

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

УДК 624.072.3

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ НАВІГАЦІЙНИХ
СИСТЕМ

Киричук Ю. В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: kirichuky@gmail.com

Від точності попередньої виставки чутливих елементів (акселерометрів, гравіметрів та інших) прецизійних навігаційних систем (НС) сучасних рухомих об'єктів великим чином залежить точність вимірювань таких механічних параметрів НС, як широта, довгота, швидкість, курс та інші.

Аналіз досліджень та публікацій у галузі високоточних кутових вимірювань показав, що точність відомих засобів для вимірювань кута не є достатніми [1]. ЦКБ «Арсенал» разом з лабораторією наукових досліджень та вимірювальних перетворювачів кафедри приладобудування КПІ ім. Ігоря Сікорського при безпосередній участі автора розроблено високоточний, повністю автоматизований кутомірний пристрій (0,3"), описаний в [2]; [4].

З аналізу літератури видно, що існують методи дослідження похибок вимірювачів кута з візуальним наведенням та відліком [2]; [4]; [5] для неавтоматизованих та півавтоматизованих вимірювачів кута. Проте, з появою нового автоматизованого вимірювача кута [2] з потужними обчислювальними засобами, виникає необхідність розроблення нового методу дослідження похибок цього вимірювача кута.

Мета даного дослідження є розробити метод дослідження похибок вимірювання кутів за допомогою нового вимірювача кута з кільцевим лазером.

Задачі даного дослідження:

- розробити програму оброблення результатів експериментів щодо дослідження похибки нового вимірювача кута;
- розглянути деякі перспективні засоби для високоточних вимірювань кутів.

В результаті проведених досліджень отримано такі нові результати:

- розроблено новий метод дослідження похибок вимірювання кутів за допомогою нового автоматизованого вимірювача кутів з кільцевим лазером;
- розроблено нову програму обробки результатів експериментів щодо дослідженню похибки нового вимірювача кутів;

- запропоновано нові схемні рішення підвищення точності вимірювань кутів.

Ключові слова: вимірювання кутів, навігаційні системи, похибка.

Література

- [1] В. А. Бесекерский, Е. А. Фабрикант, *Динамический синтез систем гироскопической стабилизации*. Ленинград, СССР: Судостроение, 1968.
- [2] О. М. Безвесільна, С. С. Ткаченко, Ю. В. Киричук, Н. В. Гнатейко, “Спосіб вимірювання аномалій прискорень сили тяжіння”, Патент на корисну модель №45567 від 10.11.09 р. за заявкою № u 2009 07765 від 23.07.2009.
- [3] О. М. Безвесільна, Ю. В. Киричук, В. П. Квасніков та ін. “Пошуки шляхів підвищення точності автоматичних кутівимірювальних засобів”, Звіт ІНДРК 2433-Ф, номер держреєстрації 01000U000894, код КВНТД І.2 12.11.01, УДК 681.2 УК: 2002.
- [4] О. М. Безвесільна, Ю. В. Киричук, *Технологічні вимірювання та прилади. Перетворюючі пристрої приладів та комп'ютеризованих систем. Навчальний посібник*. Житомир, Україна: Видавництво ЖДТУ з грифом ЖДТУ, 2008.
- [5] О. М. Безвесільна, *Пошуки шляхів підвищення точності автоматичних кутівимірювальних засобів: монографія*. Житомир, Україна: ЖДТУ, 2010.

УДК 621.317.7

П'ЄЗОКЕРАМІЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ТИСКУ

Безвесільна О. М., Котляр С. С.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: o.bezvesilna@gmail.com, s.tkachenko@kpi.ua

Сучасні перетворювачі тиску - п'єзорезистивні датчики тиску, що представляють собою кремнієвий чіп з інтегрованою електронікою. П'єзорезистивний ефект полягає в залежності опору матеріалу від величини її деформації.

Монолітний мікродатчик тиску складається з двох основних елементів: діафрагми і детектора. Діафрагма виконується у вигляді мембрани або пластини з кремнію і сприймає дією тиску. Детектора або реєстратор виконується у вигляді п'єзорезистивного елемента.

Діафрагма виготовляють площею 1мм^2 методом травлення кремнію реагентами: азотною і фтористо-водневою кислотами (рис. 1). Для утворення потовщених частин мембрани необхідні поверхні покривають захисними шаром оксиду кремнію SiO_2 , для утворення захисного шару низ підкладки покривають діелектричною плівкою SiN_4 . Робоча товщина діафрагми складає приблизно 30 мкм. П'єзорезистивний елемент представляє собою тензодатчик, який імплантується методом іонної дифузії на кремнієвій діафрагмі. П'єзорезистивний датчики схематично показано на рис. 2. До виводу резистора 1 підводиться струм живлення, вихід 3 заземляється. Дія тиску направляє перпендикулярно струму живлення і викликає механічну напругу діафрагми. Діафрагма разом з резисторами деформується і в резисторі виникає поперечне електричне поле,

що знімається у вигляді напруги між виводами 2 і 4. Такий тензодатчик є механічним аналогом датчика Холу.

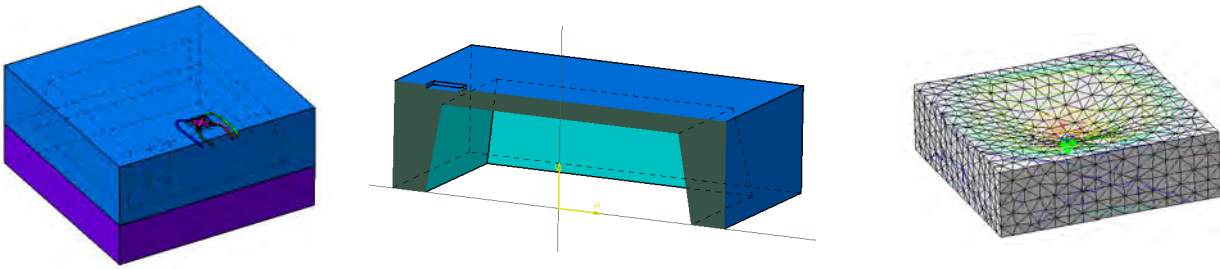


Рис. 1. П'єзокерамічний перетворювач тиску

Переваги: використання одного тензоелементу спрощує конструкцію датчика, усуває необхідність точного узгодження чотирьох резисторів, що формують мостову схему, зменшується кількість з'єднувальних ланцюгів, зменшує чутливість від дії температури.

Недоліки: збільшуються вимоги до балансування схеми і до якості формування контактів вихідних виводів тензоелементу.

Ключові слова: п'єзорезистивний ефект, тиск, перетворювач.

УДК 378.016

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОБІТ

Литвиненко П. Л., Нечай С. О.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: pavel.l.litvinenko@gmail.com, prilad@ukr.net

Як відомо на даний час відбувається процес поступової заміни старих стандартів на нові. Зміни що відбуваються викликані необхідністю актуалізації, тобто приведення у відповідність, державних стандартів сучасним вимогам та правилами, що діють в СНГ, а також у міжнародній та європейській стандартизації. Без цього не можливе подальше розширення експортного потенціалу, забезпечення конкурентоздатності продукції та доступу українських виробників на світовий ринок.

Вирішення цих питань зближення та гармонізації стандартів в Україні покладене на систему стандартизації, що включає в себе низку організацій зокрема Держпотребстандарт, ДП «УкрНДНЦ» воно ж «Українське агентство зі стандартизації» та інші.

Складність на даний час полягає в тому, що приходиться одночасно використовувати як старі стандарти (ГОСТ), так і нові. Крім того, відповідно до Закону України «Про стандартизацію» скасовуються конфліктні стандарти, зокрема міждержавні стандарти (ГОСТ), розроблені до 1992 року.

Процес заміни є дуже складним і тривалим, тому для забезпечення поступового переходу на нові стандарти введено перехідний період і відповідно до наказів національного органу стандартизації термін дії низки стандартів подовжено. Це стосується і стандартів, що використовуються при розробці конструкторської документації, зокрема єдиної системи конструкторської документації – ЄСКД. Слід додати, що також статтю 23 закону про стандартизацію визначено, що і національні стандарти і стандарти підприємств за деяким виключенням застосовуються на добровільній основі.

Крім того зміни у цій сфері відбуваються постійно і їх необхідно відслідковувати. Тому в умовах пов'язаних із системою освіти приходиться обирати один з конкретних варіантів, якого додержуватись у процесі навчання.

Виходячи з цього велике значення при навчанні та виконанні студентами зокрема проектно-конструкторських робіт слід приділяти підготовці відповідної методичної документації.

Ключові слова: стандарти, ЄСКД, конструкторська документація.

УДК 681.2.083

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

*Литвиненко П. Л., Нечай С. О., Фіногенов О. Д.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна
E-mail: pavel.l.litvinenko@gmail.com, prilad@ukr.net*

Сучасний етап розвитку координатних вимірювань іде шляхом удосконалення методів контролю геометричних параметрів, інтеграції координатно-вимірювальних систем в технологічні лінії, підвищення точності і достовірності виконуваних координатних вимірювань.

В якості вихідних параметрів при підготовці процесу вимірювань найчастіше виступає інформація про номінальну форму виробу представлена у вигляді САД-моделі. На основі цього складаються відповідні алгоритми та програми обрахунків і порівняння. Контроль геометричних параметрів виконується шляхом порівняння отриманих даних з тими значеннями, що встановлені у конструкторській документації на виріб.

Слід зазначити, що при використанні різних методів та алгоритмів обробки даних виникає така проблема, що вони дають різні результати. При чому розбіжності можуть сягати 50 відсотків. На це впливає вибір стратегії проведення вимірювань, якість програмного забезпечення та деякі інші фактори.

Алгоритм аналізу результатів вимірювань включає в себе побудову так званих замінюваних або приєднувальних елементів, які порівнюються з номінальними. За наявності багатої кількості вимірних координат точок побудова приєднувальних елементів полягає у знаходженні мінімуму деякої функції, яка представляє вимірний елемент. При цьому найбільш поширеними є критерії

мінімізації максимального відхилення та мінімізації повної суми квадратів відхилень (метод найменших квадратів).

Вибір критерію залежить від поставленої задачі. Аналіз результатів використання цих критеріїв показує, що при використанні методу найменших квадратів є гарантія, що браковані деталі будуть вилучені. Але у разі контролю деталей з позиційними допусками може виникнути ситуація, коли придатні деталі теж будуть відбраковані. Такої проблеми не виникає при застосуванні критерію мінімізації максимального відхилення. Але побудова приєднувальних елементів за цим критерієм є значно складнішою задачею.

Ключові слова: координатні вимірювання, приєднувальний елемент, обробка результатів.

УДК 535.5:621.38

ВИБІР ТА ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОПРИЙМАЧІВ ДО БОРТОВОГО УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ПІКО ПОЛЯРИМЕТРА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТОСФЕРИ ЗЕМЛІ

¹⁾ *Гераймчук М. Д.,* ²⁾ *Неводовський П. В.,* ²⁾ *Відьмаченко А. П.,* ¹⁾ *Збруцький О. В.*
¹⁾ *Національний технічний університет України*

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

²⁾ *Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ, Україна*

E-mail: geraimchuk@kpi.ua, nevod@mao.kiev.ua, vida@mao.kiev.ua

Стратосфера разом з її озоновим шаром захищають нашу Землю від жорсткого ультрафіолетового (УФ) випромінювання, а також впливає на зміни погоди та клімату нашої планети. Тому вивчення цього шару та його особливостей є однією з найбільш актуальних задач сьогодення. Стратосферний аерозоль, який вносить вагомий вклад у формування та зміни атмосфери Землі, найбільш ефективно вивчати з орбіти землі за допомогою бортового космічного УФ поляриметра [1-3]. Тому створення мініатюрних приладів, дослідження за допомогою яких може пролити світло на проблеми зміни аерозольної компоненти є актуальною і своєчасною задачею.

Одним з таких поляриметрів, який розробляє Головна астрономічна обсерваторія НАН України разом з Національним технічним університетом України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» є мініатюрний ультрафіолетовий піко поляриметр (УФПП). Створення такого поляриметра дасть змогу вивести постановку космічного експерименту на новий рівень.

Приймач світла у електрооптичних поляриметрах є одним з основних елементів, який визначає спроможність всього приладу. Зараз на світовому ринку існує велике різноманіття приймачів світла в тому числі і УФ фотодіодів. Ці мініатюрні фотоприймачі були прийняті за основу УФПП. Нами було проведено огляд існуючих УФ фотоприймачів. З аналізу проведеного огляду було вибрано декілька можливих претенденти у якості фотоприймача для УФПП. У доповіді

детально розглядаються питання вибору фотоприймача пов'язані з обмеженнями, які впливають як з постановки задачі, і з конструкції УФПП, так і обмежень притаманним усім космічним приладам. Накопичений нами досвід [1-5] дає змогу успішно виконувати ці роботи і зараз авторський колектив активно працює над реалізацією даного Проекту.

Ключові слова: стратосфера Землі, аерозоль, пікополяриметр, ультрафіолетовий фотодіод.

Література

- [1] M. Geraimchuk, O. Genkin, O. Ivakhiv, Yu. Kureniov, O. Morozhenko, P. Nevodovskyi, S. Petrenko, *Elements and Systems of Polarization Devices for Aerospace Investigation // Monography*, Kyiv, Ukraine: EKMO, 2009. (in Ukrainian)
- [2] Nevodovskyi P., Morozhenko O., Vidmachenko A., Ivakhiv O., Geraimchuk M., Zbrutskyi O. “Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation”, in *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. Vol. 1, p. 28-32.
- [3] P. V. Nevodovskiy, A. V. Morozhenko, “Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter”, *Acta Astronautica*, Vol. 69, no. 1, p. 54-58, 2009.
- [4] P. V. Nevodovskij, “Kvantakons and optimization of their parameters for astronomical observations”, *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, Suppl, no. 1, p. 283-285, 2001.

УДК 535.5:621.38

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛЯРИМЕТРІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АТМОСФЕРИ ВЕНЕРИ З КЕРОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ

¹⁾Гераймчук М. Д., ²⁾Неводовський П. В., ²⁾Відьмаченко А. П., ²⁾Павленко Я. В. ²⁾Стеглов О. Ф.

¹⁾Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

²⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ, Україна

E-mail: geraimchuk@kpi.ua, nevod@mao.kiev.ua, vida@mao.kiev.ua, stec36@i.ua

Венера – це найближчій до Землі об'єкт Сонячної системи, який також належить до планет земної групи. Порівняння спільних та відмінних рис цих об'єктів дає змогу пролити світло на такі фундаментальні питання як можливі шляхи еволюції нашої планети, її атмосфери та клімату, що й визначає актуальність тематики. Наявність густої атмосфери приховує вигляд поверхні Венери і ускладнює її дослідження. Одним з дистанційних методів, що дозволяє успішно проводити такі дослідження як *in situ* (потужність атмосфери), так і *in vitro* (частинки) – є поляриметрія.

Зараз США (NASA Venera-D Joint Science Definition Team) та Росія (Roscosmos/ІКІ) планують на початку 2030-х років провести спільний широкомасштабний космічний експеримент із дослідження Венери. Одним з напрямків цього проекту є дослідження атмосфери Венери з керованої дрейфуючої платформи [1]. Саме такі роботи проводилися у Головній астрономічній обсерваторії у відділі фізики планет ще у далеких 80-х роках минулого сторіччя [2]. Головна аст-

рономічна обсерваторія НАН України разом з Національним технічним університетом України «КПІ» багато років працюють над розробкою фотометрів-поляриметрів для вивчення космічних об'єктів із космосу і має досвід та цілий ряд розробок у цій галузі [3-7]. Тому ми розглядаємо можливості проведення таких досліджень та пропонуємо до розгляду свій проект космічного поляриметра.

Ключові слова: Венера, дистанційні дослідження, атмосфера, фотометр-поляриметр, керована платформа.

Література

- [1] L. V. Zasova, N. Ignatiev, I. Khatuntsev, V. Linkin, “Structure of the Venus atmosphere from the surface to 100 km”, *Planet. Space Sci.*, 55, 1712-1728, 2008.
- [2] M. Ya. Marov, B. E. Lystsev, V. N. Lebedev et al. “The structure and microphysics properties of Venus clouds: Venera 9, 10, 11 data”, *Icarus*, 44, 608-639, 1980.
- [3] M. Geraimchuk, O. Genkin, O. Ivakhiv, Yu. Kureniov, O. Morozhenko, P. Nevodovskyi, S. Petrenko, *Elements and Systems of Polarization Devices for Aerospace Investigation. Monography*. Kyiv, Ukraine: EKMO, 2009. (in Ukrainian)
- [4] P. Nevodovskyi, O. Morozhenko, A. Vidmachenko, O. Ivakhiv, M. Geraimchuk, O. Zbrutskyi, “Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation”, in *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. Vol. 1, p. 28-32.
- [5] P. V. Nevodovskiy, A. V. Morozhenko, “Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter”, *Acta Astronautica*, Vol. 69, no. 1, p. 54-58, 2009.
- [6] P. V. Nevodovskij, “Kvantakons and optimization of their parameters for astronomical observations”, *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, Suppl, no. 1, p. 283-285, 2001.
- [7] A. P. Vid'Machenko, P. V. Nevodovskii, “Trial observations with a cooled photometer head built around a photomultiplier with the InGaAs photocathode”, *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, vol. 16, no. 1, p. 58-62, 2000.

УДК52.563

НАЛАШТУВАННЯ СТАБІЛІЗАТОРІВ ОЗБРОЄННЯ

¹⁾Безвесільна О. М., ²⁾ Ільченко М. В.

¹⁾Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

²⁾Публічне акціонерне товариство «Науково-виробниче об'єднання «Київський завод автотехніки», Київ, Україна

E-mail: o.bezvesilna@gmail.com, inv125@ukr.net

Для безумовного виконання бойової задачі важливе значення має налаштування стабілізаторів озброєння (СО). Від того, з якими коефіцієнтами воно виконано, залежать основні технічні параметри стабілізатора та у цілому точність враження цілей кожною конкретною бойовою машиною.

Для досягнення необхідних технічних характеристик СО налаштування виконується за трьома основними параметрами: жорсткість, стійкість та рівномірність (плавність) швидкості наведення у всьому діапазоні кутів наведення баш-

ти (Б) та блоку озброєння (БО) (табл. 1) [1, 2].

У схемо-технічне рішення побудови перших аналогових стабілізаторів 2Е36 для бронемашини БМП-2 було введено ряд налаштувальних коефіцієнтів, що забезпечували необхідні технічні характеристики СО.

Таблиця 1. Основні налаштувальні параметри СО

| № за/п | Найменування параметру | Допустиме значення |
|--------|---|--------------------|
| 1 | Жорсткість по каналу вертикального наведення | ≥ 17 кгм/т.д. |
| 2 | Жорсткість по каналу горизонтального наведення | ≥ 40 кгм/т.д. |
| 3 | Кількість перебігів по каналу ВН | 1-2 |
| 4 | Кількість перебігів по каналу ГН | 0-4 |
| 5 | Нерівномірність швидкості на мінімальних швидкостях наведення по каналам ВН та ГН | < 1 т.д. |

Налаштування горизонтального та вертикального каналів наведення проводились окремо один від одного, але перелік налаштувальних коефіцієнтів був однаковий, за винятком вертикального каналу наведення, де був присутній коефіцієнт, який враховував сигнал електромеханічного тахометра (табл. 2).

Таблиця 2. Перелік механічних параметрів, що впливають на налаштування 2Е36

| № за/п | Найменування параметру | Допустиме значення | Примітка |
|--------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Момент неврівноваженості блоку озброєння | $\leq (\pm 3$ кгм/т.д.) | |
| 2 | Момент опору обертанню блоку озброєння | $\leq (15$ до $33)$ кгм/т.д. | В залежності від кута повороту |
| 3 | Люфт по каналу вертикального наведення | $\leq 0,6$ т.д.(4,2 кут. хв.) | |
| 4 | Момент опору обертанню блоку озброєння | ≤ 40 кгм/т.д. | |
| 5 | Момент опору обертанню по каналу вертикального наведення на схилах $\pm 15^\circ$ | ≤ 120 кгм | |
| 6 | Люфт по каналу горизонтального наведення | $\leq 1,0$ т.д.(4,2 кут. хв.) | |

Налаштування проводилось на підприємствах у складі кожної конкретної машини з урахуванням розкиду механічних параметрів Б та БО, які мали вплив на технічні характеристики СО. До таких механічних параметрів слід віднести параметри, що наведені у таблиці 3 [1, 2].

З переліку механічних параметрів, що впливають на налаштування стабілізатора, слід зауважити (особливо це суттєво для каналу вертикального наведення), що моменти неврівноваженості та моменти опору повороту мають значно менші значення у порівнянні з сучасними бронемашинами. Це пояснюється тим, що БО має менші моменти інерції та неврівноваженість, яку зменшують за допомогою балансування додатковою вагою.

У сучасних виробках за рахунок збільшення кількості озброєння збільшуються моменти інерції, моменти неврівноваженості та моменти опору обертанню БО у вертикальному каналі суттєво збільшенні. Усунення неврівноваженості БО таких машин виконується за допомогою спеціальної балансувальної пружини.

жини. Моменти опору повороту БО «вниз» та «вгору» можуть значно відрізнятися. Виникають труднощі при виборі коефіцієнтів при налаштуванні, які повинні задовольняти технічним характеристикам при наведенні БО в різних напрямках руху. Тому ці коефіцієнти не досить оптимальні.

Таблиця 3. Перелік налаштувальних коефіцієнтів

| № за/п | Позначення коефіцієнту | Функціональне призначення коефіцієнту | Канал | |
|--------|------------------------|--|-------|----|
| | | | ВН | ГН |
| 1 | У | Коефіцієнт підсилення сигналу управління | + | + |
| 2 | ГТ | Коефіцієнт підсилення сигналу гіротахометра | + | + |
| 3 | ТГ | Коефіцієнт підсилення сигналу тахометра | + | - |
| 4 | ДТ | Коефіцієнт підсилення сигналу датчика струму | + | + |
| 5 | БГТА | Коефіцієнт компенсації сигналу самовідведення | + | + |
| 6 | n | Коефіцієнт регулювання сигналу швидкості наведення | + | + |

Для вибору оптимальних налаштувальних коефіцієнтів пропонується всі налаштувальні коефіцієнти (табл. 3) розділити на дві групи: $У_1$, $ГТ_1$, $ТГ_1$, $ДТ_1$, $БГТА_1$, n_1 – коефіцієнти налаштування при русі БО «вниз» та $У_2$, $ГТ_2$, $ТГ_2$, $ДТ_2$, $БГТА_2$, n_2 - коефіцієнти налаштування при русі БО «вгору». Розділення коефіцієнтів дозволить отримувати налаштування стабілізаторів з більш оптимальними налаштувальними параметрами.

Ключові слова: стабілізатор озброєння, налаштувальні коефіцієнти.

Література

- [1] Министерство обороны СССР. (1987). Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть. 1. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://armyman/info/books/id-44.html>.
- [2] А. М. Кудрявцев, О. К. Уласевич, В. Н. Жеглов, и В. Ю. Гумилев (2013). Стабилизаторы вооружения 2Э36 устройство и обслуживание., Рязань, 2013. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://portalnp.ru/wp-content/uploads/2014/04/KUDRYVTSEV-GUMELEV-SV-2E36pdf>.

УДК378.141

ПРЕЗЕНТАЦІЯ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ». ПЕРШИЙ (БАКАЛАВРСЬКИЙ) РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Нікітін О. К., Згуровська Л. П., Толочко Т. О.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: vargin_@ukr.net

З метою отримати думку спільноти розробників та виробників ваговимірних пристроїв, в перелік докладів конференції внесена презентація освітньо-професійної програми (ОПП) для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Доцільність обговорення ОПП з авторитетними представниками промисловості і метрологічних центрів обумовлена рекомендаціями МОН та керівництва університету.

Освітньо-професійна програма входить до:

- галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування;
- спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології;
- рівень вищої освіти - перший (бакалаврський).

Назва ОПП - Комп'ютерно-інтегровані технології проектування приладів.

Випускникам вузу, які навчаються за вказаною ОПП після виконання індивідуального навчального плану і успішного захисту дипломного проекту присвоюється кваліфікація «Бакалавр з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій».

Термін навчання складає 3 роки і 10 місяців.

Мета освітньої програми: підготовка фахівців, здатних до розв'язання задач розроблення нових і вдосконалення, модернізації та експлуатації існуючих систем автоматизації та виробів галузі приладобудування.

Основний фокус освітньої програми та спеціалізації: спеціальна освіта та професійна підготовка в галузі розробки комп'ютерно-інтегрованих систем контролю, вимірювання та регулювання параметрів технологічних та фізичних процесів з можливістю набуття необхідних професійних компетентностей для подальшої професійної діяльності.

Придатність випускників до працевлаштування:

3115 Технік з автоматизації виробничих процесів.

3117 Технік з експлуатації устаткування газових об'єктів.

3121 Фахівець з комп'ютерної графіки.

3115 Технік-конструктор (механіка).

Випускник, що пройшов навчання за вказаною ОПП, повинен володіти визначеними загальними і фаховими компетенціями, мати регламентовані знання і уміння.

Нижче наведені окремі (вибіркові) компетенції, якими повинен володіти випускник (бакалавр) кафедри Приладобудування:

Загальні компетенції

ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4 Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5 Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8 Здатність працювати в команді.

Фахові компетенції

ФК1 Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК2 Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в

системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК12 Здатність виконувати автоматизоване проектування елементів приладів і систем вимірювання та контролю параметрів технологічних і фізичних процесів.

ФК13 Здатність практично використовувати сучасні системи автоматизованого проектування при конструюванні виробів галузі автоматизації та приладобудування.

ФК14 Здатність проектувати, виробляти, випробувати, встановлювати та експлуатувати інформаційне обладнання комп'ютерно-інтегрованих систем обліку енергоносіїв, газу, води, теплової енергії в нафтогазовій галузі, промисловості, ЖКГ та на рухомих об'єктах.

ФК15 Здатність проектувати, виготовляти, встановлювати, налагоджувати та експлуатувати комп'ютерно-інтегровані засоби вимірювання ваги, сили, тиску, швидкості, прискорення та інших фізичних величин.

ФК16 Здатність проектувати елементну базу комп'ютерно-інтегрованих систем та апаратів сучасного автоматичного, оптико-електронного та радіолокаційного військового та цивільного обладнання.

ФК17 Здатність розробляти та використовувати бази даних, бази знань та мережеві технології, орієнтовані на відповідні галузі промисловості.

ФК18 Здатність розробляти програмне забезпечення засобів контролю параметрів технологічних процесів.

ФК19 Здатність практично вирішувати питання, пов'язані з метрологічним забезпеченням виробничих процесів.

ФК20 Здатність конструювати деталі та вузли приладів.

ФК21 Здатність використовувати в проектно-конструкторській та виробничій діяльності інформаційні технології.

Ключові слова: освітньо-професійна програма, бакалавр, презентація, кваліфікація, компетенції.

УДК 681.2:532.13

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ НЬЮТОНІВСЬКОЇ РІДИНИ

Пістун Є. П., Матіко Г. Ф., Крих Г. Б.

Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

E-mail: epistun@polynet.lviv.ua, halynamatiko@gmail.com, gannakrih@gmail.com

Характеристики різноманітних технічних рідин суттєво залежать від таких фізико-механічних параметрів, як динамічна в'язкість μ та густина ρ . Для вимірювання параметричного комплексу $B_{\pi} = \mu^2 / \rho$ рідини пропонується дросельний перетворювач, побудований на турбулентних 1 і 4 та ламінарних 2 і 3 дроселях, з'єднаних у мостову схему (рис. 1) [1].

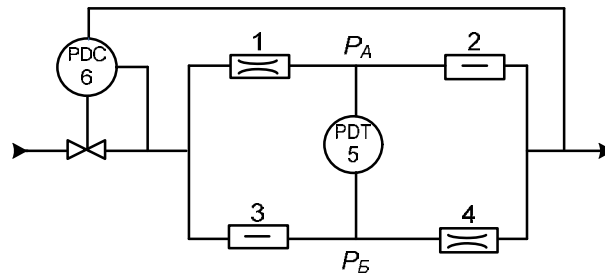


Рис. 1. Принципова схема перетворювача

Однотипні дроселі попарно однакові і розташовані у протилежних плечах. Суміжні дроселі сполучені за допомогою міждросельних камер А і Б. Перетворювач працює в режимі постійного перепаду тиску $\Delta P_m = 50$ кПа на гідродинамічному мості. Вихідним сигналом є перепад тиску у міждросельних камерах.

$$\Delta P = P_A - P_B = \sqrt{4B_m B_n \Delta P_m + (B_m B_n)^2} - \Delta P_m - B_m B_n,$$

що залежить від конструктивного комплексу $B_m = 128(\alpha L)^2 (R_t/R_n)^4$, в якому α , R_t – коефіцієнт витрати і радіус прохідного отвору турбулентного дроселя; R_n, L – радіус і довжина ламінарного дроселя. На рис. 2 показані статичні характеристики перетворювача з різними значеннями конструктивного комплексу B_m (м⁻²): 1 – $1 \cdot 10^{10}$; 2 – $1 \cdot 10^{12}$; 3 – $8,08 \cdot 10^{12}$; 4 – $1 \cdot 10^{14}$.

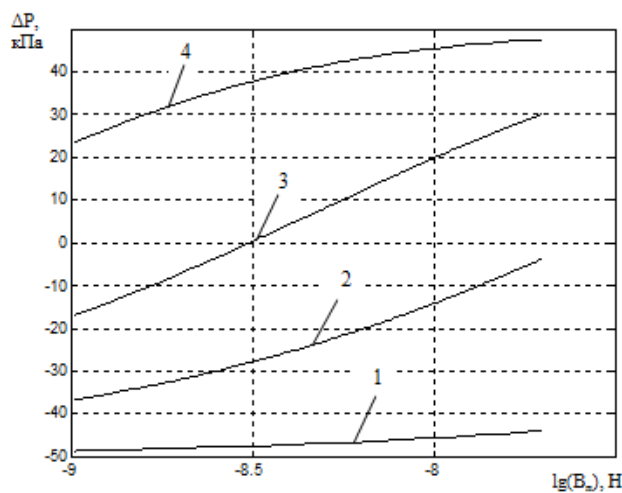


Рис. 2. Статичні характеристики перетворювача

В результаті аналітичного вирішення оптимізаційної задачі нами знайдене значення $B_m = 8,08284 \cdot 10^{12}$, яке забезпечує максимальну чутливість перетворювача $2,4799 \cdot 10^9$ кПа/Н у діапазоні вимірювання параметра B_n від $1,02188 \cdot 10^{-9}$ Н до $1,99777 \cdot 10^{-8}$ Н.

Ключові слова: – дросельний перетворювач, динамічна в’язкість, густина.

Література

[1] Є.П. Пістун, Г.Ф. Леськів, “Побудова та моделювання газогідродинамічних вимірюваль-

них перетворювачів на мостових дросельних схемах”, *Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація: Вісник НУ “ЛП”*, № 476, с. 18-26, 2003.

УДК 621.317

МОДУЛЬ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗЛЬОТУ ТА ПОСАДКИ БПЛА

¹⁾Безвесільна О. М., ²⁾Морозов А. В., ¹⁾Котляр С. С.

¹⁾Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

²⁾Державний університет «Житомирська Політехніка», Житомир, Україна

E-mail: o.bezvesilna@gmail.com, s.tkachenko@kpi.ua

У сучасних безпілотних літальних апаратах (БПЛА) широко використовують модуль для вертикального зльоту та посадки VTOL, який дає змогу перетворити будь-який наявний дрон на БПЛА із нерухомим крилом, який виконує вертикальний зліт і посадку завдяки використанню чотирьох електродвигунів.

Така система повністю мінімізує вплив людини під час виконання маневрів та інших складних процедур, забезпечує автоматичні зліт і посадку. Модуль VTOL БПЛА дає змогу злітати та сідати у морі на палубу корабля.

Основні переваги модуля VTOL:

- апарат потребує менше місця для зльоту та посадки, ніж стандартний дрон із нерухомим крилом (достатньо майданчика 10x10 м);
- забезпечує прості морські операції, здійснюючи керування з корабля;
- забезпечує можливість зависання у повітрі впродовж обмеженого періоду часу;
- забезпечує мінімізацію впливу людського чинника та більш безпечно виконання операцій завдяки високому рівню автоматизації.

Основні особливості VTOL БПЛА наступні:

- забезпечує повністю автоматичні зліт і посадку;
- забезпечує корисне навантаження 7 кг;
- забезпечує до 10 год польоту з повним навантаженням;
- забезпечує повністю автоматичний політ за маршрутом.

Завдяки VTOL БПЛА може використовуватись для охорони кордонів, у Збройних силах, для виконання берегових та морських операцій, для збирання інформації, спостереження, розвідки та перехоплення сигналів, у поліції та правоохоронних органах.

Ключові слова: літальний апарат, керування, зліт та посадка.

Література

- [1] В. И. Слюсарь, “Микропланы: от шедевров конструирования к серийным системам”, *Конструктор*, № 8, с. 58 – 59, 2001.
- [2] В. М. Синеглазов, М. К. Філяшкін, *Автоматизовані системи керування повітряних суден*. Київ, Україна: Вид-во НАУ, 2004.

УДК621.317

БЕЗПІЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ

Безвесільна О. М.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: o.bezvesilna@gmail.com

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це багатофункціональний літальний апарат із фіксованим крилом, що дає змогу виконати найскладніші завдання у будь-якому середовищі.

БПЛА оснащений широким спектром варіантів корисного навантаження. БПЛА офіційно використовується у Збройних силах України з 2016 р. До цього два роки проходив різноманітні тестування.

БПЛА довів свою продуктивність, ефективність захисту від перешкод, можливість успішного використання в екстремальних умовах.

БПЛА має наступні основні переваги:

- має передові технології захисту від перешкод і шифрування;
- надає можливість виконання наземних і морських операцій;
- є економічним (дозволяє знизити експлуатаційні витрати, видатки на навчання та обслуговування);
- має малий термін вводу в експлуатації – 2 місяці;
- швидко налаштовує платформу до робочої готовності, не залежно від місця перебування;
- дозволяє здійснювати різноманітні маневри (звичайні зліт і посадка, зліт з катапульт та парашутне приземлення, вертикалі зліт та посадка);
- забезпечує здійснення різноманітних функцій (збирання інформації, спостереження, цілевказання, розвідка);
- використовується як радіотранслятор, як пристрій для відстеження мобільних телефонів, для доставки вантажів та ін.

Ключові слова: літальний апарат, фіксоване крило, зліт та посадка.

Література

- [1] В. И. Слюсар, “Методы передачи изображений сверхвысокой четкости”, *Первая миля. Last mile*, №2, с. 46 – 61, 2019.
- [2] В. И. Слюсар, “Персональный хаб как элемент экипировки”, *Озброєння та військова техніка*, № 1 (17), с. 79 - 84, 2018.
- [3] В. И. Слюсарь, “Микропланы: от шедевров конструирования к серийным системам”, *Конструктор*, № 8, с. 58 – 59, 2001.
- [4] М. К. Філяшкін, А. А. Закордонєць, “Алгоритм роботи адаптивної системи керування бічним рухом безпілотних літальних апаратів на етапі виходу на задану лінію шляху”, *Електроніка та системи керування*, №2(20), с. 103-109, 2009.

УДК 004.93

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕСА ВОЛОЧЕННЯ ПРОВОЛОКИ

Томашук А. С.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: tomashuk.alexander@gmail.com

В процесі виготовлення проволочки методом бесфільєрного волочення з метою підтримання в частині її деформації потрібних температурного режиму і геометричних параметрів необхідно проведення процесу оптичного контролю [1].

Основним перевагою застосування оптичних методів контролю є в тому, що такі методи дозволяють отримати велику інформацію об'єкті – його геометричні і енергетичні параметри, а також швидкість переміщення.

К сожалению, для проведення контролю всіх цих параметрів рухомого об'єкта необхідно спеціальне дороге обладнання, таке, як наприклад, модуль світлочувствительної матриці, швидкість формування зображень якого дозволяє отримувати їх не розмитими рухомим.

Бюджетні моделі дозволяють отримувати до 300 зображень в секунду – к примеру, модулі бюджетних КМОП-матриць, які виготовляються компанією OmniVision. При їх використанні в задачах контролю параметрів мікрооб'єктів, які знаходяться в русі, формуваними зображеннями можуть бути розмитими.

Відомі методи відновлення зображень з розмитими рухомим зображень, такі як регуляризація Тихонова, при традиційній моделі відновлення зображень не дозволяють отримати повної інформації об'єкті за деякий проміжок часу.

Нами запропонована модель відновлення серії зображень з розмитого рухомим зображення, що дозволить отримати інформацію о швидкості і траєкторії переміщення об'єкта в просторі, його геометричних і енергетичних параметрах [2]. Ця інформація дозволить отримати більш детальні дані для прогнозу в стосунку наступних дій в разі можливих дефектів виготовлюваної продукції.

Ключові слова: оптичний метод, дифракція, обробка зображень, відновлення зображень, волочення, проволочка.

Література

- [1] В. А. Порев, і А. С. Томашук, “Вимірювання температури і діаметра частинки нагрітого виробу”, *Технічна діагностика і неруйнівний контроль*, № 2, с. 23-29, 2019.
- [2] Р. М. Галаган, А. В. Мурав'єв, і А. С. Томашук, «Модель відновлення серії зображень з розмитого зображення для рішення задачі високоточного вимірювання діаметра і температури випромінюючих об'єктів», *Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій (матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції)*, с. 169-171, 2019.

УДК 531.7

ВИКОРИСТАННЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНОГО ДОЗУВАННЯ РІДИН

Матус С. К.

Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

E-mail: matus_sv@ukr.net

Одним із важливих напрямків розвитку сучасної техніки є розробка і впровадження нових методів і засобів у приладобудуванні, з можливістю їх мініатюризації, що дозволяє отримувати нові технічні рішення та характеристики приладів. Подальший розвиток таких технологій вимагає здійснювати вимірювання з мікро- і нанометровою точністю. Для прецизійного дозування, позиціонування або переміщення об'єктів із заданою точністю все частіше в системах управління використовують п'єзоелектричні двигуни або актюатори.

Основою перистальтичного насоса є перистальтичний механізм, який представлений роликівим колесом та еластичною силіконовою трубкою, яку послідовно стискають ролики колеса, що обертається.

В стандартних мікронасосах використовуються електроприводи, що дозволяють формувати певний рівень мікродоз і швидкості їх надходження. Подальше зменшення мікродоз в таких системах, можна досягнути шляхом встановлення понижуючих редукторів. Це, в свою чергу, призводить до збільшення габаритів, енергоємності, але з іншого боку, приводить до обмеження можливостей їх групування у часі за рахунок зменшення швидкості транспортування мікродози. Позбавитися вказаних недоліків можливо, якщо використати п'єзоелектричний двигун з системою управління [1].

В поєднанні із роликівим голівкою величина мікродози пристрою пропорційна його кутовому кроку, який може змінюватися від одиниць кутових секунд до неперервного обертання. Таким чином, змінюючи тривалість імпульсів збудження п'єзоприводу можна змінювати величину мікродози від нуля до нескінченності.

Групування мікродоз, або витрата визначається швидкістю транспортування мікродози, або те саме, що швидкістю обертання п'єзоприводу. Швидкість обертання можна визначити через частоту імпульсів живлення, так і напругою п'єзодвигуна. Саме режим регулювання частотою (скважністю) дозволяє забезпечити сталість моменту на валу двигуна, а отже значно знизити нижню межу діапазону регулювання витрати рідини у часі, тобто практично звести її до нуля.

Ключові слова: п'єзоелектричний двигун, мікродоза, витрата

Література:

- [1] С. Ф. Петренко, *Пьезоэлектрический двигатель в приборостроении*. Київ, Україна: Корнійчук, 2002.

УДК 004.77

СУМІСНІСТЬ, ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР РОЗВИТКУ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Аксютенко І. С., Гераїмчук М. Д.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: dustykid16@gmail.com

Протягом останнього десятиліття численні розумні фізичні об'єкти (так звані «речі») були підключені та спілкуються через Інтернет та утворюють глобальну мережу підключених пристроїв під назвою Інтернет Речей (Internet of Things, далі IoT). За прогнозом Cisco, до 2023 року 34 відсотки всіх мобільних з'єднань становитимуть з'єднання IoT, що на 13 відсотків більше, ніж у 2018 році [1]. Розумні фізичні пристрої зазвичай містять датчики, які можуть сприймати, збирати та передавати дані або виконавчі пристрої, здатні реагувати на внутрішні та зовнішні сигнали управління. Функції підключених пристроїв дозволяють програмам IoT контролювати, агрегувати, аналізувати, представляти ділові відомості, підвищувати ефективність та надавати більш обґрунтовані рішення.

Технології IoT всюди розповсюджуються в широкому діапазоні застосувань у різних областях і революціонізують майже всі аспекти суспільства, такі як охорона здоров'я, сільське господарство, транспорт, прогнозування погоди, розумний будинок та розумне місто тощо. Для промисловості IoT забезпечує потенціал для поєднання взаємодії машина-машина (M2M), збір даних у режимі реального часу та великий аналіз даних у сфері виробництва. Це ще більше посилить динамічну оптимізацію, контроль та прийняття рішень на основі даних [2].

Велика кількість пристроїв IoT вже підключена до Інтернету, незважаючи на те, що в усьому світі не було прийнято ні стандартизації протоколів, ні екосистем [3]. Крім підключення інтелектуальних пристроїв через інтернет-інфраструктуру, також необхідно розуміти і використовувати великий обсяг даних з різномірних джерел. Гетерогенність IoT має різні аспекти, включаючи гетерогенні інтелектуальні пристрої, технології зв'язку, протоколи, формат даних і т. д.

Щоб подолати цю неоднорідність, науково-дослідні установи та промислові підприємства наголошують на створенні єдиного протоколу, за допомогою якого можна здійснювати безперебійний обмін інформацією, розуміння спільної інформації та використання спільних знань для надання послуг та підвищення продуктивності. Інтероперабельність залишається великою проблемою як для користувачів IoT, так і для провайдерів.

Ключові слова: інтернет речей, технології зв'язку.

Література

- [1] Global machine condition monitoring market - growth, trends, and forecast (2019 - 2024) [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/machine-condition-monitoring-market>.

- [2] Machine Condition Monitoring Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2018 – 2026 [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.transparencymarketresearch.com/machine-condition-monitoring-market.html>.
- [3] Gary Wollenhaupt, “IoT slashed downtime with predictive maintenance,” PTC, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.ptc.com/product-lifecycle-report/iot-slashes-downtime-with-predictive-maintenance>, accessed March 7, 2017.
- [4] IndustryWeek and Emerson, “How manufacturers achieve top quartile performance” WSJ Custom Studios, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://partners.wsj.com/emerson/unlocking-performance/how-manufacturers-can-achieve-top-quartile-performance/>.

УДК 681.2.083

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Аксютенко І. С., Гераїмчук М. Д.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: dustykid16@gmail.com

Згідно з новим ринковим звіту, опублікованому компанією «Transparency Market Research» під назвою «Ринок моніторингу стану машин - глобальний аналіз галузі, розмір, частка, зростання, тенденції і прогноз, 2018-2026 роки», глобальний ринок моніторингу стану машин, за прогнозами, буде розширюватися з CAGR 8,1% протягом прогнозного періоду. Згідно зі звітом, на світовий ринок буде як і раніше впливати цілий ряд макроекономічних та галузевих факторів [1].

Розширення використання технологій бездротового зв'язку і зростання систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря є основними факторами, що впливають на ринок. Інші фактори, такі як «розумна фабрика» і перехід від профілактичного до інтелектуального обслуговування, також вносять значний вклад в зростання ринку моніторингу стану машин [2].

Сьогодні неякісні стратегії технічного обслуговування можуть зменшити загальну виробничу потужність підприємства від 5 до 20 % [3]. Недавні дослідження також показують, що незаплановані простоя витрат промислових виробників оцінюються в 50 млрд. \$ щороку [4].

В Україні протягом останніх двох десятиліть розробка технологій прогнозування та систем моніторингу технічного стану значно зросла, особливо у великих галузях таких як аграрна, гірничодобувна, нафтогазова, енергетична та ін. Проте для малих і середніх підприємств, кількість яких перевищує кількість великих компаній, впровадження нових технологій обслуговування та сучасних систем управління не обов'язково має бути пріоритетом; таким чином, потенційні вигоди від їх використання ще належить з'ясувати.

Ключові слова: бездротовий зв'язок, системи моніторингу, технічне обслуговування.

Література

- [1] Global machine condition monitoring market - growth, trends, and forecast (2019 - 2024) [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/machine-condition-monitoring-market>.
- [2] Machine Condition Monitoring Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2018 – 2026 [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.transparencymarketresearch.com/machine-condition-monitoring-market.html>.
- [3] Gary Wollenhaupt, “IoT slashed downtime with predictive maintenance,” PTC, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.ptc.com/product-lifecycle-report/iot-slashes-downtime-with-predictive-maintenance>, accessed March 7, 2017.
- [4] IndustryWeek and Emerson, “How manufacturers achieve top quartile performance” WSJ Custom Studios, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://partners.wsj.com/emerson/unlocking-performance/how-manufacturers-can-achieve-top-quartile-performance/>.

UDC 004(082)

KEY STRATEGIC TRENDS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY

Vladislav Dubinets, Aleksandr Kornienko

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: vidubinets@ukr.net

The international analytical and consulting company Gartner (USA), which is engaged in research on the information technology market, presented the main strategic trends that will affect the IT infrastructure in the coming years. Main characteristics of these trends are presented in abstract.

1. Revision of automation strategies. Despite the widespread adoption of automation, in many areas there is still no common update strategy. As a result, companies spend money on duplicating existing tools and processes, which hinders the effective scaling of the business. It is assumed that by 2025, company executives will invest not just in automation, but in the development of common industry strategies for its implementation.

2. Democratization of knowledge. Democratization should provide users with access to technical knowledge (e.g., machine learning, application development) or business knowledge (e.g., sales process, economic analysis) through radically simplified experience that does not require deep and expensive training. Thanks to this, people who are not IT specialists will be able to use specialized tools and systems in their work. Four key aspects of democratization are expected to come forward by 2023, including: democratization of knowledge; democratization of work with data; democratization of design; democratization of application development.

3. Hybrid IT Infrastructure and Disaster Recovery Trust. Disaster recovery plans designed for traditional systems need to be revised to reflect new hybrid IT infrastructures, or the entire organization could be in jeopardy, analysts warn. The sustainability requirements of IT infrastructure should be evaluated at the design stages, and not considered only after deployment. Given that many companies ignore these re-

quirements, by 2021 most of them may have serious problems in connection with the transition to hybrid cloud infrastructures.

4. Flexible scaling of DevOps. Companies that use development and operations (DevOps) to effectively organize, create, and update software products and services have reported significant benefits, including: significantly reduced time to market, improved customer satisfaction, improved product quality, increased productivity and efficiency, and increased ability to create a good product through quick experimentation.

5. Internet of Things (IoT) will penetrate deeper and deeper into various application markets and transform entire industries by deploying the IoT to manage infrastructure, stimulating process optimization and creating value-added services. IoT devices must be flexible, as individual vendors are unlikely to provide each client with a complete integrated solution. Operation should be considered in the very early stages of IoT planning in order to offer a specific service and support model in a scalable environment. This avoids the cascading effect of unexpected service outages. The most recognizable forms of autonomous things are robots, drones, autonomous vehicles and equipment. As autonomous things spread, one should expect a transition from autonomous intellectual things to entire complexes, when several devices will work together, regardless of people or with their participation. For example, robots can work in a coordinated assembly process.

6. Using Cloud Services. Distributed clouds (that is, the distribution of public cloud services in different physical locations managed by one provider) will allow organizations to host public cloud services in their geographic region. By 2022, 70 % of enterprises will implement unified technologies, tools, and hybrid/multi-link management processes.

7. AI security. Artificial intelligence and machine learning are widely used to optimize human decision-making, paving the way for hyper-automation and the use of autonomous things. However, these transformations pose new security challenges, increasing the number of potential points of cyberattacks. Cybersecurity and risk professionals should focus on three key areas - protect AI-based systems; using AI to enhance protection; the potential use of AI by attackers.

8. Multimodal perception. By 2028, users will begin to perceive and interact with the digital world in a completely different way. Already, interactive platforms, virtual, augmented and mixed reality are changing the way people perceive the digital world. Such a combined shift allows us to imagine what the multisensory and multimodal experience of user interaction with the digital world will look like in the future.

9. Peripheral development. When using peripheral computing, the collection and processing of information is carried out as close as possible to the sources, repositories and users of this information. Thus, the delay in transmitting information is reduced, the capabilities of peripheral devices are used, and greater user autonomy is ensured. It is believed that peripheral computing will soon become the dominant fac-

tor in almost all industries. Peripheral devices, including robots, drones, autonomous vehicles, and operating systems, will accelerate this transition.

Keywords: trends, information technology market, IT infrastructure, cloud services, development and operations, internet of things, peripherals devices.

References

[1] <https://www.gartner.com/en>

УДК 621.382.3

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ РОЗСІЮВАННЯ ЕЛЕКТРОНІВ В АРСЕНІДІ ІНДІЮ

Саурова Т. А., Шевчук О. О.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: t.a.saurowa@gmail.com, olimos@ukr.net

Одним з найважливіших етапів створення високоефективних напівпровідникових приладів є теоретичне дослідження властивостей матеріалів, що визначає точність результатів моделювання досліджуваних структур. З 70-х років минулого століття зусилля дослідників спрямовано на вивчення властивостей арсеніду індію. Серед найважливіших характеристик, що описують транспортні властивості носіїв заряду є рухливість. Рухливість визначається особливостями зонної структури матеріалу, а також картиною прояву різних механізмів розсіювання носіїв заряду.

Характерними механізмами розсіювання, що визначають дрейфову рухливість носіїв заряду в арсеніді індію, є механізми домішкового і фононного розсіювання. Дослідження механізмів розсіювання в арсеніді індію проведено на основі аналітичної моделі, що запропоновано в [1, 2]. Аналіз результатів моделювання температурної залежності зворотних часів релаксації імпульсу показує: при найнижчих температурах спостерігаються лише процеси розсіювання на нейтральних атомах домішки. Поступове збільшення температури призводить до прояву (при $T > 40$ К) механізмів розсіювання на іонізованих атомах домішки. З подальшим зростанням температури спостерігається незначне збільшення внеску акустичного виду розсіювання в результуюче значення зворотного часу релаксації імпульсу. Результати теоретичного дослідження свідчать, що у діапазоні температур до 500 К практично не проявляється міждолинне розсіювання. Полярний вид оптичного розсіювання характеризується швидким зростанням зворотного часу релаксації імпульсу починаючи з $T > 80$ К. При температурі вище кімнатної рухливість електронів в арсеніді індію в основному визначається процесами полярного розсіювання та на іонізованих атомах домішки. Величина результуючого часу релаксації імпульсу τ_p визначає дрейфову рухливість носіїв заряду.

$$\mu(T) = \frac{e\tau_p(T)}{m_c^*},$$

де e – заряд електрона, m_c^* – омічна ефективна маса.

Ключові слова: арсенід індію, розсіювання, дрейфова рухливість.

Література

- [1] В. О. Москалюк, *Фізика електронних процесів. Динамічні процеси*. Київ, Україна: Політехніка, 2004.
- [2] T. Saurova, D. Kuzmenko, “Research of impulse properties of indium phosphide”, *Вісник НТУУ “КПІ”, серія приладобудування*, Вип. 54(2), с. 49-52, 2017.
DOI: 10.20535/1970.54(2).2017.119530.

УДК 621.382.3

RESEARCH OF ELECTRON TRANSPORT PROPERTIES IN INDIUM ARSENIDE

Saurova T., Bors V.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
E-mail: t.a.saurowa@gmail.com, viva199799@gmail.com*

Studying the properties of semiconductor materials can improve the accuracy of modeling of the studied structures. Since the 70s of the 20th century, researchers have studied the electrical, optical, temperature and mechanical properties of indium arsenide. One of the most important characteristics of the electrical properties of a material that describes the transport properties of charge carriers is mobility. Mobility is determined by the features of the band structure of the material, as well as the pattern of manifestation of various mechanisms of scattering of charge carriers.

A theoretical study of typical mechanisms of impurity and phonon scattering of charge carriers in indium arsenide has been carried out. Scattering mechanisms were simulated based on the analytical model proposed in [1, 2]. The results of numerical simulation of the temperature dependence of the reciprocal relaxation times for typical scattering mechanisms are analyzed.

The value of the resulting pulse relaxation time τ_p determines the drift mobility of charge carriers

$$\mu(T) = \frac{e\tau_p(T)}{m_c^*},$$

where e is the electron charge, m_c^* is the ohmic effective mass. The simulation results made it possible to calculate the temperature dependence of the electron drift mobility for indium arsenide at various impurity concentrations. A numerical experiment was carried out using the technique described in [3]. The results of modeling of electron drift mobility were verified. Correspondence to experimental results was obtained.

The drift velocity of electrons in a weak electric field was also studied. The transport properties of electrons in InAs are compared with the semiconductors of group A^{III}B^V (Si, Ge, GaAs) to which it belongs. The analysis results show that InAs is a promising material for the creation of semiconductor devices.

Keywords: indium arsenide, drift mobility, scattering rate.

References

- [1] V. A. Moskaliuk, Physics of electron processes. Dynamic processes. Kyiv, Ukraine: Polytechnika, 2004. (In Ukrainian)
- [2] T. Saurova, D. Kuzmenko, “Research of impulse properties of indium phosphide”, BULLETIN OF KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE. SERIES INSTRUMENT MAKING, no. 54(2), pp. 49-52, 2017, DOI: 10.20535/1970.54(2).2017.119530
- [3] T. Saurova, and D. Kuzmenko, “Research of the AlGaAs impulse properties”, *IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2018)*, pp. 92–95, April 2018.

UDC 004(082)

TEN WIRELESS TECHNOLOGIES THAT WILL SHAPE THE FUTURE OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY MARKET

Vladislav Dubinets, Aleksandr Kornienko

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
E-mail: vidubinets@ukr.net*

Gartner analysts [1] named the top ten wireless technologies and trends that will drive innovation in areas such as robotics, drones, unmanned vehicles and medical equipment. Main characteristics of these trends are presented in abstract.

1. Wi-Fi. Until the end of 2024, this network technology will remain the main one both for use in simple communications (offices, homes), and for use in more complex projects - in radar equipment, as a component of a two-factor authentication system (multi-factor authentication, MFA).

2. 5G. The deployment of technology will take up to 5 years. In some cases, it can supplement Wi-Fi, as it is economical for high-speed data transmission at large facilities (ports and enterprises). Future versions of the 5G standard will improve the use of the technology in IoT and systems where a minimum data transfer delay is required. In the next ten years, 5G will not be able to cope with the exponential growth of data transfer. 6G can provide speeds up to 400 times faster than 5G.

3. V2X. This is the general name of the technology (vehicle to everything communications) between conventional and unmanned vehicles interacting with each other and with road infrastructure. Current and emerging V2X standards - IEEE 802.11p, IEEE 802.11bd, 3GPP LTE-V2X, 3GPP 5G NR-V2X, 3GPP 6G NR-V2X will be mandatory for all new cars. In addition, V2X will contribute to the development of new services related to road safety, navigation, etc. By 2022, this market will be valued at 1.2 billion USD [2].

4. LPWA networks. Low Power Wide Area technologies are designed for M2M (Machine-to-Machine) applications and have proven their energy efficiency when used in IoT. The corresponding modules for low-speed data transmission over the radio channel are economical and therefore can be used to create miniature, low-cost devices powered by batteries (sensors and trackers), to work without maintenance for a long time in inaccessible places.

5. Wireless sensor network. This technology is a distributed self-organizing network of many sensors and actuators, interconnected via a radio channel. Wireless sensor networks have the potential for use in various fields - from medical diagnostics to object recognition and interaction with smart home systems.

6. Wireless technology for high-precision positioning. IEEE 802.11az technology (a promising standard) will be able to track the location of an object or a person with an accuracy of 1 meter; the promoted Wi-Fi Alliance company is expected to be introduced in March 2021. In addition, such functionality should appear in new versions of 5G.

7. Millimeter wave technology. It can be used by WiFi and 5G systems for high-speed data transfer (for example, 4K and 8K-video) in a small radius.

8. Backscatter. Backscatter network technology can send very low power data. This feature makes the technology ideal for small network devices. The principle underlying the operation of such modules is very original: communication modules of a new type do not generate their own signal, but reflect the signal of the router. This technology allows the creation of sensors, chips and other miniature devices for the home (or for the human body) that do not consume energy at all and do not require recharging the batteries, will always be turned on and will always “communicate” with each other.

9. SCR. Software-controlled radio transfers most of the signal processing from chips to software, providing support for more frequencies and protocols. The popularity of SCR will grow with the advent of new protocols.

10. Wireless transmission of electricity over long distances. The first attempts by manufacturers to implement such technologies did not lead to the revolution they were counting on. In the future, the situation may change, and the market will be flooded with laptops, monitors and household appliances that receive energy without cables.

Keywords: wireless technologies, vehicle to everything communications, backscatter network technology, software-controlled radio.

References

- [1] <https://www.gartner.com/en>
- [2] <https://www.bloomberg.com/press-releases>