

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ
СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І
НАНОПРИСТРОЇВ

УДК 535.5:621.38

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ
КАЛІБРУВАННЯ ПОЛЯРИМЕТРА УФП

¹Неводовський П. В., ²Гераймчук М. Д., ¹Відьмаченко А. П., ³Івахів О. В., ¹Делець О. С.
¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м. Київ, Україна; ²Національний технічний університет України „КПІ” м. Київ, Україна; ³Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
E-mail: nevod@mao.kiev.ua, geraimchuk@kpi.ua

Головна астрономічна обсерваторія НАН України разом з Національним технічним університетом України «КПІ» та Національним університетом «Львівська політехніка» протягом більш ніж десяти років працюють над проектуванням електрооптичних поляриметрів для дослідження космічного простору, а саме: дослідження стратосферного шару Землі з борта штучного супутника і накопичили великий досвід відносно цих робіт [1-5].

Так для контролю характеристик та калібрування елементів фотоприймальної системи електрооптичної апаратури необхідно використовувати еталонні випромінювачі, але вони складні та дорогі. Тому для спрощеного калібрування та настройки оптичних приладів є доцільним використовувати дешеві і малі за розмірами, але спеціально відібрані світлодіоди. Для цього на базі діючого макету блоку фотоприймача бортового УФП було створено спеціальний стенд для відбору і дослідження джерел випромінювання які можуть бути використані для калібрування УФП. Було розроблено спеціальну методику за якою було виконано великий обсяг робіт з дослідження різних джерел випромінювання з метою виявлення можливості і особливостей застосування світлодіодів для калібрування електрооптичних поляриметрів.

Більш детальна інформація застосування світлодіодів для калібрування електрооптичних поляриметрів та методика щодо їх дослідження викладена у доповіді.

Ключові слова: світлодіод, фотопомножувач, поляриметр.

Література

1. M. Geraimchuk, O. Genkin, O. Ivakhiv, Yu. Kureniov, O. Morozhenko, P. Nevodovskyi, and S. Petrenko, “Elements and Systems of Polarization Devices for Aerospace Investigation”, *Monography*, ЕКМО, Kyiv (in Ukrainian), 2009. -188 p.
2. P. Nevodovskyi, O. Morozhenko, A. Vidmachenko, O. Ivakhiv, M. Geraimchuk, O. Zbrutskyi Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation // *Proceedings of 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2015) Warsaw, Poland, September 24-26, 2015 v 1 P. 28-32.*

3. Nevodovski P.V., Morozhenko A.V. Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter // Acta Astronautica. Vol. 69, Number 1 January 2009, P. 54-58.
4. Nevodovskij, P. V. “Kvantakons and optimization of their parameters for astronomical observations,” *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, Suppl, No. 1, 09/2001, pp. 283-285.
5. A. P. Vid'Machenko, and P. V. Nevodovsky, “A cooled photomultiplier with an InGaAs photocathode developed for the spectropolarimetry observations,” *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, Suppl, No. 3, 09/2000, pp. 283-285.

УДК 537.86.029

НОВІ КОНСТРУКЦІЇ МЕМС КЛЮЧІВ В ОБРОБЦІ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ С ДІАПАЗОНУ

Антоненко А. С., Гераїмчук М. Д.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
м. Київ, Україна

E-mail: ehnaton1990@gmail.com, geraimchuk@kpi.ua

Діапазон частот сантиметрових довжин хвиль, використовується для наземного і супутникового радіозв'язку. С-діапазон є одним з основних діапазонів для передачі супутникового телебачення, особливо в Північній і Південній Америці. В Україні для цих цілей використовуються частоти 3,65 – 4,15 ГГц на лінії Супутник-Земля і 5,975 – 6,475 ГГц на лінії Земля – Супутник.

Звичайні радіочастотні МЕМС ключі, по суті, є паралельні пластини конденсатора, ємність якого визначається відстанню між нерухомою нижньою пластинкою і рухомою верхньою, що на підвищенні. Електростатичне приведення в дію відбувається тоді, коли електростатична сила створюється шляхом подачі постійного струму між обкладинками конденсатора, тим самим притягує рухому частину мембрани до нерухомої. Принципові і виконавчі функції шунта ємнісного типу радіочастотного МЕМС ключа, показано на рис. 1.

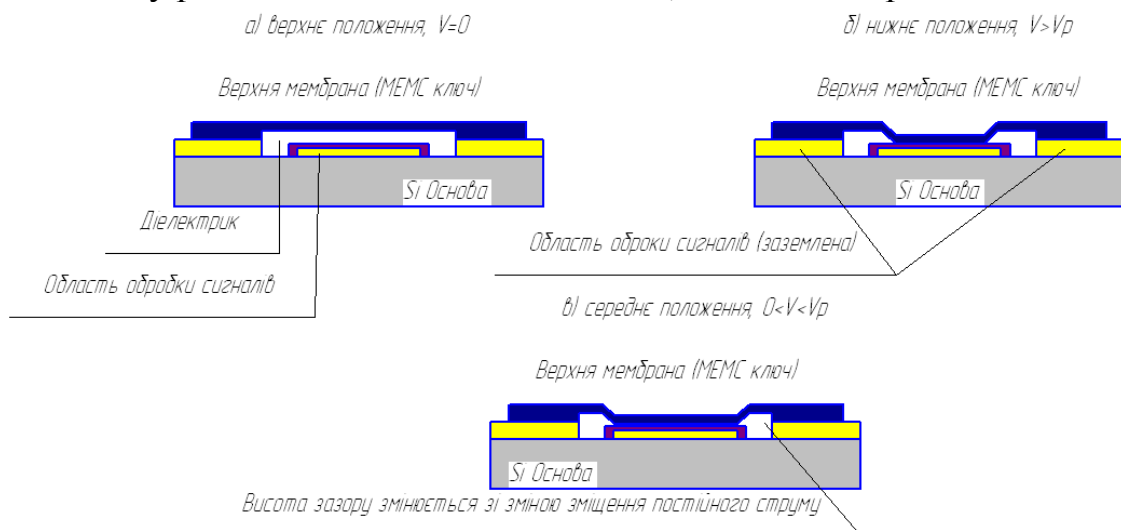


Рис. 1. Конструкція МЕМС ключа на основі кремнію

У верхньому положенні мембрани існує повітряний зазор між верхньою рухомою металевою балкою і нижньою металевою балкою. Цей повітряний зазор утворює великий імпеданс для постійного струму. При зміні прикладеної напруги постійного струму від нуля до напруги спрацювання, повітряний зазор між двома металевими балками буде також змінюватися. Це буде формувати «середній» стан і ємність комутатора буде змінюватися від зсуву постійного струму. Таким чином, МЕМС ключ діє, як перемикач.

Ключові слова: МЕМС ключ, С-діапазон.

УДК 621.317

СТАБІЛІЗАТОР ОЗБРОЄННЯ ЛЕГКОЇ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

¹⁾Безвесільна О. М., ²⁾Чепюк Л. О.

¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна, ²⁾Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, Україна
E-mail: bezvesilna@mail.ru

Сучасний стан вітчизняного виробництва легкої броньованої техніки (ЛБТ) характеризується значним підвищенням вимог до точності, швидкодії та надійності систем наведення та стабілізації озброєння, у тому числі, при експлуатації у складних умовах. Також потрібно знижувати витрати часу та коштів на технічне обслуговування техніки. Однією з ключових проблем виробництва легкоброньованих машин є проблема ресурсу конструкцій. Особливої актуальності вона набуває при наявності значного парку старіючої військової техніки.

Однак, існуючі системи стабілізації не можуть достатньо ефективно виконувати поставлені завдання. За досвідом воєнних конфліктів, найбільша частина втрат парку броньованих машин є наслідком використання малоефективних систем стабілізації озброєння.

Тому забезпечення покращення експлуатаційних характеристик систем стабілізації (СС) озброєння ЛБТ є найважливішою проблемою сучасності, вирішення якої забезпечує навігаційну безпеку України.

Стабілізатор СВУ-500 призначений для стабілізованого наведення у горизонтальній і вертикальній площинах блока озброєння виробу (БВ) при стрільбі з ходу, з місця й на плаву по наземних і повітряних цілях. Стабілізатор забезпечує:

- автоматичне наведення БВ у горизонтальній і вертикальній площинах при стрільбі по наземних цілях (режим АВТ);
- автоматичне наведення БВ у горизонтальній і вертикальній площинах з підвищеними швидкостями при стрільбі по повітряних і наземних цілях, що швидко маневрують (режим ПАВ);

- автоматичне наведення БВ у горизонтальній і вертикальній площинах на знижених швидкостях при стрільбі ПТУР (режим У);
- при взаємодії із системою керування СУО обвід елементів конструкцій виробу блоком озброєнь (режими ВВЕРХ й ВНИЗ).

Стабілізатор зберігає працездатність під дією:

- а) зміни напруги бортової мережі від 22,5В до 28,5 В;
- б) підвищеної відносної вологості повітря 98 % при температурі до +25 °С;
- в) температури довкілля від -400 °С до +500 °С (робочий діапазон), гранична мінусова температура -500 °С;

Ключові слова: стабілізатор, точність, швидкодія.

УДК 004.312

ТЕХНОЛОГИЯ ZigBee И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦИФРОВОМ ДОМЕ

Андреева Е. В.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: elvian44@gmail.com

Технология ZigBee предложена институтом IEEE специально для сетей небольшого радиуса действия. Это открытый стандарт беспроводной связи для систем сбора данных и управления, в которых не требуется высокая скорость передачи данных на большие расстояния. Здесь важнее компактность и надежность работы элементов сети в течении длительного времени от автономных источников питания (в том числе батарейного). Именно малыми энергозатратами ZigBee существенно отличается от сетей связи Wi-Fi, GSM, LTE и др.

Расцвет технологии пришёлся на 2006 год. Сегодня через 10 лет это уже наиболее продвинутая надстройка к стандарту IEEE 802.15.4. Сеть ZigBee имеет ячеистую структуру, т.е. сообщение имеет возможность двигаться от узла к узлу не только напрямую, но и через другие промежуточные узлы. Зигзагообразное движение сообщения по сети чем-то напоминает полёт пчелы (отсюда и название технологии). Ячеистая топология обеспечивает альтернативные варианты выбора маршрута к цели между узлами (сообщение не потеряется). Этим гарантируется надежность связи в случае выхода из строя того или иного звена сети. Дальность распространения сигнала обычно 30..50 м. Однако при определенных условиях (аппаратуры для ретрансляции) дальность может увеличиться до 100 м без существенных потерь в скорости.

В сети ZigBee 4 типа узлов: координатор, роутер, спящее устройство и мобильное устройство. Пропускная способность напрямую зависит от выбранной частоты. Максимальная скорость передачи 250 Кбит/с достигается в диапазоне 2,4 ГГц (16 каналов с шагом 5 МГц). Для частот 868 МГц (1 канал) и 902-

928 МГц (10 каналів з шагом 2 МГц) швидкості передачі відповідно рівні 20 Кбіт/с і 40 кбіт/с.

Слід врахувати, що безпроводні мережі короткого радіуса дії можуть взаємодіяти між собою. Спеціальне обладнання виконує функції шлюзу між різними безпроводними мережами. Наприклад, якщо система ZigBee на території цифрового дому виявила злоумышленника, то вона може зв'язатися з мережею IEEE 802.11, задіявши тим самим головний комп'ютер і охоронну службу.

Перспективи використання ZigBee в найближчі роки можна зв'язувати з наступними особливостями:

1. Безпроводне обладнання ZigBee можна об'єднувати в сучасний комплекс (наприклад, в офіс), куди увійдуть функції охорони, контролю освітлення, енергопотреблення тощо;
2. В комунальній сфері можна створювати безпроводні системи вимірювання показань різного роду лічильників;
3. В силу відкритості стандарту в доработках апаратних рішень може брати участь кожен (достатньо лише вивчити документацію);
4. Використання технологій мережі на одному кристалі може додати велику кількість цікавих рішень.

Слабким місцем технології ZigBee можна вважати проблему сумісності пристроїв від різних виробників. Тому бажано (щоб уникнути зайвих проблем) придбати компоненти системи від одного виробника, причому випущені впродовж одного тимчасового періоду.

ZigBee має розгалуження: ZigBee RF4CE (з передачею даних по радіоканалу) і ZigBee IP (з дистанційним управлінням «умної» побутової техніки). Конкурентами ZigBee сьогодні можна вважати технологію Z-Wave (також з високою топологією) і технологію Insteon (одночасна передача даних одночасно по двом каналам: провідному і безпроводному, можлива робота без центрального контролера).

Ключові слова: безпроводні мережі, цифровий дім.

УДК 621.38

СТАН РОЗВИТКУ МІКРОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ І ВІБРАЦІЙ В ЕЛЕКТРИЧНИЙ СИГНАЛ

Гераїмчук М. Д.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

E-mail: geraimchuk@kpi.ua

Відомо, що основним фактором зниження використання традиційних паливних ресурсів і покращення екологічного становища є використання і розвиток нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. До переваг нетрадиційних і від-

новлюваних джерел енергії відносять їх екологічну безпечність і можливість використання в різних місцях. Потенціалу відновлюваних джерел енергії приділяють особливу увагу всі країни, особливо після ядерної катастрофи в Японії.

Окремі країни заморожують програми з розвитку ядерної енергетики та розширюють використання відновлюваних джерел і дослідження в цій сфері. Проблема використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії в Україні є більш гострою, ніж у країнах Європи. Це пов'язано з практичною відсутністю достатніх на Україні запасів природних ресурсів (нафти, газу). Тому перехід до енергетично ефективних та екологічно чистих технологій з використанням нетрадиційних відновлюваних джерел енергії є особливо актуальним. Також згідно енергетичної стратегії розвитку України до 2030 року передбачається значне використання нетрадиційних джерел енергії. Незважаючи на те, що серед цих джерел найбільше використовується сонячна, теплова і вітрова енергетика, останніми часом активно почали розроблятися і впроваджуватися системи, основані на використанні енергії руху, коливань і вібрацій. Ці перетворювачі енергії використовуватимуться в найрізноманітніших галузях техніки і в споживчих товарах. Споживачами таких систем електричної енергії стануть як товари домашнього використання, включаючи різні види комп'ютерної техніки, електронні книжки, смартфони тощо, так і промислові, цивільні, космічні об'єкти. Таким чином побудова мікроперетворювачів на основі використання мікро і нанотехнологій дозволяє розробляти мікрогенератори електричної енергії для різних галузей народного господарства: побутової і комп'ютерної техніки, живлення приміщень, воєнної промисловості, медицини і інші.

Розвиток даного напрямку має особливо велике значення на сучасному етапі розвитку мікро і нано технологій і виробництва відповідної продукції (систем безпроводових мереж, електронних систем управління для різного призначення, для воєнної і космічної техніки і інших), яка вимагає для свого живлення генератори малої потужності (мікрорати).

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, мікро і нано системи, мікрогенератори.

УДК 681.121

МІНІМІЗАЦІЯ ВПЛИВУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПЛІВКОВОМУ ВИТРАТОМІРІ

Парнета О. З., Теплюх З. М., Ділай І. В., Кубара І.-Р. З.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

E-mail: ozpatxp@ukr.net, atxp2010@gmail.com, divlv@ukr.net, kaffakaffa32@gmail.com

Для вимірювання малих та мікровитрат (0,1 л/год...1 м³/год) газів в лабораторних умовах застосовують переважно плівковий витратомір (ПВ) непромислових виготовлення і градування, що зумовлює його низькі метрологічні (похибка на рівні 10 % і вище) та експлуатаційні характеристики, і у багатьох

випадках робить його фактично індикатором витрати, а в деяких – взагалі унеможливорює вимірювання. В той же час потенційні можливості цього методу вимірювання є доволі високими в інтервалі $10^{-5} \dots 4 (10) \text{ м}^3/\text{год}$.

На характеристики ПВ впливає багато факторів, серед яких вид і характер досліджуваного потоку газу, температура газу і довкілля, конструкція та матеріал і стан поверхні мірної трубки (МТ), вид плівкоутворюючої рідини (ПР), спосіб формування і виведення рухомої плівки (РП), метод і апаратура градування тощо. Особливе місце серед факторів впливу займають такі фізико-хімічні явища як дифузія газів у ПР і навпаки, випаровування ПР, розчинення газів у ПР, старіння РП, реагування газу (чи його компонентів) з ПР, поверхневі властивості ПР і МТ тощо. Зокрема суттєвий вплив на точність вимірювання чинять похибки від зміни форми і геометричних розмірів плівки на внутрішній поверхні МТ, що визначається в основному поверхневим натягом, густиною і в'язкістю ПР, а з другого боку також станом поверхні МТ, яка характеризується її змочуваністю і шорсткістю. У зв'язку з тим вимоги до ПР є особливими – вони доволі жорсткі: здатність утворювати міцні, відносно товсті плівки значних розмірів (наприклад діаметром $\sim 10 \text{ см}$) із тривалістю життя не менше 15 хв.; добрі змочувальні властивості; всі компоненти ПР повинні мати тиск насиченої пари принаймні на 1-2 порядки менший ніж у води; незмінність властивостей з часом; хімічна інертність та нетоксичність; мінімальна розчинність газів і малі коефіцієнти дифузії; негігроскопічність; відповідні оптичні властивості; неспінюваність; не залишати слідів на внутрішній поверхні МТ.

Зазвичай як ПР застосовують водні розчини мийних засобів, серед недоліків яких слід відзначити старіння ПР, недостатня життєздатність РП, значні проникність газів через неї та розчинність більшості газів у воді з утворенням побічних продуктів і нерозчинних залишків на внутрішній поверхні МТ, значна товщина шару ПР на внутрішніх стінках МТ, лужні властивості. Це спричиняє суттєве звуження діапазону вимірювань і появу додаткових похибок. Нами рекомендований склад ПР: етиленгліколь+синтанол+поліакриламід.

При вимірюванні витрати різних газів (наприклад H_2 , CO_2 , CH_4) доза газу під плівкою може деформуватися внаслідок трансфузії газів через РП. Похибки вимірювання витрати внаслідок лише трансфузії газів для МТ малих об'ємів складають $\sim 1 \%$. Тому для точних вимірювань процес трансфузії треба врахувати та вживати заходів щодо зменшення різниці парціальних тисків.

Обґрунтований вибір ПР та МТ, застосування генератора плівок, пристрою відведення РП, автоматичних фіксаторів положення плівки і автоматичного розрахунку витрати з врахуванням стану газу, стабілізація температури, згладження імпульсів тиску і належне градування забезпечує побудову високоточного ПВ, придатного для аналітичних вимірювань. При врахуванні розроблених нами рекомендацій загальна похибка вимірювання може не перевищувати 0,1% для газів.

Ключові слова: поверхнево активні речовини, дифузія газу в рідину, трансфузія через рідинні плівки, змочуваність поверхні, деформація дози газу.

УДК 681.2.08

ДО ЗАСТОСУВАННЯ РІДИННИХ МАНОМЕТРІВ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ТИСКУ

Симонюк В. П., Лук'янчук Ю. А., Буди Л. В.

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

E-mail: volodimir_simonyuk@ukr.net, Lukas2287@yandex.ru

Величиною, що характеризує вимірюваний тиск, для рідинних манометрів служить видимий рівень, тобто, висота стовпа рідини, який врівноважується, у скляній вимірювальній трубці. До приладів цього виду відносяться однотрубні та U-подібні манометри. Також, до числа рідинних засобів вимірювання тиску з гідростатичним зрівноваженням, відносяться поплавкові і дзвонові дифманометри.

Рідинні манометри є досить простими і точними приладами, що служать для визначення невеликих надлишкових тисків, які не перевищують 0,2 МПа. Вони знаходять широке застосування при різних видах робіт, які пов'язані із виміром тиску. У цих манометрах у якості робочої рідини використовують ртуть, дистильовану воду або етиловий спирт.

Звичайні рідинні манометри непридатні для вимірювання невеликих тисків, рівних одиницям або десятим міліметра висоти стовпчика робочої рідини, тому що при цьому похибка стає досить значною.

Для точних вимірювань невеликих тисків газу чи повітря, знаходить застосування широкий за інтервалом вимірювання рідинний мікроманометр із похилою трубкою. Цей прилад має широку металеву посудину, яка з'єднана гнучкою трубкою з вимірювальною скляною трубкою, закріпленою на міліметровій шкалі. Застосування похилої скляної трубки дозволяє підвищити точність відліку.

На точність вимірювання тиску за допомогою рідинних манометрів впливають правильність установки приладу, відлік висоти стовпчика і визначення густини робочої рідини.

Для забезпечення максимальної точності результатів вимірювання, рідинні манометри закріплюються у вертикальному положенні по рівню в місцях, які не піддаються вібрації і нагріванню, і які знаходяться якомога ближче до місця виміру тиску.

Абсолютна похибка вимірювання, що залежить від правильності відліку висоти стовпа рідини неозброєним оком, звичайно становить $\pm(0,5...1)$ мм. Застосування оптичних пристосувань (візуалізаторів) помітно зменшує цю похибку.

На даний час номенклатура рідинних засобів вимірювання тиску з гідростатичним зрівноважуванням істотно обмежена. У більшості випадків вони замінені більше удосконаленими деформаційними засобами вимірювання.

Ключові слова: тиск, вимірювання, манометри, точність.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ
РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ В УМОВАХ
ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

*Денисюк В. Ю., Лук'янчук Ю. А., Пташенчук В. В.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
E-mail: , Lukas2287@yandex.ru, ptashencuhk@i.ua*

Однією з основних умов забезпечення високої точності технологічної системи є використання автоматизованих засобів управління точністю оброблення, де контролюється динаміка перебігу процесу оброблення деталі, є можливість формування команд управління на будь-якій фазі процесу оброблення та швидке реагування на дію випадкових сторонніх чинників.

Проблема забезпечення точності деталей роликотидшипників носить комплексний характер і в умовах автоматизованого переналагоджувального виробництва повинна вирішуватись на рівнях формування конфігурації технологічної системи, під час конструкторсько-технологічної підготовки та шляхом оптимізації послідовності процесів і режимів оброблення.

Забезпечення необхідної точності готового виробу базується на дотриманні ряду принципів і методів, які передбачають послідовне неперервне відслідковування розмірних та інших взаємопов'язаних геометричних параметрів поверхонь деталей, але визначальним етапом формування результату є викінчувальні шліфувальні операції. Важлива роль відводиться метрологічним та технологічним основам точності контролю розмірів та вибору критеріїв оцінки похибки розмірів деталей підшипників, тобто конкретизації рівня мети, що повинна бути досягнута в кінцевому результаті.

Дослідженню підлягають динамічні характеристики технічного оснащення та динаміка перебігу процесів оброблення деталей підшипників, які суттєво впливають на ефективність роботи систем автоматизованого управління точністю оброблення і, відповідно, на кінцевий результат.

Вирішення проблеми забезпечення точності оброблення здійснено шляхом використання методології САПР. Процес отримання заданої точності оброблення пов'язаний з управлінням і регулюванням, тобто включає зворотні зв'язки, які враховувались в математичній моделі для забезпечення адаптивності вказаної системи.

Оптимальний варіант вирішення проблеми було досягнуто за результатами порівняння розглянутих теоретичних положень і, на їх основі створеної математичної моделі, з даними експериментальних досліджень, проведеними у виробничих умовах підшипникового заводу АТ “СКФ Україна”.

Ключові слова: технологічна система, точність, роликотидшипник, оптимізація, контроль.

ЖОРСТКІСТЬ АМОРТИЗАТОРІВ СИСТЕМИ УДАРО- І ВІБРОЗАХИСТУ СТАБІЛІЗАТОРА ОЗБРОЄННЯ ЛЕГКОЇ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

¹⁾Безвесільна О. М., ¹⁾Киричук Ю. В., ²⁾Ткачук А. Г.

¹⁾ Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна, ²⁾ Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир,
Україна

E-mail: bezvesilna@mail.ru, kirichuky@gmail.com, andrew_tkachuk@i.ua

Система ударо- і віброзахисту (СУВ) сьогодні повинна мати високі метрологічні характеристики: високу точність позиціонування навігаційного комплексу (НК) легкої броньованої техніки; обмежену амплітуду коливань системи стабілізації (СС) при заданому рівні максимального прискорення ізольованого тіла при одиночних ударах високого рівня; обмежену амплітуду коливань при заданому максимальному прискоренні руху ізольованого тіла при вібраціях; відсутність статичної зони застою поблизу положення рівноваги.

Проведено статичний розрахунок СУВ, що складається з трьох амортизаторів, закріплених симетрично щодо осі ОУ. Позначивши вагу НС через P , одержимо наступні значення навантажень P_{AZ} , P_{BZ} , P_{CZ} , що діють на амортизатори, які встановлені в точках А, В, С відповідно, до яких діють по осі ОZ:

$$P_{AZ} = \frac{ON}{ON + OA} P = \frac{52}{52 + 108} P = \rho_1 P,$$
$$P_{BZ} = P_{CZ} = \frac{OA}{2(ON + OA)} P = \frac{108}{2(52 + 108)} P = \rho_2 P, \quad (1)$$

де $\rho_1 = \frac{ON}{ON + OA} = 0,325$; $\rho_2 = \frac{OA}{2(ON + OA)} = 0,338$, ON , OA – відстані до центру мас.

З метою уникнення кутових перекосів переміщення амортизаторів уздовж осі ОZ мають бути однакові: $d_{AZ} = d_{BZ} = d_{CZ} = d$. У цьому випадку жорсткості амортизаторів:

$$C_{AZ} = \frac{P_{AZ}}{\delta_Z} = \rho_1 \frac{P}{\delta_Z}; \quad C_{BZ} = C_{CZ} = \frac{P_{CZ}}{\delta_Z} = \rho_2 \frac{P}{\delta_Z} = \lambda C_{AZ},$$

де $\lambda = \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,366$; ρ_1 , ρ_2 – коефіцієнти.

Отже, сумарна жорсткість амортизаторів:

$$C_{OZ} = C_{AZ} + C_{BZ} + C_{CZ} = (1 + 2\lambda) C_{AZ}. \quad (2)$$

Ключові слова: стабілізатор, точність, амортизатор.

ЦИФРОВЫЕ КАМЕРЫ И ПОСТРОЕНИЕ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Андреева Е. В.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: elvian44@gmail.com

Бурное развитие компьютерных технологий сегодня несколько снижает актуальность аналоговых систем видеонаблюдения и повышает востребованность IP-видеонаблюдения. Долгое время видеонаблюдение развивалось в рамках аналоговых систем. При этом разрешающая способность выросла от 330 ТВЛ в начале до 800 ТВЛ сегодня. В большинстве охранных систем сегодня успешно работают видеокамеры 600-800 ТВЛ, имея ряд преимуществ перед IP-камерами.

Первые цифровые IP-камеры с матрицами менее 1 мегапикселя и разрешением (704x576) не могли составить конкуренцию надёжно работающим аналоговым системам видеонаблюдения. Однако сегодня уже используются цифровые камеры с 3- и 5-мегапиксельными матрицами. Даже появились модели с разрешением 20 мегапикселей. Цифровые видеокамеры обеспечивают передачу видеопотока в цифровом формате по сети Ethernet и Token Ring, использующей протокол IP. Основное отличие от аналоговых камер – отсутствие промежуточных преобразований, т.е. после получения видеокadra с ПЗС (CCD англ.) - или КМОП (CMOS англ.) – матриц изображение остаётся цифровым вплоть до отображения на мониторе.

При модернизации уже работающих систем видеонаблюдения возникают проблемы обновления оборудования. На помощь приходит компромиссное решение, т.е. построение гибридной системы видеонаблюдения. Применение гибридного варианта позволяет оставить часть оборудования от аналоговых систем видеонаблюдения (например, 704x576), но в местах, где необходима более высокая детализация, установить сетевые IP-камеры с высоким разрешением. Такой подход позволяет создавать гибкие и экономичные системы, получая при этом выигрыш в функциональности.

Расширенный гибридный вариант позволяет получать ряд преимуществ и при построении новых охранных систем, поскольку удачно сочетает в себе все лучшее аналоговых и IP-камер. В системе видеонаблюдения появляются встроенные функции видеоаналитики, возможность настройки работы через специализированный бесплатный «облачный сервис» Tescar Cloud, обеспечивается поддержка высокого разрешения видеозаписи в реальном времени – стандарт 960Н для аналогового сигнала и 1080р для цифрового. При этом можно обеспечить поддержку высокой суммарной ёмкости устройств хранения данных – до 12 ТБ, а также синхронную запись видео и звукового сигнала.

Китайские специалисты предложили в своих IP-камерах Vstarcam интересный подход при передаче данных по интернету на основе технологии peer-to-

peer (P2P), которая основана на идентификации камеры на удалённом сервере по её уникальному номеру (UID). Удаленный сервер позволяет в качестве посредника связать пользователя и IP-камеру напрямую (без статического IP-адреса). Технология P2P является наиболее совершенной для использования в решениях для удалённого видеонаблюдения, т.е. IP-камеры с поддержкой P2P – это всегда легкая настройка без статического IP-адреса.

Внимания разработчиков сегодня заслуживает продукция торговой марки Polyvision (гибридные видеореєстраторы серии WD). Интересна продукция линейки “Hybrid”, которая гарантирует высокое качество видеонаблюдения с использованием планшета, мобильного телефона или коммуникатора на платформе Android, iOS, Windows Mobile. Привлекает возможность просмотра “живого” видео онлайн через облако IPЕYE (почти бесплатно для любого количества видеокамер).

Ключевые слова: охранные системы, камеры видеонаблюдения.

УДК 621.384.3

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЕОКАМЕР ДЛЯ СИСТЕМ ПРИХОВАНОГО ВІДЕОНАГЛЯДУ

Андрєєва О. В., Нечай С. О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

E-mail: elvian44@gmail.com, prilad@ukr.net

Основним елементом сучасної камери відеонагляду є світлочутлива матриця. Якість її роботи характеризують загальною кількістю комірок, що передають дані про освітленість та колір пікселів. Розмір матриці прийнято вимірювати по діагоналі в дюймах. Слід зазначити, що розмір ПЗЗ матриці ще не гарантує високе сприйняття. Чим менше розмір матриці, тим менше її чутливість з причини малої площі пікселів. При цьому збільшується рівень шумів та погіршується якість зображення. Оптимальним варіантом прийнято вважати показник 1/3 дюйма. На основі таких матриць деякі фірми випускають надмініатюрні камери для систем відеонагляду.

Розмір матриці також дуже важливий при визначенні кута зору камери. При однаковій фокусній відстані об'єктива камера з матрицею 1/2 дюйма має більший кут зору, ніж камера з матрицею 1/3 дюйма.

Для прихованого відеонагляду можна користуватись мініатюрними безкорпусними камерами з об'єктивом 1-2 мм «pin-hole». Їх зручно розташовувати у дверях, щілинах, кутах. Побачити ці камери практично неможливо.

Роздільну здатність камери нагляду часто вказують в телевізійних параметрах: це максимальне число вертикальних ліній, що камера здатна передати, характеризує деталізацію рисунка. Звичайні камери мають здатність 380-420 ТВЛ.

Можна також використовувати камери з більш високими можливостями (від 600 ТВЛ).

Сучасні матриці являють собою спеціалізовані чіпи для зняття зображення. Їх випускають такі світові лідери, як Sony, Kodak, Canon, Fuji та інші. ПЗЗ матриці випускають також і російські виробники (наприклад, ЗАТ «НПП Елар», Санкт-Петербург).

При розробці охоронних комплексів можна використовувати і камери, що виконані по технології четвертого покоління з повноформатними ПЗЗ датчиками (розмір пікселей 6 мкм). Наприклад, роздільна здатність ПЗЗ датчика КАФ-50100 фірми Kodak складає 8176 x 6132 пікселя при розмірі датчика 48 x 36 мм.

Корпорація Sony планує розширювати лінійку матриць технології «Effio» 960H зі збільшеною роздільною здатністю 700 ТВЛ. Нові процесори Sony і нові ПЗЗ матриці 960H забезпечують також відмінні показники сигнал/шум, більш глибоку і чітку передачу кольору. Це новий рівень ССТV для аналогових камер відеонагляду.

Альтернативою ПЗЗ матрицям є так звані КМОН датчики (компліментарні метал-оксид-напівпровідник), що об'єднують в одному кристалі і світлочутливу матрицю, і пристрій повної обробки аналогових сигналів.

Якість роботи системи прихованого відеонагляду закладається вже на етапі вибору камери відповідно до її параметрів та особливостям встановлення на об'єкті та допустимим матеріальним витратам.

Ключові слова: камери, прихований відеонагляд.

УДК 531.383

МЕТОДИКА УСЕРЕДНЕННЯ ДАНИХ ПРИ АВІАЦІЙНИХ ГРАВІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАННЯХ

Литвиненко П. Л., Нечай С. О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

E-mail: p.litvinenko@bk.ru, prilad@ukr.net

Достовірність інформації одержуваної при авіаційних гравіметричних вимірах (АГВ) залежить від правильності вибору інтервалів часу усереднення відповідних параметрів.

Усереднення вихідної інформації гравіметра необхідно проводити за можливе коротші інтервали часу, що визначається в кожному конкретному випадку, як інерційністю самого гравіметра, так і швидкістю польоту і необхідною масштабістю зйомки.

Як відомо, збільшення інтервалу усереднення понад двох хвилин навіть при мінімальних швидкостях польоту літака веде до отримання сильно згладжених результатів вимірювань. Зменшення ж інтервалів усереднення веде до посилен-

ня вимог до точності визначення відповідних параметрів польоту, яка може перевищити реально досяжну.

Аналіз характеру зміни окремих параметрів, що визначають результат вимірювань, дозволяє встановити необхідні для них інтервали усереднення.

Поправка Етвеша залежить від зміни швидкості, курсу і географічної широти польоту. Так як АГВ проводяться в умовах практично рівномірного прямолінійного польоту, то можна вважати швидкість і курс постійними. Тоді час усереднення поправки Етвеша буде в основному визначатися швидкістю зміни широти. Очевидно, що остання буде різною залежно від напрямку польоту (курсу) і мати найбільше значення при русі уздовж меридіана.

Розрахунки показують, що для досягнення точності вимірювання порядку 1мГал широту необхідно визначати з точністю близько однієї кутової хвилини. При цьому максимальний час усереднення зміни широти, а відповідно і поправки Етвеша складе близько 30 с.

Поправка за висоту визначається характером змін висоти і географічної широти польоту. З огляду на умови проведення АГВ, можна вважати висоту постійною. Тоді час усереднення поправки за висоту буде в основному визначатися характером зміни широти. Це дозволяє прийняти час усереднення поправки за висоту таким же, як і для поправки Етвеша, тобто 30 с.

Отже, усереднення параметрів, що входять у вирази для визначення поправки Етвеша та поправка за висоту (швидкості, курсу, висоти), необхідно проводити за такі ж проміжки часу.

Отримання результуючих даних про аномалію прискорення сили тяжіння проводиться інтерполяційними методами.

Ключові слова: гравіметричні вимірювання, усереднення результатів вимірювань.

УДК 004.3

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ МІКРОПРОЦЕСОРІВ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

Хазанович Ю. Ю. Гераїмчук М. Д.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”

м. Київ, Україна

E-mail: ykvaderii@gmail.com, geraimchuk@kpi.ua

В останні роки окремі компанії та дослідники штучного інтелекту активно працюють над розробкою архітектур мікропроцесорів зі штучним інтелектом. Так, у 2013 році компанією Qualcomm був презентований процесор Zeroth, який характеризується здатністю до самонавчання: бачити і сприймати світ, як це роблять люди, тобто імітує людське сприйняття команд та здатний до саморозвитку, як мозок людини. Замість, попередньо заданих, поведінок і результатів з великою кількістю рядків коду, було розроблено набір програмних інструментів, що дозволяють пристрою дізнатися, як потрібно рухатись, аналізуючи

положення в навколишньому середовищі, тощо. Ці дослідження базуються на нейронних мережах. Так відомо, що неврологи створили математичні моделі, які точно характеризують поведінку біологічних нейронів, під час передачі, прийому або обробки інформації. Нейрони посиляють через деякий проміжок часу електричні імпульси, тільки тоді, коли певний поріг напруги в мембрані біологічної клітини буде досягнутий. Тому цими нейронними мережами кодуються і передаються дані так само, як мозок людини збирає інформацію з навколишнього середовища і обробляє[1].

Наступний приклад розвитку процесора зі штучним інтелектом: для просування веб-сервісу з підтримкою машинного навчання, компанія NVIDIA в кінці 2015 року випустила відеокарти Tesla M40/M4. Продукти NVIDIA базуються на основі двох потужних прискорювачів. Модель Tesla M40 визнана найпотужнішим у світі прискорювачем для глибинного навчання нейронних мереж.[2].

Також групі вчених з Університету Іллінойсу в Чикаго і дослідникам штучного інтелекту (ШІ) з Угорщини на базі відкритого проекту системи ConceptNet, підтримуваного Массачусетським технологічним інститутом, в результаті експериментів і вивчення можливостей ШІ вдалося побудувати апарат, який проходить тест IQ на рівні чотирирічного дитя. Дослідники використовували систему тестування WPPSI-III, яка включає 14 підтекстів і націлена на дітей віком від 2,5 до 7 років. Але на думку авторитетного дослідника з IBM Вінфріда Вілка, технології фірми Numenta [2] найбільш наближені до реальних алгоритмів роботи людського мозку в порівнянні з конкурентами.

Таким чином на сьогодні спостерігається постійне зростання обчислювальної потужності комп'ютерів, але це не означає появи в них ШІ.

Ключові слова: мікропроцесори, штучний інтелект.

Література

1. <http://4pda.ru/2013/10/15/119405>.
2. <http://www.3dnews.ru/923363>
3. <http://4pda.ru/2015/04/09/213360>

УДК 621.317

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ У ПОТОЦІ БІОПАЛИВА, ЩО ПРОХОДИТЬ ЧЕРЕЗ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИЙ ВИТРАТОМІР

Безвесільна О. М., Нечай С. О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”
м. Київ, Україна*

E-mail: bezvesilna@mail.ru, prilad@ukr.net

У лабораторіях кафедри приладобудування НТУУ «КПІ» розроблено новий високоточний термоанемометричний витратомір (ТАВ) для підвищення точності визначення витрати моторного палива. Розраховано нову математичну модель температурного поля у потоці біопалива, що проходить через ТАВ, вра-

ховано суттєві особливості: тепловий вплив нагрівача має постійну потужність; термоперетворювачі розташовано уздовж осі потоку біопалива; розглянуто як ламінарний, так і турбулентний режими течії біопалива; діапазон зміни початкової температури біопалива при експлуатації ТАВ може бути широким, тому введено корекцію ТАВ з урахуванням цієї зміни температури.

Представимо щільність теплового потоку у вигляді закону Ньютона:

$$q = \alpha_{МП} \Delta T, \quad (1)$$

де ΔT – перепад температур між поверхнею і навколишнім середовищем;
 $\alpha_{МП}$ – коефіцієнт конвективної тепловіддачі моторного палива.

Отримано рівняння, що характеризує тепловий потік біопалива у нерухомому середовищі біопалива за рахунок його теплопровідності. Тепловий потік біопалива:

$$Q = -\lambda_{МП} A \frac{dT}{dR} = -\lambda_{МП} 4\pi R^2 \left(-\frac{R_H}{R^2}\right) (T_{МП0} - T_H) = 4\pi \lambda_{МП} R_H (T_{МП0} - T_H), \quad (2)$$

де $\lambda_{МП}$ – в'язкість біопалива; T_H – температура на поверхні нагрівача, $T_{МП0}$ – початкова температура моторного палива (біопалива); R_H , S_H – радіус та площа теплового потоку відповідно.

Тепловий потік до середини радіусом R_H та площею поверхні S_H можна обчислити: $Q = q \cdot S_H = 4\pi R_H^2 (T_{МП0} - T_H)$. Порівнюючи (1) і (2), отримуємо: $\alpha_{МП} = \lambda_{МП} / R_H$. Отримано вираз для розрахунку температури нагрівача при русі біопалива при $V_n = const$:

$$T_H = T_{МП0} + \frac{P_{дж}}{\pi \ell_H \cdot K_1} \cdot \left(\frac{\pi \nu_{МП} \cdot d_{тр}}{4W_{МП}} \right)^{K_2} \cdot (\mu_{МП} \cdot C_{МП})^{-K_3} \cdot (\lambda_{МП})^{1-K_3}, \quad (3)$$

де $P_{дж}$ – потужність нагрівача; $\mu_{МП}$ – коефіцієнт динамічної в'язкості біопалива; $C_{МП}$ – теплоємність біопалива; $d_{тр}$ – діаметр трубки ТАВ; $W_{МП}$ – об'ємна витрата біопалива; $K_1 = K_2 = 0,5$; ℓ_H – довжина дроту.

Ключові слова: витратомір, біопаливо.

УДК 681.518.2 (043.2)

СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ ELITE KEYLOGGER

Коваленко Ю. Б.

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

E-mail: yleejulee22@gmail.com

Keylogger – це програмний продукт (модуль) або апаратний пристрій, що реєструє кожне натиснення на клавішу клавіатури комп'ютера.

Розглянемо структурну схему системи elite keylogger (рис. 1), вона складається з підсистема I-го рівня «Підключення до стоку і передача даних» складає

перший етап роботи програми, який полягає у підключенні програми до стоку даних, а також визначає шляхи їх передачі.

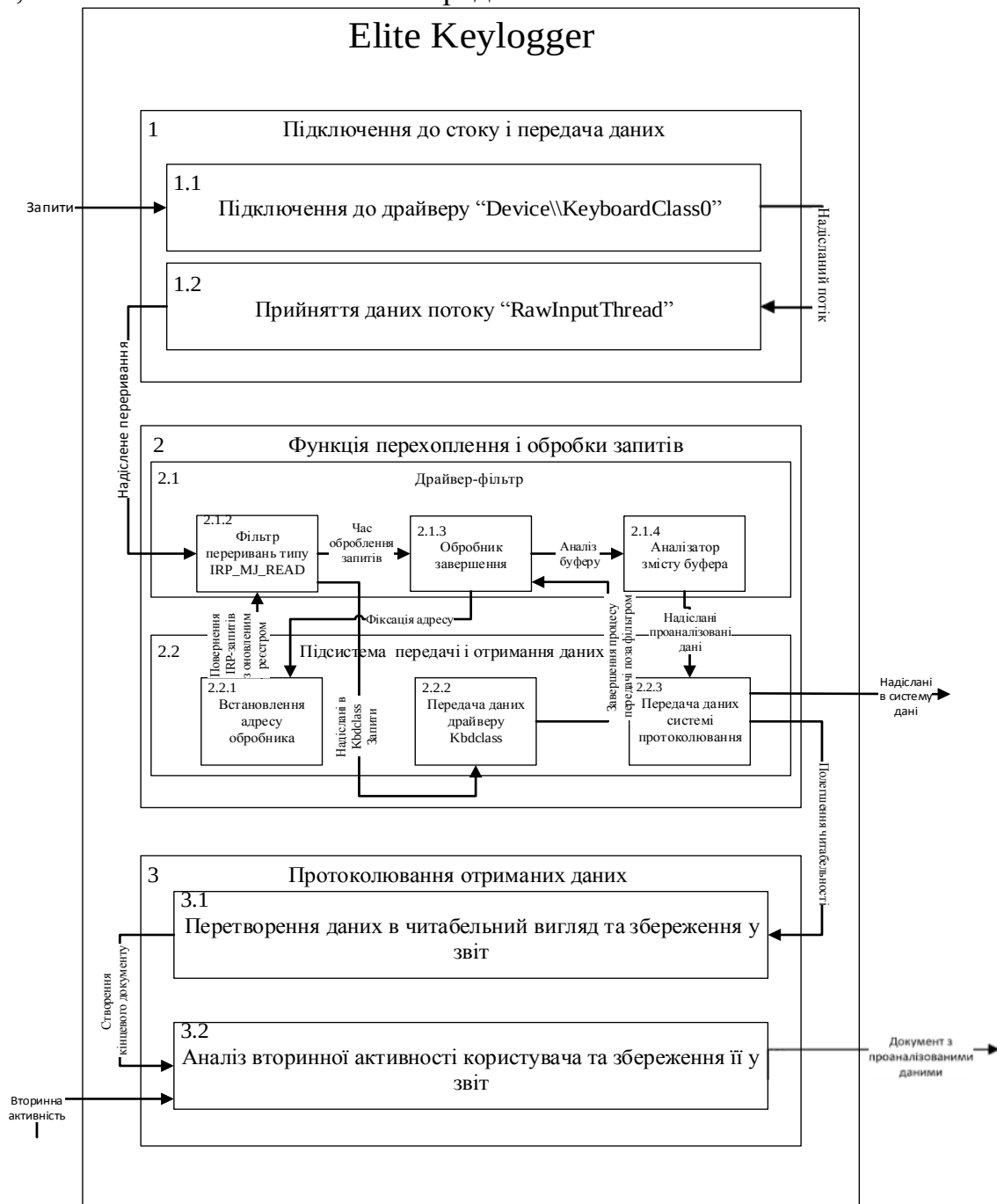


Рис. 1. Структурна схема системи elite keylogger

Вона складається із двох підсистем II-го рівня:

- підключення до драйверу “Device\\KeyboardClass0”, що відповідає за локалізацію і підключення до драйверу задля отримання подальших даних;
- прийняття даних потоку “RawInputThread” відповідає за локалізацію і прийняття IRP-запитів;

Друга підсистема I-го рівня «Функція перехоплення і обробки запитів» відповідає безпосередньо за перехоплення запитів, а також подальший їх аналіз, складається із двох підсистем II-го рівня:

- драйвер-фільтр, який установлює свій обробник завершення за допомогою функції IoSet Completion Routine;
- підсистема передачі і отримання даних, відповідає за передачу IRP по даних адресу, повертає по заданому адресу IRP до обробника завершення.

Підсистема передачі і отримання даних складається із трьох підсистем III-го рівня:

- Встановлення адресу обробника, встановлює адресу по якому викликається обробник завершення.
- Передача даних драйверу Kbdclass, передає IRP драйверу Kbdclass.
- Передача даних системі протоколювання, передає проаналізовані дані системі протоколювання.

Драйвер-фільтр складається із трьох підсистем III-го рівня:

- Фільтр переривань типу IRP_MJ_READ, фільтрує всі IRP на наявність IRP_MJ_READ.
- Обробник завершення, при виникненні клавіатурних подій, ставить час на завершення IRP-запитів.
- Аналізатор змісту буфера, аналізує IRP_MJ_READ і на виході виводить набрані клавіші.

Третя підсистема I-го рівня «Протоколювання отриманих даних», відповідає безпосередньо за створення документованого протоколу, складається із двох підсистем II-го рівня:

- Перетворення даних в читабельний вигляд та збереження у звіт, яка відповідає за аналіз отриманого клавіатурного набору.

Аналіз вторинної активності користувача та збереження її у звіт згруповує всю вторинну активність користувача у документований вигляд.

Ключові слова: Keylogger, структурна схема системи, аналізатор змісту буфера, драйвер Kbdclass.

УДК 536.531

ТЕРМОАНЕМОМЕТР НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ

Воронов С. А., Генкин А. М., Братусь Т. И., Родионов В. Н.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: s.voronov@kpi.ua, genkin_a@ukr.net, v.rodionov@kpi.ua

На основе поликристаллического карбида кремния, легированного бором разработаны термоанемометры, состоящие из двух идентичных термосопро-

тивлений (датчика температури і датчика швидкості) з температурною залежністю, апроксимованою виразом

$$R = R_0 \exp - \frac{B}{T} \text{ з постійною } B = 2800 - 3000.$$

Температурний коефіцієнт опору змінюється від 3,3% град⁻¹ при T = 300K до 0,8% град⁻¹ при 600K. Точність апроксимації можна підвищити вибором більш вузького температурного інтервалу вимірювання.

Датчики швидкості і температури виконані з одного полікристалічного блоку і близькі по опору з точністю до 1%.

Постійна в часі релаксація сигналу анемометра симетрична відносно наростання і спада і становить для датчиків з розмірами 0,2×1×1 мм в повітряному середовищі до 10 с. На зразки нанесені контактні площадки, до яких приварені платинові виводи, що дозволяють працювати до температури 1000K.

Проведено градуировку приладу в аеродинамічній трубі з допомогою чашечного анемометра в діапазоні швидкостей 0,1 – 12 м/с. Проведено дослідження полів температур і швидкостей конвективних потоків повітря, створюваних нагрітою пластинкою. Результати показали, що точність вимірювання температури термоанемометром становить 0,1°C і швидкості потоку 0,1м/с з просторовим розрешенням 2 мм.

Перевагами даних термоанемометрів порівняно з іншими напівпровідниковими аналогами на основі карбіда кремнію є: більш низькі (на кілька сот градусів) температури отримання полікристалічного матеріалу; в технології виготовлення приладу відсутні операції створення епітаксціальних шарів, фотолітографії, травлення в плавиковій кислоті, що значно знижує вартість приладу.

Ключові слова: анемометрія, полікристалічний карбід кремнію, напівпровідникові термоспротивлення, температурний коефіцієнт опору.

УДК 62-523.8

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБОК ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ МУЛЬТИРОТОРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Дубінець В. І., Томащук В. А.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”

м. Київ, Україна

E-mail: vidubinets@ukr.net, feliss_trollolo@ukr.net

Роботизовані безпілотні літальні апарати (дрони) – одна з головних тенденцій розвитку робототехніки сьогодні. Вже зараз ринок пропонує чимало моделей: від потужних октокоптерів з вісьмома роторами до більш простих – три- та квадрокоптерів. Американське Федеральне управління цивільної авіації (Federal

Aviation Administration) припускає, що до 2020 року в повітряному просторі США постійно перебуватиме близько 15000 безпілотних літальних апаратів (БЛА).

Процес керування БЛА супроводжується неминучим його відхиленням від необхідного положення в просторі. Виникнення таких відхилень обумовлюється неоднорідністю навколишнього середовища, змінами положення центра ваги літального апарату та ін.

Тому стабілізація мультироторних БЛА и оптимізація параметрів системи є головним завданням. Для вирішення завдань стабілізації необхідно:

- з'ясувати причини відхилення БЛА від заданого режиму польоту;
- вивчити способи усунення цих відхилень, тобто способів стабілізації БЛА;
- дослідити можливості автоматизації процесів стабілізації;
- вибрати найбільш раціональні компоненти стабілізуючих каналів;
- визначити основні конструктивні параметри системи автоматичної стабілізації.

Для дослідження був вибраний трьохроторний літальний апарат, конструкція якого складається з трьох несучих гвинтів, що розташовані радіально від центру маси апарату. Один з гвинтів розташований на поворотному вузлі (керуючим сервопривідом) для забезпечення керування та стабілізацією по курсу (рисканню). Перевагою такої схеми є: підвищена маневреність відносно осі рискання; менша вага, вартість та енергоспоживання; більша відстань між передніми роторами, що дозволяє вільно розмістити фото- відеокамеру.

Для вирішення задачі стабілізації застосовуються безплатформні інерціальні навігаційні системи (ІНС) які мають у своєму складі акселерометри і датчики кутової швидкості (гіроскопи або пари акселерометрів, що вимірюють доцентроване прискорення). Але при застосуванні ІНС існують проблеми з точки зору точності алгоритмів визначення кутової орієнтації. Застосовані в системах вимірів кутів сенсори володіють рядом недоліків: показання акселерометрів чутливі до високочастотних вібрацій, обумовлених роботою тягових двигунів і до прискореного руху конструкції БЛА, а інтегрування показань гіроскопів накопичує похибку, що спричиняє дрейф нуля.

Отже, необхідно знайти способи покращення параметрів стабілізації трьохроторного літального апарату, знайти параметри, які можуть її оптимізувати, а також знайти методи та алгоритми, які забезпечать якісне вимірювання кутів нахилу апарату. Запропоновано підхід до організації забезпечення якості параметрів системи стабілізації трьохроторного літального апарату та заснований на:

- 1) побудові математичної моделі апарату на основі аналізу та синтезу відомих закордонних та вітчизняних рішень;
- 2) дослідженні математичної моделі за допомогою ЕОМ;
- 3) виявленні параметрів елементів та пристроїв які впливають на перехідний процес і знайти їх оптимальні значення;
- 4) програмі керування апаратом яка здатна отримувати керуючі сигнали з приймача, змінювати швидкості обертання несучих гвинтів, зчитувати показан-

ня сенсорів, встановлених на платі керування та розраховувати поправочні сигнали;

5) алгоритмі для відновлення значень кутів апарату щодо центру маси (крен, тангаж);

6) алгоритмі фільтрації показань сенсорів;

7) створенні дослідницького зразку з параметрами, які були знайдені при моделюванні на ЕОМ та натурних випробуваннях;

8) аналізі отриманих результатів та рекомендаціях.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, дрони, навігаційні системи, системи стабілізації.

УДК 62-523.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ МУЛЬТИРОТОРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Дубінець В. І., Томащук В. А.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”
м. Київ, Україна*

E-mail: vidubinets@ukr.net, feliss_trollolo@ukr.net

Динамічну модель трьохроторного літального апарату визначимо з допущенням, що тіло є локально ізольованим від зовнішніх факторів крім гравітації Землі. Для складання математичного опису апарату визначені дві системи координат: глобальну G , відносно Землі та локальну B , відносно апарату. Розглядається схема трьохроторного літального апарату і визначені розподіл сил, моментів та умовних реакцій опор Ra_i , діючих на об'єкт.

Динамічна модель апарату може бути виражена диференціальним рівнянням:

$$\dot{X} = f(X, U),$$

де X – вектор стану апарату в просторі; U – вхідний вектор.

Вектор стану апарату в просторі визначимо як:

$$X = [(x^G, y^G, z^G)^T, (V_x^G, V_y^G, V_z^G)^T, (\phi^G, \theta^G, \psi^G)^T, (\omega_\phi^B, \omega_\theta^B, \omega_\psi^B)^T]^T.$$

Вхідний вектор U включає в собі параметри

$$U = [f_1, f_2, f_3, \alpha]^T,$$

де α – коефіцієнт тяги гвинта;

f_i – частота обертів гвинта.

Математична модель трьохроторного літального апарату складається з системи рівнянь, які описують динаміку даного об'єкту.

Керування положенням апарату (крім керуванням висоти) здійснюється за допомогою зміни напрямку загального вектору тяги та зовнішнього моменту і підтримуються за допомогою 4х-PID регуляторів, що керують трьома елек-

тричними двигунами та сервопривідом, тим самим контролюючи крен, тангаж, ристання та висоту.

Досліджені різні типи гвинтів, знайдено їх динамічні характеристики (коефіцієнт тяги, коефіцієнт потужності в залежності від частоти обертання) і вибрані оптимальні варіанти. Для фільтрації сигналів використаємо комплементарний фільтр. За допомогою динамометру було знайдено умовні реакції опор та необхідні частоти обертання гвинтів для зрівноваження системи в повітрі.

Дослідницький зразок трьохроторного літального апарату включав в собі наступні компоненти системи: мікроконтролер ATmega, цифрова платформа, що включає в собі 3-х осьовий гіроскоп та 3-х осьовий акселерометр; цифровий 3-х осьовий магнітометр (компас), цифровий датчик тиску.

Ключові слова: мультикоптер, математична модель.

УДК 681.518

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ

Никитин А. К.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
г. Киев, Украина*

E-mail: vargin_@ukr.net

При конструировании деталей возникает необходимость осуществлять выбор:

- материала;
- термической обработки;
- шероховатости поверхностей;
- предельных отклонений размеров;
- покрытий;
- предельных отклонений формы к расположению поверхностей.

Ответы на поставленные вопросы конструкторы находят либо в своей памяти – при наличии достаточного опыта практической работы, либо в справочной литературе и нормативных документах. Нередко выбор одного параметра предполагает сочетание нескольких влияющих факторов.

Целью настоящей работы является составление баз параметров, критериев, условий эксплуатации и разработка информационной системы определения исходных параметров на чертеже детали.

В качестве критериев, определяющих выбор параметров детали выделяем:

- назначение детали;
- масса детали;
- жесткость;
- прочностные характеристики;
- характер нагрузки;

- условия эксплуатации;
- стоимость материала;
- дефицитность материала;
- обрабатываемость материала;
- коррозионная стойкость;
- пластичность;
- свариваемость;
- конфигурация детали;
- материал соприкасаемой детали;
- требования к внешнему виду;
- условие размещения изделия куда входит деталь (в закрытом помещении с отоплением; в закрытом помещении без отопления; под навесом; на открытом воздухе);

Правильный выбор параметров деталей определяет надежность и работоспособность всего изделия.

Ключевые слова: конструирование деталей, параметры деталей.