

З М І С Т

<i>Павло Тимків, Роман Ткачук, Олексій Яненко. ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАДАЧ ВИЯВЛЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ</i>	13
<i>Туз Ю. М., Самарцев Ю. М., Кокотенко Б. В., Козир О. В. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВІДОКРЕМЛЮВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</i>	17

СЕКЦІЯ 1

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ І КЕРУВАННЯ

<i>Нестеренко О. І. ОСОБЛИВОСТІ ПОХИБОК МІКРОМЕХАНІЧНОЇ ІНЕРЦІАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В АВТОНОМНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ</i>	21
<i>Аврутов В. В., Гегельський О. В. НОВІ ФОРМУЛИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ШИРОТИ</i>	24
<i>Аврутов В. В., Строкач Г. Ю. ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТВЕРДОТІЛЬНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ГРОСКОПА З ЦИЛІНДРИЧНИМ РЕЗОНАТОРОМ</i>	27
<i>Співак С. В., Павловський О. М., Павловська Ю. О. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ КРОКУЮЧОГО РОБОТА</i>	30
<i>Зюков М. А., Гришанова І. А. НАЛАШТУВАННЯ PID - РЕГУЛЯТОРА НА ПРИКЛАДІ КВАДРОКОПТЕРА</i>	33
<i>Рупіч С. С. СЕГМЕНТАЦІЯ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ СПОРУД З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ</i>	37
<i>Кучеренко О. К. ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ЗБЕРІГАЮЧОГО ПОЛЯРИЗАЦІЮ ВОЛОКНА ДЛЯ ДЕПОЛЯРИЗОВАНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ГРОСКОПА</i>	41

СЕКЦІЯ 2

ОПТИЧНІ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ.ФОТОНІКА

<i>Сенаторов В. М., Гурнович А. В., Мельник Б. О., Білокур М. О. КОЛІМАТОРНИЙ ПРИЦІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ КУЛЕМЕТНОЇ УСТАНОВКИ</i>	45
<i>Козут В. М., Витвицька Л. А. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ</i>	49
<i>Стрількова Т. О., Литюга О. П., Дуднік О. В. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ</i>	51
<i>Танчук В. С., Колобродов В. Г. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛЯРИМЕТРИЧНИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ</i>	53
<i>Iryna Avdieionok, Volodymyr Borovytsky, ANALOG PHOTONIC INTEGRATED CIRCUIT FOR MATRIX TO VECTOR MULTIPLICATION</i>	57
<i>Кравченко І. В. НАБЛИЖЕННЯ ФОРМУЛИ ПЛАНКА В КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЯХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ</i>	59

<i>Sokurenko V. M., Sokurenko O. M.</i> WIDE-ANGLE LENS FOR MODERN 4G+ IMAGE INTENSIFIER TUBES	61
<i>Sokurenko V. M., Sokurenko O. M.</i> PROJECTION LENS FOR DIGITAL NIGHT VISION DEVICES	63
<i>Чиж І. Г.</i> ЗУМ-АФОКАЛЬНА СИСТЕМА ЗА СХЕМОЮ КЕПЛЕРА	65
<i>Муkytenko V. I.</i> ELECTRO-OPTICAL ANTIPERSONNEL MINES DETECTION	69

СЕКЦІЯ 3

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ

<i>Іваненко Р. О., Тимчик Г. С.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІБРОСИГНАЛУ НА ОБРОБЛЮВАЛЬНИХ ЦЕНТРАХ	72
<i>Буковська Д. В., Антонюк В. С.</i> АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПУСКОВОЇ УСТАНОВКИ КАТАПУЛЬТОВОГО ТИПУ З УРАХУВАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ	74
<i>Зимовченко В. О.</i> РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ПІДХОДІВ ДО ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОНІКИ В УМОВАХ ВІЙНИ	76
<i>Філіппова М. В., Філіппов О. В., Демченко М. О.</i> ЦИФРОВИЙ ДВІЙНИК ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА	77
<i>Іваненко Р. О., Волошко О. В.</i> КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	81
<i>Шевченко В. В., Пилипенко В. О.</i> СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ У АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	84
<i>Яценко І. В., Федорчук Я. О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПОТОКУ НА ВИСОТУ ЗАЛИШКОВИХ МІКРОНЕРІВНОСТЕЙ НА ПОВЕРХНІ З ОПТИЧНОГО СКЛА	87
<i>Sergii Vysloukh, Oksana Voloshko.</i> INFORMATION MODELING OF PROCESSES AND SYSTEMS	89
<i>Шевченко В. В., Пилипенко В. О.</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ	92
<i>Ihor Mastenko, Nataliia Stelmakh, Pawel Komada.</i> PREPARATION OF THE DATABASE FOR NEURAL NETWORK TRAINING IN THE PROBLEMS OF PRODUCT DEFECT RECOGNITION	95
<i>Тимошенко О. О., Антонюк В. С.</i> КРИХКЕ РУЙНУВАННЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ТА РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЙОГО МІЦНОСТІ	98
<i>Заєць С. С.</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОБОТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ	101

СЕКЦІЯ 4

ПРИЛАДИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

<i>Литвиненко П. Л., Нечай С. О.</i> ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ПОБУДОВИ ПРИЄДНУВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ ПРИ ОБРОБЦІ РЕЗУЛЬТАТІВ КООРДИНАТНИХ ВИМІРЮВАНЬ	106
<i>Саурова Т. А., Савін К. Г., Шпиченко В. С.</i> МЕХАНІЗМИ РОЗСЮВАННЯ У ФОСФІДІ ІНДІЯ	107
<i>Саурова Т. А., Савін К. Г., Шпиченко В. С.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ДРЕЙФОВОЇ РУХЛИВОСТІ НОСІЇВ ЗАРЯДУ У ФОСФІДІ ІНДІЯ ...	109

<i>Савін К. Г., Саурова Т. А.</i> ПЕРЕЛАШТОВУВАНИЙ СКЛАДЕНИЙ ЦИЛІНДРИЧНИЙ МЕТАЛО-ДІЕЛЕКТРИЧНИЙ РЕЗОНАТОР НВЧ	111
<i>Савін К. Г., Саурова Т. А.</i> АНАЛІЗ ТЕРМОСТАБІЛЬНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ МЕТАЛО-ДІЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЗОНАТОРІВ НВЧ	112
<i>Савін К. Г., Саурова Т. А.</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИЛІНДРИЧНИХ МЕТАЛО-ДІЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЗОНАТОРІВ НВЧ	113
<i>Безвесільна О. М., Подчащинський Ю. О., Чепюк Л. О., Іщенко О. С.</i> КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ	114
<i>Безвесільна О. М., Подчащинський Ю. О., Чепюк Л. О.</i> ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПАКУВАННЯ МОРОЗИВА	117
<i>Подчащинський Ю. О., Магалецький Я. В., Чепюк Л. О.</i> МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ	120

СЕКЦІЯ 5

АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

<i>Барна О. Б., Барна С. М.</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ КРАЙОВОГО КУТА ЗМОЧУВАННЯ ГІДРОФОБНОГО ПОКРИТТЯ	124
<i>Божко К. М., Ільченко А. А., Мушкет К. Я.</i> ДАТЧИК ПОЛУМ'Я ІЗ ЗАПОБІГАННЯМ ПОМИЛКОВОГО СПРАЦЮВАННЯ ВІД ЛАМП РОЗЖАРЕННЯ	127
<i>Воскресенський В. Б.</i> ПИТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ	131
<i>Качур Н. В., Маслов Ю. В., Федоренко А. В., Маслов В. П., Дорожнинська Г. В.</i> ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОШАРІВ ОКСИДУ ЦИНКУ В СЕНСОРИЦІ ТА МЕДИЧНИХ ІМПЛАНТАХ	135
<i>Владислав Романчук, Антон Самойлов, Гліб Дорожнинський.</i> ВПЛИВ ДОДАТКОВОГО ШАРУ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ ТА ПЛАСТИКОВОЇ ПІДКЛАДКИ НА ЧУТЛИВІСТЬ ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ	138
<i>Рудницький Р. Р., Зацепкіна Н. М.</i> ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АГРЕГАЦІЇ ДАНИХ У ЗАВДАННЯХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	140
<i>Дорожнинська Г. В., Федоренко А. В., Качур Н. В., Маслов В. П.</i> УДОСКОНАЛЕНИЙ СЕНСОР ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ З ПОКРИТТЯМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ОКСИДУ ЦИНКУ І НАНОАЛМАЗІВ	145

СЕКЦІЯ 6

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Кривоносов В. Є., Шайко-Шайковський О. Г., Якимюк Д. І.</i> ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЛІКУВАННЯ ТА СТАНУ ПЕРЕЛОМІВ	148
<i>Шуляк О. П., Дружинін В. В.</i> ОЗНАКИ ТА КРИТЕРІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПІВ СИМПТОМОКОМПЛЕКСІВ У ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ПАЦІЄНТІВ ЗА ПРОФІЛЕМ НЕФРОЛОГІЇ	152

**XXIII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ:
стан і перспективи”, 14-15 травня 2024 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

Шуляк О. П., Дружинін В. В. ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ЩІЛЬНОСТЕЙ ЙМОВІРНОСТЕЙ РІЗНОРІДНИХ ПАРАМЕТРІВ З НЕФРОЛОГІЇ ЗА ОПИСАМИ КЛІНІЧНИХ ВИПАДКІВ СИМПТОМОКОМПЛЕКСАМИ У БАЗІ ДАНИХ З ГАРАНТОВАНИМИ ДІАГНОЗАМИ	154
Орел В. Е., Дунаєвський В. І., Котовський В. Й., Венгер В. Ф., Сіднев О. Б., Назарчук С. С. ПРЕДСТАВЛЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕПЛОВИХ ПАТЕРНІВ ПАТОЛОГІЧНИХ ЗМІН ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ ЗА ДАНИМИ ТЕРМОГРАФІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ...	157
Яненко О. П., Шевченко К. Л., Симоненко В. С. МІКРОХВИЛЬОВІ ВИПРОМІНЮВАННЯ СТОМАТОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ АКРИЛОВИХ ПЛАСТМАС	161
Ткачук Р. А., Ткачук Р. М., Копчак Ю. С., Яненко О. П. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ НАПРУЖЕНЬ В ОБОЛОНЦІ ОКА ПРИ ГЛАУКОМІ В ДИТЯЧОМУ ВІЦІ	166
Шуляк О. П., Ярош Д. Г. СИСТЕМА КИСНЕВОЇ ПІДТРИМКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ	168
O. Serdiuk, N. Stelmakh. DETECTION AND ELIMINATION OF NOISE IN LOW-DOSE LUNG COMPUTED TOMOGRAPHY USING NEURAL NETWORK METHODS	170
Хом'як А. С. КЛАСИФІКАЦІЯ МАГНІТОЕНЦЕФАЛОГРАМИ РУХУ КИСТІ ЗА НАПРЯМКОМ РУХУ З ВИКОРИСТАННЯМ НАПІВКЕРОВАНОГО НАВЧАННЯ, ЕНКОДЕР-ДЕКОДЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ТА АЛГОРИТМІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ...	173
Сметюх М. П., Момот А. С., Соловійов С. О., Трохименко О. П. АВТОМАТИЗОВАНА СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ КЛІТИН	175
Терещенко М. Ф., Ківенко А. П. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИМ КОМПЛЕКСОМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЗРОШЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН	178
Холін В. В., Войцехович В. С., Комарова О. С., Рева А. В., Чепурна Є. М., Павлов С. В., Терещенко М. Ф. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОКОНІВ НА ОДНОРІДНІСТЬ ВИХІДНИХ ОПТИЧНИХ ПОТОКІВ У КОРОТКИХ СВІТЛОВОДАХ ІЗ БАГАТОМОДОВИХ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН	182
Слепчук В. С., Терещенко М. Ф. АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ АПАРАТОМ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ	187
Шалімов В. В., Терещенко М. Ф. АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕРАПЕВТИЧНОГО АПАРАТУ ..	191
Дейнеко Б. С., Терещенко М. Ф. АЛГОРИТМИ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО БІОМЕДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ	195
Пащенко Г. А., Терещенко М. Ф. ПЕРСПЕКТИВНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ТКАНИНИ	198
S. Soroka, V. Komanicky, V. Yukhymchuk. STUDY OF THE INTERACTION OF CHALCOGENIDE FILMS OF THE AsS SYSTEM WITH LASER RADIATION	202
Коломієць Л. В., Лимаренко О. М. ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ З РІЗНИХ ПОВЕРХНЕВИХ РЕЛЬЄФІВ	206
Яковенко І. О. АЛГОРИТМ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЗАБОРУ КРОВІ З БІОМЕТРИЧНОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЄЮ	211
Ткачук Р. А., Самуляк П. Ю., Юкало В. Г., Яненко О. П. ЗАСТОСУВАННЯ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ ЛЮДИНИ ОКСИДОМ ТИТАНУ (TiO ₂)	215
Криницький П. К., Клочко Т. Р. ЕРГОНОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ПРОТЕЗУ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ ЛЮДИНИ	218

Сапон О. С., Сапон С. П. АДАПТИВНИЙ МЕТОД ЗГЛАДЖУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ	224
-----------------------------------------------------------------------------------	-----

СЕКЦІЯ 7

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

Сучков Г. М., Плеснецов С. Ю., Кошкарів Ю. Ю. ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРЯМОГО НАКЛАДНОГО РОЗДІЛЬНО - СПОЛУЧЕНОГО ЕМА ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ, ДІАГНОСТИКИ ТА ВИМІРЮВАНЬ	228
Momot A., Zemliakov O. AREAS OF APPLICATION OF THE YOLOV8 DEEP LEARNING MODEL IN NON-DESTRUCTIVE TESTING	231
Muraviov O. V., Dovbysh I. O. MEDICAL THERMAL IMAGING DIAGNOSTICS: CURRENT PROBLEMS AND SURGICAL APPLICATION	234
Яворський І. М., Юзефович Р. М., Торба Ю. І., Личак О. В., Сбродов Є. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ МЕТОДАМИ ПЕРІОДИЧНО НЕСТАЦІОНАРНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ	236
Галаган Р. М. ВІДНОВЛЕННЯ СПОТВОРЕНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ	237
Юзефович Р. М., Яворський І. М., Стецько І. Г., Личак О. В., Стецько І. Я., Варивода М.З. ТРИКАНАЛЬНИЙ ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОБРОБКИ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ	238
Джсала Р. М., Вербенець Б. Я., Джсала В. Р., Мельник М. І. ПРИЛАД ВПП ДЛЯ МІРЯННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ	239
Мінаков С. М., Учанин В. М., Мінаков А. С., Вдовиченко І. М., Вдовиченко Д. М. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИНАМІЧНОЇ ПЕТЛІ МАГНІТНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ	242
Трохим Г. Р., Личак О. В., Юзефович Р. М., Яворський І. М., Янішевський В. С. МЕТАДАНИ ПРИ ВІДБОРІ ТА ДОСЛІДЖЕННІ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ	244
Довженко О. П., Марченко О. Т., Якуніна Н. О., Лук'яненко Е. В. ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВИХ АПАРАТІВ МЕДИЧНОГО ТА КОСМЕТОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	245
Слюсар В. І., Копійка О. В. ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ 3D-ДРУКУ	247
Muraviov O. V., Dovbysh I. O. COMPENSATION OF TEMPERATURE INFLUENCE TO IMAGE QUALITY OF MEDICAL THERMAL IMAGING CAMERA	251
Юзефович Р. М., Яворський І. М., Комарницький Б. Р., Личак О. В., Слєпко Р. Т. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ МЕТОДАМИ ПКВП У ПІДШИПНИКАХ ПІДДАНИХ НАВОДНЕННЮ	253
Учанин В. М., Сидоренко М. В. ВИХРОСТРУМОВИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЗМІН СТРУКТУРИ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ЗУБЧАСТИХ КОЛЕС	254
Черчик Г. Т., Личак О. В., Трохим Г. Р., Юзефович Р. М., Яворський І. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ ВІБРАЦІЇ В ТРАНСПОРТНІЙ КОЛІСНІЙ МАШИНІ	257
Довженко О. П., Марченко О. Т., Якуніна Н. О., Лук'яненко Е. В. ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ КОНТАКТУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ГОЛОВКИ НА ОСНОВІ PVDF П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОЇ ПЛІВКИ З ТІЛОМ ПАЦІЄНТА	258
Галаган Р. М. ВИМОГИ ДО ФОРМУВАННЯ НАБОРУ ДАНИХ ДЛЯ НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З МЕТОЮ ПОШУКУ ПОЖЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА ...	259

<i>Коломійцев О. В., Сайко В. Г., Комаров В. О.</i> АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КРИЛА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ	261
<i>Muraviiov O. V.</i> IMAGE QUALITY THERMAL STABILIZATION FOR IR DIOPTRIC LENSES	265
<i>Momot A., Yakotiuk V.</i> THE USE OF MAGNETOMETRIC GRADIOMETERS IN EXPLOSIVE ORDNANCE DETECTION	267
<i>Богдан Г. А., Петрик В.Ф.</i> СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ УЛЬТРАЗВУКУ В ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛАХ З ПІДВИЩЕНОЮ ПРЕЦИЗИЙНІСТЮ	271
<i>Лисенко Ю. Ю., Алексієв О., Куц Ю. В.</i> АНАЛІЗ ВЕРСІЙ СТАНДАРТУ EN ISO 9712 З ПОГЛЯДУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	273
<i>Баженов В. Г., Калениченко Ю. О., Рацєбарський С. С.</i> НЕЙРОННІ МЕРЕЖИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ СТАЛЕВИХ ЗРАЗКІВ СТРУКТУРОСКОПОМ НА БАЗІ ВИЩИХ ГАРМОНІК	275
<i>Galagan R.</i> THE IMPORTANCE OF ENSURING THE INTERPRETABILITY OF CLASSIFICATION RESULTS USING NEURAL NETWORKS IN MEDICINE	279

СЕКЦІЯ 8

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛІКУ ЕНЕРГОНОСІЇВ

<i>Симонюк В. П., Денисюк В. Ю., Лапченко Ю. С.</i> СИСТЕМА КОМБІНОВАНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ З АВТОМАТИЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ	282
<i>Філянін Д. В., Калінчик В. П., Пирятинський В. В.</i> ІНДИВІДУАЛЬНЕ СИМЕТРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ОДНОФАЗНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	285
<i>Гришанова І. А.</i> СУРОГАТНІ МОДЕЛІ У ВИТРАТОМЕТРІЇ	287
<i>Острей Я. С., Роман В. І.</i> ОГЛЯД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ВИТРАТОМЕТРІЇ	290
<i>Горжій І. В., Писарець А. В.</i> ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИМІРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ГАЗУ	292
<i>Матіко Ф. Д., Пасіченко С. С., Сапелюк Р. В.</i> УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ВИТРАТОМІРА ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ, ОПТИМАЛЬНОГО ЗА ТОЧНІСТЮ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ	294
<i>Середюк О. Є., Смаглюк М. В.</i> ЦЕНТРАЛІЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ З ВУЗЛІВ ОБЛІКУ ГАЗУ	297
<i>Slobodian M. Y., Krynytskyi O. S., Samaniv L. V.</i> ANALYSIS OF METHODS FOR MEASURING THERMAL CONDUCTIVITY PARAMETERS OF POWDERED AND PRESSED MATERIALS	299
<i>Anna Pysarets,</i> IoT TECHNOLOGIES IN THE ENERGY CARRIERS METERING	302
<i>Сендецький М. М., Сащук С. І., Махнюк О. В., Комаров В. О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКОНОМІЇ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ У СИЛАХ ОБОРОНИ УКРАЇНИ	305
<i>Драчук О. О., Писарець А. В.</i> ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВИТРАТИ	309

СЕКЦІЯ 9

МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ

<i>Ціпоренко С. В.</i> ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯКОСТІ	313
<i>Погуляйко О. М., Подобед О. В.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРІВ	314
<i>Мітронов В. О.</i> ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗДРОТОВИХ Mesh- МЕРЕЖ	316
<i>Зайцев В. М.</i> ПОХИБКИ ПІДСУМОВУВАННЯ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ У ВАГОВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ	317

СЕКЦІЯ 10

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Козир О. В. Марієнко В. В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ПОЧАТКУ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛУ	321
<i>Луцик Д. В.</i> ТОЧНІСТЬ ОЦІНЮВАННЯ ХАРАКТЕРНОГО ПАРАМЕТРУ ДВОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШЕЙ	325
<i>Почернін С. П.</i> ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ ЛІТІЄВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМ	327
<i>Самарцев Ю. М.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ РУХОМИХ ПІДВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ	331
<i>Шевкун С. М., Малес С. І., Добролюбова М. В.</i> АНАЛІЗ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЗОВАНОГО ВТОРИННОГО ЕТАЛОНУ ОДИНИЦІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ДІАПАЗОНУ ЧАСТОТ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ	333
<i>Шевченко К. Л., Яненко О. П., Богомазов С. А.</i> ТЕРМОШУМОВИЙ ДЕФЕКТОСКОП ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВИРОБІВ	335

СЕКЦІЯ 11

МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Біліщук В. Б.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ	338
<i>Боднар Р. Т.</i> РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗМОЧУВАННЯ ЗА ВИМІРЯНИМ ТИСКОМ У КРАПЛІ	340
<i>Фриз М. Є., Щербак Л. М.</i> ЕРГОДИЧНІ УМОВНІ ЛІНІЙНІ ВИПАДКОВІ ПРОЦЕСИ ЯК МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ	343
<i>Денисюк В. Ю.</i> ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА МЕТРОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ	345
<i>Повшенко О. А., Паздрій О. Я., Баженев В. Г.</i> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРВИНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ФЛЮКСИМЕТРУ	249

**XXIII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ:
стан і перспективи”, 14-15 травня 2024 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

Стеннік О. Ю. ОЦІНЮВАННЯ ЗСУВУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДВОХЕЛЕКТРОДНОЇ КОМІРКИ, ВИКЛИКАНОГО НАЯВНІСТЮ ОТВОРІВ ДЛЯ ЗАПОВНЕННЯ, РОЗМІЩЕНИХ В ЕЛЕКТРОДАХ КОМІРКИ	351
Стеннік О. Ю. НОВИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ПРОВІДНОСТІ РІДИН З ФУНКЦІЄЮ КОНТРОЛЮ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОГО ІМПЕДАНСУ	355
Федорченко С. В. ЗІР РОБОТІВ НА ОСНОВІ СТРОБОСКОПІЧНОГО ЕФЕКТУ	360
Малько В. П., Ковтун С. І., Куц Ю. В., Фриз М. Є., Щербак Л. М. ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	362

УДК 53.05: 617.753

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАДАЧ ВИЯВЛЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ

¹⁾Павло Тимків, ¹⁾Роман Ткачук, ²⁾Олексій Яненко

¹⁾Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна

²⁾Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: t_pavlo_o@ukr.net; romantkachuk48@gmail.com; op291@meta.ua

Розглянуто особливості створення експертної системи, зокрема параметричної ідентифікації моделі тестового електроретиносигналу для задачі виявлення ризиків нейротоксичності (ідентифікація нейротоксикантів, оцінка їх типу, кількісних характеристик, тривалості впливу тощо). Досліджено можливості використання оптимізаційних методів та проведено порівняння часу роботи цих методів (проаналізовано часову складність) в середовищі Matlab.

Електроретинографія (англ. *Electroretinography*) – це метод дослідження електричної активності ретинальної тканини ока, який дозволяє оцінити функціональний стан різних компонентів сітківки, включаючи фоторецептори (колбочки і палички) та біполярні клітини. Ця методика має велике значення в офтальмології для діагностики та моніторингу захворювань, таких як дегенерація сітківки, глаукома та діабетична ретинопатія. Вона також використовується для вивчення функціонального стану організму на ранніх стадіях нейротоксикації.

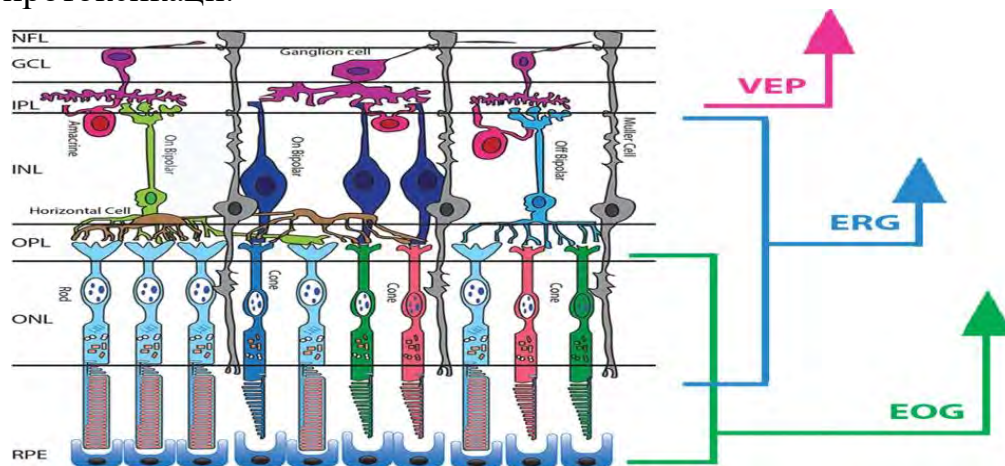


Рис.1. Структура та шари сітківки [1]

Поява і широке впровадження комп'ютерної техніки та технологій, дозволило записувати та аналізувати ЕРГ за допомогою цифрових методів, що спрощує обробку даних та полегшує більш точне тлумачення результатів досліджень. Використання фотостимуляторів на основі ксенонових ламп і світлодіодів дозволило контролювати інтенсивність та довжину хвилі світла під

час стимуляції сітківки, покращуючи якість і стандартизацію досліджень ЕРГ. Використання електродів із зменшеною площею контакту підвищило точність та чутливість методу електроретинографії, разом з обов’язковою фільтрацією корисного електроретиносигналу, вимірюванням порогів, амплітуд та тривалості складових сигналу, що забезпечує більш детальну інформацію про функціональний стан сітківки.

Однак дослідження електроретинограм (особливо при низьких інтенсивностях світла) супроводжується рядом проблем. Інформативні параметри з низькою інтенсивністю електроретиносигналу (ЕРС) можуть значно ускладнити їх аналіз. Наявність артефактів (рухи очей або миготіння) можуть знизити ідентифікацію сигналу та в окремих випадках призвести до зниження точності результатів. Обробка великого обсягу даних, зібраних з ЕРС, може бути складною і вимагати використання передових алгоритмів та методів машинного навчання для ефективного аналізу. Зареєстрований ЕРС, як правило відрізняється між пацієнтами, що ускладнює порівняння та тлумачення результатів. Аналіз ЕРС може бути ускладнений, особливо в разі складних патологічних станів або змін, які відбуваються на різних рівнях сітківки та на початкових стадіях нейротоксичності [2]. Відомі роботи, в яких обґрунтовано математичну модель стандартної ЕРГ [3] та запропоновано експертну інформаційно-вимірювальну систему для дослідження змін функціонального стану організму на явних стадіях нейротоксикації [4].

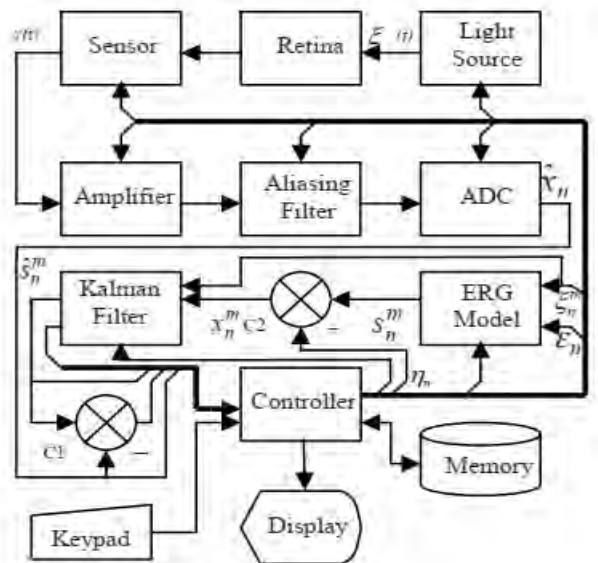


Рис. 2. Структура ІВС експертної системи для оцінювання нейротоксикації [4]

Для визначення параметрів математичної моделі (коефіцієнтів різницевого рівняння) був використаний метод прямого вичерпного пошуку (метод грубої сили, *англ. «brutal force»*), який гарантує попередньо задану точність та збіжність, але потребує значного часу обчислень. Тривалий час обробки ЕРГ експертною системою унеможлиблює її застосування для віддаленого,

автоматизованого, реального моніторингу стану людського організму (особливо при близьких токсикаціях).

Відомі роботи, де використано удосконалені алгоритми параметричної ідентифікації моделі ЕРС – на основі методу Хука-Дживса [5] та спряжених градієнтів [6]. Метод Хука-Дживса є простим та ефективним методом оптимізації, особливо в тих випадках, коли функція не має аналітичної похідної або є недиференційованою. Метод спряжених градієнтів є ефективним алгоритмом для мінімізації квадратичних функцій у нелінійних просторах. Серед основних недоліків цих методів виділяють: 1) ефективність та часову складність, яка залежить від умов початкової апроксимації; 2) необхідно використовувати додаткові методи для врахування початкових обмежень.

Усунення вище зазначених недоліків можливо, коли застосуємо інші методи оптимізації, які вважаються більш ефективними, ніж метод Хука-Дживса та метод спряжених градієнтів. До них відносять метод Бройдена-Флетчера-Голдфарба-Шанно (*англ. BFGS*) та метод Нелдера-Міда. Метод BFGS є ітеративним алгоритмом для мінімізації функції нелінійних обмежень. Основна ідея методу полягає в апроксимації квазі-Ньютонової матриці Гессе, яка оцінює другі похідні функції. Однак метод BFGS потребує зберігання матриці Гессе на кожній ітерації може вимагати значної пам'яті, вибору та визначення початкової апроксимації, що значно впливає на швидкість та збіжності методу.

Метод Нелдера-Міда є одним з найбільш поширених методів оптимізації без похідних, що дає перспективу для застосування в низькоінтенсивній електроретинографії. Він модифікується на кожній ітерації для пошуку мінімуму або максимуму функції. Основна ідея методу Нелдера-Міда полягає в поступовому розширенні або скороченні симплекса в напрямку оптимізації на основі порівнянь функції в різних точках. Нижче наведено алгоритм параметричної ідентифікації моделі ЕРС.

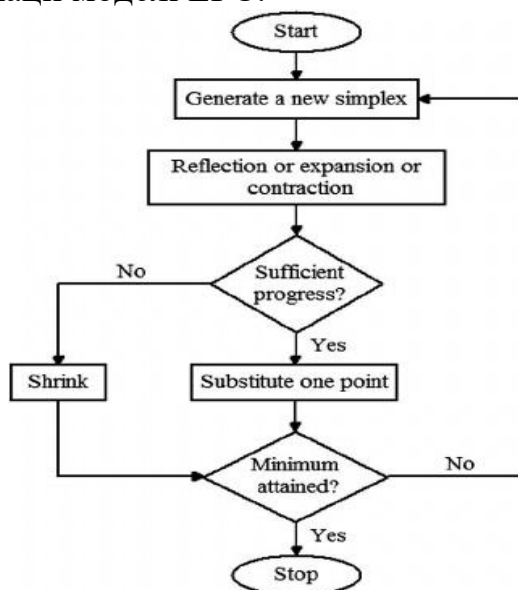


Рис.3. Алгоритм параметричної ідентифікації моделі ЕРС за методом Нелдера-Міда [7]

З урахуванням переваг методу Нелдера-Міда його застосовано для оптимізації визначення параметрів математичної моделі ЕРС. Для цього проведено моделювання тестового ЕРС в середовищі MATLAB та знайдемо оптимальні значення коефіцієнтів моделі, b1_opt та b2_opt.

Таблиця 1

Порівняння часу обробки за методом Хука-Дживса, за методом спряжених градієнтів та методом Нелдера-Міда

Кількість точок, N	Час обробки за методом Хука-Дживса, с	Час обробки за методом спряжених градієнтів, с	Час обробки за методом Нелдера-Міда, с
100	0.7666	0.6899	0.6522
200	1.3215	1.1497	1.0412
300	1.7511	1.6859	1.4785
400	2.0514	1.9898	1.7856
500	2.7493	2.5215	1.9102
600	3.1958	2.8965	2.6045
700	3.6477	3.2456	2.9901
800	4.4972	3.5986	3.0111
900	5.0008	3.9658	3.9701
1000	5.8352	4.5486	3.8925
2000	10.4593	7.3874	6.9555
3000	16.9708	12.7803	10.9562
4000	23.1177	16.9372	11.5655
5000	30.1974	20.1698	14.5475

Визначення цих оптимальних коефіцієнтів буде оцінено на основі близькості модельованого ЕРС до відомого ЕРС за допомогою критерію значення. Для порівняння та оцінки прототипного методу та вдосконаленого методу ми визначимо час вибору коефіцієнтів та методом Хука-Дживса та методом спряжених градієнтів та методу Нелдера-Міда при різній кількості точок пошуку:

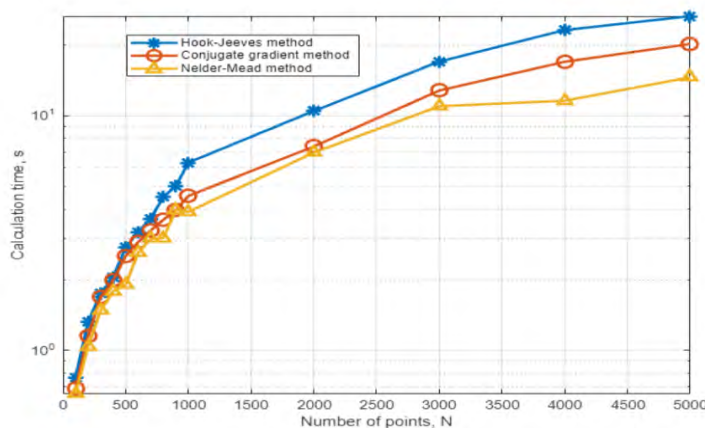


Рис 4. Залежність часу пошуку коефіцієнтів за допомогою Хука-Дживса, методу спряжених градієнтів та методу Нелдера-Міда (напівлогарифмічний масштаб)

Висновки

Синтез експертної системи призначеної для діагностики нейротоксикації, потребував аналізу можливості застосування різних оптимізаційних методів параметричної моделі ЕРС, зокрема метод Хука-Дживса, метод спряжених

градієнтів та метод Нелдера-Міда. Встановлено, що останній метод збігається швидше, ніж методи пошуку Хука-Дживса чи метод спряжених градієнтів, з точки зору тривалості обчислення.

Ключові слова: електроретиносигнал, низька інтенсивність, нейротоксикація, оптимізація, параметрична ідентифікація.

Література

- [1] Cornish, E. E., Vaze, A., Jamieson, R. V., & Grigg, J. R. The electroretinogram in the genomics era: outer retinal disorders. *Eye*, 35(12), 2406–2418, 2021. doi:10.1038/s41433-021-01659-y.
- [2] Р.А. Ткачук, Б.И. Яворский, О.П. Яненко, “Оценивание риска нейротоксикации с помощью электроретинографии”, *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*, сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування, vol. 61, pp. 108-115, 2015.
- [3] Ткачук Р.А., Яворський Б.І., “Метод побудови біотехнічної системи для оцінювання електроретинограм з підвищеними вірогідністю та ефективністю”, *Вісник ТДТУ*, 14(3), с. 102-110, 2009.
- [4] Tkachuk, R., Yavorskyu, B. ERG system for neurotoxicity risk assessment in *Матеріали XX Міжнародної конференції TCSET2010 «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії (23-27 лютого 2010, смт. Славське)*. Львів, 2010. С.131.
- [5] P. Tymkiv, Analysis of the Complexity of Algorithms for Finding the Coefficients of the Mathematical Model of Low-Intensity Electroretinosignal in *ADVANCED APPLIED ENERGY and INFORMATION TECHNOLOGIES 2021. Proceedings of the International Conference*, Ternopil, 15-17 грудня 2021. С. 145-150.
- [6] Pavlo Tymkiv, Aleksandra Kłos-Witkowska, Igor Andrushchak. Optimization Methods for Determining Coefficients of Mathematical Model of Electroretinosignal for Detection of Neurotoxicity Risks. *Proceedings of the 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023)*. Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. pp.109-116, 2023.
- [7] Muskingum Models Using Nelder-Mead Simplex Algorithm. *Journal of Hydrologic Engineering*, 16(11), pp. 946-954, November 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000379.

УДК 621.7:66915

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВІДОКРЕМЛЮВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Туз Ю. М., Самарцев Ю. М., Кокотенко Б. В., Козир О. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail tuz@aer.kpi.ua, y.samartsev@kpi.ua, kokotenko.bogdan@gmail.com,

oleg.kozyr@aer.kpi.ua

Розробка нових літальних засобів з відокремлюваними елементами вимагає дослідження експлуатаційних характеристик, які безпосередньо впливають на ефективність їх застосування. Прикладом таких дій літальних засобів є доставка критичних вантажів до важкодоступних територій. Крім необхідності вимірювання всіх цих параметрів, необхідно також захистити вбудовані вимірювальні пристрої від впливу зовнішніх факторів, що діють на них під час руху, а саме високої температури, тиску та перевантаження [1].

Протягом 2015-2020 рр. в НДІ АЕД КПІ ім. Ігоря Сікорського розроблено та виготовлено системи вимірювання характеристик руху відокремлюваних елементів з вимірюванням понад трьох десятків параметрів, а саме координатних, температурних, навантажувальних, швидкісних та електромагнітних характеристик (рис. 1).

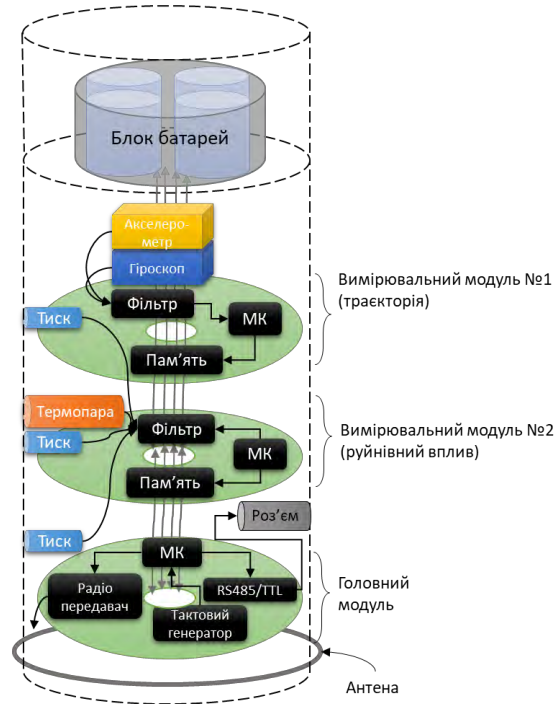


Рис. 1. Загальний опис системи

Перелік параметрів, що вимірювались, формувався розробником для нових видів доставки відокремлюваних елементів на основі досліджень впливу цих параметрів на характеристики експлуатаційного застосування, а саме: точність доставки, розсіювання на площі доставки (рис. 2).

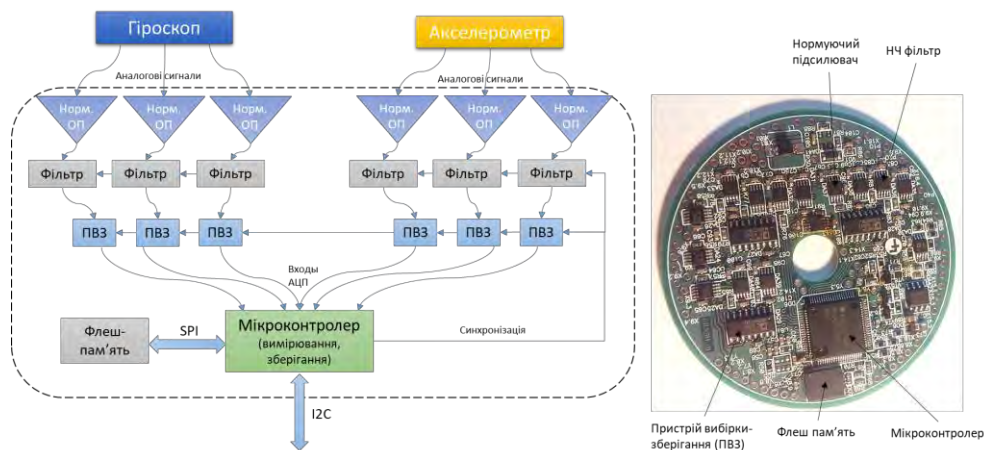


Рис. 2. Вимірювальний модуль

Знання значень та функцій зміни значень цих параметрів дозволяє досягти більш високих показників експлуатаційного застосування з меншими матеріальними та часовими витратами за рахунок зменшення кількості випробувань. Розроблена система вимірює:

- проєкції кутової швидкості падаючого об’єкту ± 20000 град/с. Проєкції прискорення ± 30000 м/с²;
- тиск повітряної ударної хвилі на зовнішню поверхню елемента $0 \div 240$ кгс/см²;
- температуру повітря на зовнішній поверхні елемента $0 \div 2200$ градусів Цельсія;
- кутове положення елемента в контактi з поверхнею $0-90$ градусів. Стабілізуюче зусилля $0 \div 10\,000$ Н.

Розроблені принципові схеми компонентів системи, контрольно-вимірювальної апаратури, друкованих плат, конструкцій та елементів захисту (рис. 3).

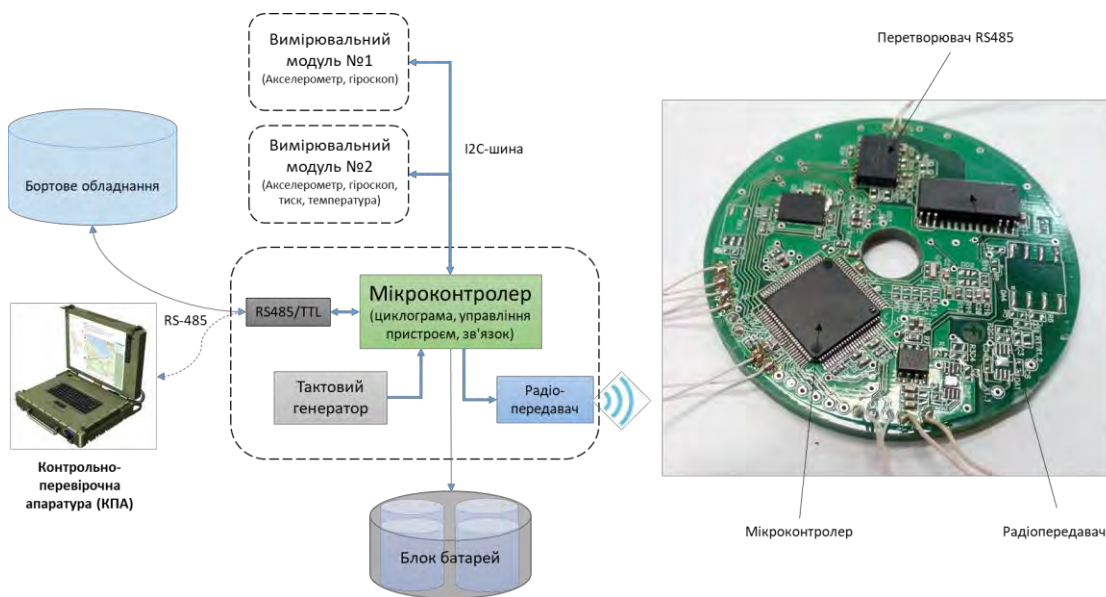


Рис. 3. Головний модуль

В ході роботи над проєктуванням системи були розроблені засоби кріплення елементів на носії, що забезпечують їх безаварійну експлуатацію.

Виконано програмування алгоритмів вимірювання, обробки та зберігання вимірювальної інформації, основної керуючої програми, протоколів обміну та зберігання, часових та протокольних циклів роботи (рис. 4).

Розроблена система оповіщення та визначення місцезнаходження системи після падіння на поверхню. Для виправлення можливих конфліктів між апаратною та програмною частинами системи були залучені відповідні фахівці, які брали участь у попередніх етапах.



Рис. 4. Загальний вигляд КПА

Тестування виготовлених зразків в умовах, наближених до реальних, відбувалось на існуючих полігонах. Після внесення коригувань в апаратне та програмне забезпечення виготовлені робочі зразки системи передано до експлуатаційних організацій.

Ключові слова: система моніторингу, відокремлювані елементи, вимірювання характеристик руху елементів.

Література

- [1] Y. Tuz, B. Kokotenko, and A. Porkhun, “Development of the Integrated Data Acquisition System for Crash Test Experiments”, *American Scientific Journal*, vol. 2, no. 1(1), pp. 125-129, 2016.