні.

Список літератури:

1. Науковий світ Д.І. Менделєєва. Режим доступу: http://library.kpi.kharkov.ua/vustavki/mendeleev/index.html (дата звернення 12. 10. 2024)

2. Клименко Л.П., Пізінцалі Л.В., Александровська Н.І., Євдокимов В.Д. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. Метрологія, стандартизація та управління якістю.Режим доступу: https://buklib.net/books/35978/ (дата звернення 14. 10. 2024)

3. Видатні особистості. Режим доступу: http://novopetrivskeosoba.edukit.mk.ua/vidatni_himiki/mendelyeyev_dmitro_ivanovich/ (дата звернення 14. 10. 2024)

4. Погасій С.О., Краснокутська Ю.В.. Стандартизація, сертифікація, метрологія. Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/22154/1/2010 (дата звернення 12. 10. 2024).

ВНЕСОК АКАДЕМІКА В.С. КОРОЛЮКА У РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ

Ругаленко С.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002, Україна,
stanislav.ruhalenko@sqt.khpi.edu.ua

Академік НАН України Володимир Семенович Королюк (1925–2020) – видатний учений-математик, фахівець у галузі теорії ймовірностей, талановитий педагог, який був одним з фундаторів в Україні потужної школи ймовірносників, вніс неоціненний вклад у міжнародне визнання української математичної школи з теорії ймовірностей. Разом з тим він був одним з перших математиків, наукові дослідження яких поклали розвиток теоретичних основ обчислювальної техніки в Україні.

Володимир Семенович належить до того покоління математиків, шлях яких у науку був складним, тому що починався він у післявоєнні роки. Народився В.С. Королюк 19 серпня 1925 р. у Києві. У 1941 р. закінчив середню школу з відмінним атестатом і вступив до Київського університету на механіко-математичний факультет, але у 1942 р. потрапив до армії і до 1947 р. був офіцером у Харківській військовій школі зв'язку. Протягом 1945–1947 рр. він заочно навчався на мехматі Харківського університету, постійно подаючи клопотання про демобілізацію, а з 1947 р. продовжив навчання на третьому курсі Київського університету ім. Т.Г. Шевченка.

У 1951 р. В.С. Королюк вступив до аспірантури Інституту математики до Б.В. Гнєденка, у 1954 р. захистив кандидатську дисертацію з теорії ймовірностей і почав працювати в Інституті математики АН УРСР. У цей час лабораторію обчислювальної техніки Інституту електротехніки АН УРСР, де під керівництвом академіка С. А. Лєбєдєва у 1952 р. була створена перша в континентальній Європі діюча модель обчислювальної машини МЕСМ, було переведено до Інституту математики. Разом з учнями Б.В. Гнєденка К.Л. Ющенко та В.С. Михалевичем, В.С. Королюк долучився до досліджень в області обчислювальної техніки. На початку написання складних програм для перших обчислювальних машин головну роль у процесі програмування мали інтуїція, знання та творчі здібності програмістів. У 1955 р. В.С. Королюком та К.Л. Ющенко було створено алгоритмічну мову програмування високого рівня, адресну мову. Винайдена ними ідея адрес вищих рангів визначила головні принципи побудови майбутніх алгоритмічних мов програмування, пізніше була теоретично обґрунтована і сьогодні широко застосовується на практиці. У 1960 р. Б.В. Гнєденком, В.С. Королюком та К.Л. Ющенко видано перший в Радянському Союзі підручник «Елементи програмування», який було переведено німецькою, французькою, угорською та чеською мовами. У 1964 р. В.С. Королюком видано навчальні посібники «Математичні машини і програмування» і «Алгоритми і математичні

машини», в яких викладено основні принципи підготовки і вирішення обчислювальних задач з використанням ЕОМ. З 1954 р. автори адресної мови вперше в Київському університеті почали читати курси з програмування, а з 1958 р. на її основі В.С. Королюк почав читати спецкурс з автоматизації програмування [1].

Починаючи з 1956 р. В.С. Королюк працював за сумісництвом у складі об'єднананої кафедри математичного аналізу, теорії ймовірностей та алгебри Київського університету, а у 1965 р. став професором кафедри теорії ймовірностей механіко-математичного факультету. З самого початку викладацької діяльності у своїх спецкурсах В.С. Королюк знайомив студентів з напрямами своєї дослідницької діяльності, з сучасними науковими досягненнями, маючи за мету долучення молоді до вирішення нагальних проблем. Взагалі за майже 50 років викладацької роботи Володимир Семенович читав курси матаналізу, матлогіки, програмування, теорії інформації, теорії ймовірностей та матстатискики, велику кількість спецкурсів з теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів.

Коли у 1957 р. на базі Лабораторії обчислювальної техніки Інституту математики АН УРСР було створено Обчислювальний центр АН УРСР і всі роботи з теорії програмування почали проводитись на його базі, В.С. Королюк залишився в Інституті математики і все життя продовжував розвивати «чисту» математику. Він розумів її місце і роль у розвитку природничих наук, техніки і всього суспільства, про що написав в своєму есе «Боже проведіння і математика». Продовж І960-1995 р. В.С. Королюк очолював відділ теорії ймовірностей та математичної статистики, у 1963 р. захистив докторську дисертацію, з 1966 р. до 1988 р. був заступником директора Інституту математики АН України, у 1967 р. обраний членом-кореспондентом, а у 1976 р. академіком АН УРСР.

В.С. Королюк зробив істотний внесок у розвиток сучасної теорії ймовірностей, з його ім’ям пов’язані важливі результати та теореми. З метою популяризації наукових знань В.С. Королюк виступав з лекціями і доповідями на міжнародних симпозіумах і в наукових центрах Канади, США, Італії, Іспанії, Голландії, Німеччини, Франції, Швейцарії, Швеції, Японії.

Науковий доробок В. С. Королюка складає 22 монографії, 20 підручників, понад 300 наукових статей, більш як 50 науково-популярних публікацій і редакційних матеріалів до енциклопедій, довідників тощо. Під його науковим керівництвом захищено 43 кандидатські та 15 докторських дисертацій [2].

Таким чином, завдяки внеску В.С. Королюка, результати досліджень українських математиків займають почесне місце в основних галузях сучасної світової математики і є національним надбанням нашої держави. Саме тому Україна була й залишається однією з лідируючих у математиці держав світу.

Список літератури:

1. В.С. Королюк. Творчий путь : монографія. Київ : Ін-т математики НАН України, 2009. 368 с.

2. Хроніка - 2005: Сторінки з історії Інституту математики НАН України / за ред. А.М. Самойленка. Київ: Ін-т математики НАН України, 2005. 236 с.

НАУКОВИЙ ДОРОБОК ВАСИЛЯ ІВАНОВИЧА АЛЬБІЦЬКОГО У ГАЛУЗІ ТУРБІНОБУДУВАННЯ

Меньшиков С.О.
НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, Харків, Харківська область, 61002,
e-mail: Stanislav.Menshykov@sgt.khpi.edu.ua



Розвиток гідротурбобудування в Україні пов'язаний із дослідженнями викладачів Харківського практичного технологічного інституту (ХПТІ) і першим видатним ученим, який розвивав цей напрямок, був Василь Іванович Альбіцький. Народився В.І. Альбіцький 19.03.1850 р. у родині священика у селищі Заколп'є Володимирської губернії, нині Володимирська область РФ. Після закінчення у 1871 р. загальноосвітнього курсу наук Володимирської духовної семінарії він поступив до Санкт-Петербурзького технологічного інституту (СПбТІ) на механічне відділення. Закінчивши інститут з відзнакою у 1877 р. він отримав ступень інженера-технолога, і з вересня 1878 р. його взяли на роботу у СПбТІ як викладача технічного креслення для студентів першого курсу. У 1882 р. він склав екстерном іспити та захистив дисертацію на ступінь кандидата фізико-математичних наук у Санкт-Петербурзькому університеті. З 11.10.1885 р. вченого призначено викладачем з графічної статики.

У 1885 р. у м. Харкові було відкрито технологічний інститут. Наказом міністра народної освіти В.І. Альбіцького переведено до цього навчального закладу, і з 09 серпня 1886 р. призначено професором кафедри механіки.

За час роботи у ХПТІ (1886–1913 рр.) професор викладав такі курси: гідравліка, прикладна механіка, керування технічним кресленням. Для цих курсів він також розробив навчально-методичні матеріали. Також він з 1893 р. по 1896 р. читав лекції з практичної механіки у Харківському університеті.

Василь Іванович з 1892 р. став опікуватися кабінетом прикладної механіки на кафедрі гідравліки. За час своєї роботи він домігся оснащення кабінету сучасним обладнанням. Пізніше цей кабінет перетворився на велику і потужну гідравлічну лабораторію. В.І. Альбіцького, як фахівця у галузі гідравліки, часто залучали як експерта з різних питань, пов'язаних з його роботою, що потребували кваліфікованих висновків та вирішення.

Так у 1903–1909 рр. В.І. Альбіцький був розробником проектів та керівником будівництва турбінних установок на річках Іква, Сіверський Донець та у маєтку Харченка. Також його залучали як експерта при розгляді судових справ, які стосувалися нанесення шкоди луговим землям через запрудження річок чи спорудження дамб.

У 1908 р. В.І. Альбіцький у селищі Чаплі (зараз це передмістя м. Дніпра) побудував водяну електростанцію. Його запросив на цю роботу граф І.І. Воронцов-Дашков. Ця гідроелектростанція, по суті, стала першою на Дніпрі. Ця ГЕС була побудована на Кодацькому порозі, і в неї була лише одна турбіна потужністю 36 кВт. Вона забезпечувала електроенергією млини, механізовані сукновальні та лісопильний завод, що розташовувались поблизу. Після початку роботи ДніпроГЕСу у 1932 р. ця електростанція перестала бути потрібною і її розібрали. Відомостей про цю роботу професора дуже мало, і вона майже не висвітлена у історичній літературі.

В.І. Альбіцький мав промонархічні погляди, що викликало невдоволення студентів. 1906 р. студентське зібрання навіть вимагало його звільнення. З 1908 р., щоб не викликати подальших конфліктів зі студентами, науковець залишив викладацьку діяльність та зайнявся виключно науково-дослідною та практичною роботою. З 1909 р. Василь Іванович став займатися дослідженням проблеми очищення труб різних діаметрів. Він розробив власну технологію, яка була запатентована не тільки в Російській імперії, але і в деяких країнах Європи. Випробування технології, які проводились в Лисичанську та Варшаві пройшли вдало, однак через початок першої світової війни їх не було впроваджено у виробництво.

1913 р. професор був у науковому відрядженні у Голландії та Данії і цього ж року він був звільнений з Харківського технологічного інституту (ХТІ – назва інституту з 1898 р.). Про період життя В.І. Альбіцького після звільнення з інституту дуже мало відомостей. Відомо, що після більшовицького перевороту він оселився в с. Нижні Млини на Полтавщині. За деякими даними працював консультантом при розробці ДніпроГЕСу. Помер Василь Іванович у 1926 р., точна причина смерті та місце поховання – невідомі.

Отже, професор В.І. Альбіцький, зробив великий внесок у розвиток підготовки інженерів-механіків ХТІ на початковому етапі роботи інституту. Завдяки підготовленій ним навчально-методичній літературі були розроблені дисципліни та курси для навчання студентів. Це, в свою чергу, дало змогу пізніше створити кафедру гідравліки НТУ «ХПІ», яка зараз носить ім’я Г.Ф. Проскури. Він розробив передові способи і засоби чистки трубопроводів, зробив великий внесок в дослідження розрахунку водяних турбін. Також у визначний доробок вченого можна віднести створення першої гідроелектростанції на Дніпрі.

Список літератури:

1. Гутник М. В. Професор Василь Іванович Альбіцький – провідний учений Харківського технологічного інституту у галузі гідравліки (19.03.1850 – після 1916) [Електронний ресурс] / М. В. Гутник // Історія науки і біографістика : електрон. наук. фахове вид. 2018. № 2 Режим доступу: http://inb.dnsgb.com.ua/2018-2/07.pdf, вільний (дата звернення 11.12.2018 р.).

2. Альбицький Василь Іванович / Л. М. Долгушева, М. В. Попова // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. – Режим доступу : https://esu.com.ua/article-43882. Останнє поновлення : 12 квіт. 2024.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

1. *Соколов А.А., Боєчко-Немовча А.О., Селіванова К.Г., Носова Я.В., Аврунін О.Г.*
Адаптація української освіти в умовах війни: роль міжнародних ініціатив 4
2. *Дворкін І. В.*
Образ росії в українському законодавстві в період російсько-української війни 6
3. *Бреславський Д.В., Лисенко В.В., Фесюков О.В.*
Особливості використання лазерних датчиків відстані в процесі проведення експериментальних досліджень 8
4. *Хомяк Ю.В., Іващенко Є.Д.*
Порівняння сигналів вихрострумових перетворювачів різної конфігурації 10
5. *Вевенко В. О.*
Вибір раціонального значення радіусу та частоти електромагнітного перетворювача з двома провідниками під час неруйнівного контролю металевих виробів 12
6. *Царенко А. В., Ільченко М. В., Миронов А. М.*
Потенціал енергозбереження мережі теплообміну промислової установки блоку АВТ 14

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

1. Karaman D. G., Dzevochko O. M., Olshevskii O. M.
Automated monitoring of high-speed processes in cyber-physical systems 17
2. *Krylova V. A., Chervenkov P. O.*
Automated container sorting system with artificial intelligence 19
3. *Верич А.П., Шамардіна В.М.*
Особливості вибору електроприводу насосної станції водопостачання каскадного типу 21
4. *Галлямов К.С., Дзевочко О.М., Дзевочко А.І.*
Трубчастий реактор сульфатування органічних речовин у виробництві пар як об'єкт керування 23
5. *Гапон А. І., Куліш О.В.*
Автоматизація систем зберігання енергії в комплексах автономного енергозабезпечення 25

6. *Горячий О. Я., Журавель І. М..*
Порівняння простих методів стеганографічного захисту інформації на основі аналізу цифрових зображень та використання псевдовипадкових послідовностей 27
7. *Дзевочко А.І., Васильєв В.А.*
Проєктування комп'ютерно-інтегрованої системи керування процесом виробництва сухої молочної сироватки 29
8. *Дзевочко О.М., Переверзєва А.М., Голубничий Н.М.*
Аналіз можливостей багатофункціонального лабораторного комплекса «Теплопункт» з дослідження об'єктів регулювання та автоматичних систем керування ними 31
9. *Дзевочко А.І., Переверзєва А.М., Горгадзе Б.В.*
Комп'ютерно-інтегрована система керування лінією виробництва зефіру 33
10. *Дудник О.В., Євсіна Н.О.*
Енергозберігаюче керування з обмеженням двох фазових координат 35
11. *Івашко А.В., Лунін Д.О., Затолокін М.А.*
Теоретико-чисельні перетворення на основі чисел Прота 37
12. *Кость П. І., Гліненко Л. К.*
Тестування глушилки WI-FI сигналу на ESP8266 39
13. *Красніков І. Л., Приймачук Д. С.*
Комп'ютерно-інтегрована система керування повітророзподільною установкою 41
14. *Переверзєва А.М., Птиченко О.Р.*
Автоматизація індивідуального теплового пункту 43
15. *Сальніков Д. В., Ольшевський А.В.*
Автоматична система контролю дорожнього руху на основі штучного інтелекту 45
16. *Шалімов О. Є., Москальчук О. О.*
Використання методу MULTILAYER PERCEPTRON для діагностування стану двигунів гелікоптерів 47

СЕКЦІЯ 2. МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

1. *Arif Ozdemir, Kostiantyn Kolisnyk*
Modern physiotherapy methods 50
2. *Maryna Arkhyrei, Oleg Melnykov*
The quality of diagnostics of biomedical signals improving technologies 52
3. *Olena Monchenko, Oleg Melnykov*
The bio-objects diagnostic process quality assessing technology 54
4. *Бабік А.О., Терещенко М.Ф.*
Цифрова обробка зображень ультразвукових систем 56

5. *Бондарев В.Р., Іванько К.О., Попов А.О., Карплюк Є.С., Корогод Н.С.*
Використання нейронних мереж і попереднього навчання для виявлення больових подій у новонароджених 58
6. *Войтович С.А., Томашевський Р.С.*
Розвиток технології електророзрядного генерування окису азоту для біомедичних задач в кардіології..... 60
7. *Галушко Д.Є., Носова Т.В., Крівєнцова О.В., Семашко С.А., Аврунін О.Г.*
Автоматизація методів плантографії 62
8. *Гоцуляк Є. С.*
Розробка веб-додатку ресурсного забезпечення кафедри біомедичної інженерії..... 64
9. *Дейнеко Б.С., Борута М.І., Терещенко М.Ф.*
Високоточна ультразвукова комп'ютерно-інтегрована медична система 66
10. *Єременко В.С., Монченко О.В., Сиднівець О.М., Монченко Т.М.*
Використання нечіткої логіки в ендокринологічних дослідженнях..... 68
11. *Забродін К. Ю., Гелетка О. О.*
Особливості підсилювачів для реєстрації голкової електроміографії 70
12. *Ковтун Г.А., Колісник К.В.*
Удосконалення діагностичного приладу «Автономна бездротова система ЕМГ»..... 72
13. *Корщіков А.М.*
Аналіз сучасних медико-спортивних датчиків, їх недоліки та напрями їх вдосконалення 74
14. *Кривоносов В.Є., Шайко-Шайковський О.Г., Кошева Л.О., Мартинюк Л.В.*
Технологія прогнозування розвитку ішемії кінцівок 76
15. *Кузьмінська Д.В., Іванько К.О., Іванушкіна Н.Г.*
Машинне навчання для діагностики захворювань за даними секвенування мікробіому кишківника людини..... 78
16. *Мневець А.В., Іванушкіна Н. Г., Іванько К. О.*
Застосування сіамських нейронних мереж для підвищення точності виявлення серцево-судинних захворювань за нестачі тренувальних даних 80
17. *Пацина Ю.Р., Терещенко М.Ф.*
Комп'ютерно-інтегрований комбінований магнітотерапевтичний апарат..... 82
18. *Пилипенко О. І., Томашевський С. Р.*
Телемедичні технології в поєднанні з проблемою зняття біомеханіки рухів..... 84
19. *Привалов Б.В., Носова Я.В., Шушляпіна Н.О., Ібрагім Юнусс Абделхамід, Аврунін О.Г.*
Назальна спірометрія як спрощений метод риноманометрії..... 86
20. *Резніченко Д.Т., Іванько К.О., Іванушкіна Н.Г.*
Аналіз даних багатоканальної ЕЕГ та варіабельності ритму серця для детектування епілептичних нападів у новонароджених..... 88

21. *Сміян О. В., Колісник К. В.*
Метод визначення лінійного переміщення кінцівок пацієнта для діагностики рухової поведінки 90
22. *Сокольцов А. О., Аврунін О. Г.*
Використання 3D-друку в ринології: інноваційні можливості для вдосконалення ендоскопічних втручань та медичної освіти 92

СЕКЦІЯ 3. СИСТЕМИ І ПРИЛАДИ КОНТРОЛЯ ТА ДІАГНОСТИКИ

1. *Вірченко К.Д., Колєсниченко А. О., Плєснецов С.Ю.*
Визначення точок переходу на сканлайні з використанням сплайн-інтерполяції 95
2. *Григоренко С. М., Ляшенко Б. І.*
Аналіз методів діагностування та прогнозування технічного стану енергетичного обладнання за допомогою тепловізійного контролю 97
3. *Григоренко С. М.*
Нечіткий аналіз факторного впливу в медичній діагностиці артеріального тиску людини 99
4. *Григоренко С. М., Григоренко І. В., Юрченко О. М.*
Сучасний стан розвитку радіографічного неруйнівного контролю у промисловості 101
5. *Курандо О. І., Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О.*
Дослідження швидкісного режиму профілювання на енергосилові параметри процесу 103
6. *Сєвєрін О. Ю., Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О.*
Дослідження можливості отримання мінімальних радіусів місць згинання при валковому формуванні гну-тих профілів 105
7. *Сіренко М.М.*
Спосіб вихорострумового контролю параметрів сталевих стрижнів 107
8. *Смолін Ю.О.*
Системи контроля параметрів газотранспортної мережі з використанням бездротових технологій 109
9. *Хомяк Ю.В., Корнєв І.К.*
Обробка сигналів фазоімпульсного ферозонду 111
10. *Хомяк Ю.В., Носков М.С., Познякова М.Є.*
Моделювання округлого дефекту сталевої стрічки 113

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

1. *Zabolotnyi Y.O., Moshchenko I.O.*
Comprehensive approach development to the it services key efficiency

indicators formulation according to the international standards guidelin..... 116
2. *Балєв В.М., Буренкова А.М.*
Розробка системи сповіщення щодо наявності електрики в житловому приміщені 118
3. *Батова Д. О., Кизима К. В., Дроздова Т.В.*
Дослідження методів вимірювання потоків парникових газів у приземному шарі атмосфери 120
4. *Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А., Ільчакова Я.М.*
Пристрій для визначення положення ВМТ в циліндрах дизеля 122
5. *Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А.*
Пристрій вимірювання кута випередження паливоподачі дизель-генератора..... 124
6. *Горкунов Б.М., Бульдяк Я.А.*
Електромагнітні характеристики зварного з'єднання 126
7. *Григоренко І. В., Момот М. О.*
Дослідження інформаційно-вимірювальної системи контролю технологічного процесу виготовлення майонезу апаратом нечіткої логіки 128
8. *Гуртовий К.С., Тверитникова О.Є.*
Залучення методів створення 3D-моделей в середовищі SOLIDWORKS для моделювання технологічного процесу виготовлення пінобетону 130
9. *Євсін Г.А., Львов С.Г.*
Огляд методів інтелектуального аналізу даних 132
10. *Жигло С.В.*
Дослідження та розробка методів покращення якості мобільного зв'язку та мобільного інтернету в швидкісних потягах 134
11. *Запорожець О. В.*
Вибір порядку поліноміальної моделі при побудові нелінійної функції перетворення засобу вимірювань 136
12. *Кондратенко В.О., Штефан Н. В.*
Особливості введення в експлуатацію законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки 138
13. *Кот В. В., Герасимов С. В.*
Пропозиції щодо оптимізації контрольно-діагностичного обладнання рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту 140
14. *Львов С. Г., Тищенко А. А., Ткаченко В. В.*
Методи неруйнівного контролю структури металевих виробів..... 142
15. *Мигущенко Р. П., Кропачек О. Ю., Коцкало К. Д., Фіногенов О. М.*
Оптимізація систем запуску літальних апаратів..... 144
16. *Олійник В.М., Львов С.Г.*
Методи контролю механічних навантажень в металевих виробах 146
17. *Ольховіков С. В., Ольховіков Д. С., Ольховікова А. В.*
Синтез системи технічного обслуговування складних технічних комплексів 148

18. *Пацукевич Ю.Г., Дроздова Т.В.*
Вимірювання та аналіз рівня шумового забруднення у міських умовах 150
19. *Русанов В. І., Кондрашов С. І.*
Дослідження первинних вимірювальних вібросигналів з використанням програмного пакету LabView..... 152
20. *Тополов І. І.*
Розрахунок бігенераторного профілометру 154
21. *Чуніхіна Т.В., Амінов С.О.*
Методи калібрування радіоканалів бездротових мереж для забезпечення тактичного тренування військовослужбовців..... 156

СЕКЦІЯ 5. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЧНИХ, ХАРЧОВИХ, ВИДОБУВНИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

1. *Bulavin V. I.*
Modern methods of industrial wastewater treatment 159
2 Cherkashina G. M., Lebedev V. V., Kopylov S. O., Derius D. V.
Study of methods of structured by excess stresses in PCM..... 161
3. Hrebeniuk O. O., Kryvobok R. V.
Measuring of thermal conductivity in radio-technical ceramics 163
4. *Артищенко Б. К., Григоров А. Б.*
Залучення полімерних відходів до виробництва хімічно стійких композиційних матеріалів 165
5. *Биканов С. М., Горбунов К. О., Селіхов Ю. А., Гапонова О. О.*
Методи та шляхи досліджень при зниженні енерговитрат процесів випарювання 167
6. *Білецький Е. В., Петренко О. В.*
Розробка аналітичних моделей для оптимізації реодинамічних процесів 169
7. *Борисенко М. О., Сінкевич І. В.*
Перспективи промислового використання коксового пилу 171
8. *Гаіпов А. Я., Григоров А. Б.*
Виробництво ізолюючих вуглеводневих матеріалів для захисту нафто- та газопроводів на базі фракції кислого гудрону 173
9. *Гарєв Л. А., Ведь В. Є., Рябова І.Б.*
Побудова моделі системи рекуперації тепла блоку підігріву сирої нафти з метою дослідження шляхів інтенсифікації теплообміну..... 175
10. *Грубник М. І., Лаврова І. О., Грубник В. І.*
Гірський воск з бурого вугілля Александрійського родовища як сировина для отримання біологічно активних речовин 177

11 *Єкимов Є. С., Пурис В. В., Лебедєв В. В.*
Створення композитів на основі вторинних поліамідів (короткий огляд)..... 179
12. *Карандашов О. Г., Підгорна Л. П., Авраменко В. Л., Луцик А. О.*
Дослідження електропровідних клейових компаундів..... 181
13. *Кононенко Р. Г., Близнюк О. В.*
Створення композитів на основі поліамідів і нанорозмірних наповнювачів (короткий огляд)..... 183
14. Корекян П. Ю., Тараненкова В. В., Капустяк А. Ю.
використання диференціально термічного методу аналізу для визначення раціональної температури напіввипалу каустичного доломіту 185
15. *Лаврова І. О., Владимиренко В. В., Грубник В. І.*
Вибір оптимальної компановки бензольних установок на коксохімічних підприємствах з точки зору мінімізації гідравлічного опору 187
16. *Миронов А. М., Ільченко М. В., Горбунов К. О., Биканов С. М.*
Важливість розробки математичного опису для формування імітаційної комп'ютерної моделі енергоефективної технологічної схеми ділянки нафтопереробного виробництва..... 189
17. *Нагорний А. О., Нагорний М. А.*
Автоматизація роботи щокової дробарки у виробництві силікатних матеріалів 191
18. *Пономарьова Н.Г.*
Аналітичний підбір частоти обертання ротора центрифуги і часу центрифугування в хімічній промисловості..... 193
19. *Сахненко М. Д., Корогодська А. М., Поспєлов О. П., Каракуркчі Г. В.*
Ванадійвмісні покриви для потреб екокаталізу..... 195
20. *Селіхов Ю. А., Горбунов К. О., Миронов А. М., Ільченко М. В., Нагорний Е. Р., Пільник І. В., Рись В. Г.*
Дослідження процесу теплообміну високотемпературної поверхні..... 197
21. *Смірнова О. Л., Ніконов А. Ю., Замай А. О., Смірнова С. Д.*
Методи одержання наночастинок срібла в розчинах на основі органічних речовин 199
22. *Тіщенко О. М., Близнюк О. В.*
Переробки відходів пластику з отриманням продуктів з високим ступенем графітизації (короткий огляд) 201
23. *Шабанова Г. М., Логвінков С. М., Шумейко В. М., Корогодська А. М., Кривобок Р. В., Сахненко М. Д.*
Оптимізація гранулометричного складу заповнювача для шлаколужних бетонів..... 203

СЕКЦІЯ 6. ІСТОРИЧНІ, СОЦІОКУЛЬТУРНІ ТА ОСВІТНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ НАУКИ І ТЕХНІКИ ЯК ЧИННИКИ ЦИВІЛІЗАЦІЙНОГО ПОСТУПУ

1. *Karmadonova T.*
Modern information-measurement technologies: transforming talent selection in the digital age 206
2. *Kramskyi V. V.*
Overview of the modern historiography of historical digital games 208
3. Malikov V. V.
The ukrainian ethnogenesis in the context of ethnic and language processes 210
4. *Білас Ю.В.*
Історичні аспекти української науки часів «Червоного терору» в біографії Сергія Пилипенка. 212
5. *Гамалія В. М., Руда С. П.*
Миротворча діяльність професора Джорджа Кістяківського 214
6. *Гончаров С.В., Тверитникова О. Є.*
Історія розвитку української метрології 216
7. *Гріффен Л. О.*
Штучний інтелект як технічна реалізація практичного мислення..... 218
8. *Гутник М.В..*
Реформа хімічної номенклатури: Женевський конгрес 1892 Р. 220
9. *Демочко Г.Л., Робак І.Ю.*
Медичні інновації в часи військових конфліктів: світовий досвід та виклики для України 222
10. *Добровольська В.А.*
Діяльність одеського відділення ІРТТ з професійної та технічної підготовки робітників (кінець XIX ст.)..... 224
11. *Єщенко Є. В., Радогуз С. А.*
Цифрова культурна спадщина: політика пам'яті через інтерактивність..... 226
12. *Живага О. В., Бессалова Т. В.*
Деякі аспекти наукової комунікації у цифрову епоху 228
13. *Заверющенко М. П.*
Виховна робота П. М. Мухачова на посаді директора Харківського технологічного інституту 230
14. *Коваль Ю. Ю.*
Започаткування та розвиток наукової школи планетології М. П. Барабашова у 1930-х–1970-х роках 232
15. *Кондратьєв В. Ю.*
Сучасний стан кібербезпеки в Україні 234
16. *Кравченко Д. Д.*
Розробки інституту автоматики для забезпечення інноваційного розвитку різних галузей промисловості (1960-ті – 1990-ті рр.)..... 236

17. *Красіков М.М.*
Фотомитці початку XX століття – випускники та викладачі ХТІ 238
18. *Кушлакова Н. М.*
Діяльність КБ «Південне» щодо створення державної космічної експлуатаційної системи «Ресурс» 240
19. *Лавріненко О.В.*
Вчений у галузі теоретичної електротехніки Ч.П. Штейнмец (до 160-річчя з дня народження) 242
20. *Ларін А. О., Журило Д. Ю.*
Застосування електромеханічних аналогій для дослідження динаміки двигунів внутрішнього згоряння 244
21. *Лисенко Д.М.*
Комітети незаможних селян у новому історіософському вітчизняному наративі 246
22. *Литвинко А. С., Храмов Ю. О.*
Світоглядне та іміджеве значення використання історичної біографістики вчених і організаторів науки для соціокультурного, наукового та технологічного розвитку держави 248
23. *Ліхолєтов Я. В.*
Особливості музеєфікаційних процесів пам'яток археології 250
24. *Ляшуга І.Ю.*
Система національної метрологічної служби України в Харкові 252
25. *Немикіна О. С., Тверитникова О. Є.*
Л.Д. Ландау: внесок у світову фізичну науку 254
26. *Ніколаєнко В.Л.*
Цифрова риторика: соціально-економічний аспект аналізу 256
27. *Новгородов Д.В.*
Внесок викладачів, студентів та випускників Харківського технологічного інституту в будівництво будинку державної промисловості 259
28. *Обеднік С.Р., Якименко Є.О., Тверитникова О.Є.*
Т-34 – символ перемоги: внесок харківських конструкторів у створення легендарного танка 261
29. *Пархоменко А.А.*
Культурологічний погляд на цифровізацію візуального контенту в освіті та науці 263
30. *Петлінська Ю.В.*
Медичне повсякдення населення Наддніпрянської України під час німецької окупації: проблеми епідемії і санітарного забезпечення 265
31. *Савчук В. С., Кисільова Т. О.*
Інноваційний контекст перших рентгенівських трубок 267
32. *Салата Г.В.*
Персоніфікація історії науки і техніки України – Михайло Митрофанович Філоненко-Бородич (1885–1962 рр.): нотатки до проблеми 269

33. *Саприкін Г. О.*
Наукова біографістика як складова історіографії електротехніки 271
34. *Свічкар О. С., Робак І. Ю.*
Розвиток високовольтної техніки на території Радянської України в міжвоенний період XX ст. 273
35. *Соліда І.В., Тверитникова О. Є.*
Наукові школи в галузі метрології в Україні 275
36. *Стаднік Ю.О.*
Краєзнавчий напрям у діяльності Харківської науково-дослідної кафедри історії української культури 277
37. *Тверитникова О. Є.*
Науково-педагогічна діяльність В.Г. Васильєва (до 100-річчя від дня народження) 279
38. *Телуха Є.В.*
Методологічні проблеми полідисциплінарного підходу дослідження історіографії волонтерської діяльності в Україні у часи екстреми 281
39. *Хіхло В. Ю.*
Підготовка інженерів з електровимірювальної техніки на теренах України упродовж XX ст. 283
40. *Шестопалов С.С.*
Як цифрові технології змінюють наші уявлення про знання та істину..... 285
41. *Шишкіна Є.К., Мотенко Я.В.*
Німецькі технології книгодрукування в епоху відродження в українських землях..... 287
42. *Яцканич А.В.,Тверитникова О. Є.*
Дмитро Іванович Менделєєв та його роль у створенні української головної палати мір і ваг 289
43. *Ругаленко С.І.*
Внесок академіка В.С. Королюка у розвиток теоретичних основ обчислювальної техніки в Україні 291
44. *Меньшиков С.О.*
Науковий доробок Василя Івановича Альбіцького у галузі турбінобудування 293

Наукове видання

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

Матеріали
V Міжнародної науково-технічної конференції

28-29 листопада 2024

Українською та англійською мовами

Відповідальний за випуск Т.В. *Дроздова*
Художник І.І. *Тополов*

На обкладинці:
Електротехнічний корпус НТУ «ХПІ»

В авторській редакції