

67-42-8611
21.09.17р.

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 35.052.10 у Національному
університеті «Львівська політехніка»

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Баланюка Юрія Вікторовича на тему «**Методи удосконалення телевізійного сканувального мікроскопа з освітленням досліджуваних мікрооб'єктів в ультрафіолетовому діапазоні**», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 - радіотехнічні та телевізійні системи

Актуальність обраної теми. Починаючи з 90 років сформувалась тенденція переходу від оптичної мікроскопії до оптично-цифрової, особливо це стосується біології та медицини. Особливе місце, у сенсі розширення можливостей дослідження біологічних та гістологічних препаратів, займають технології телевізійної сканувальної мікроскопії. У цілому розроблення телевізійних сканувальних мікроскопів з надвисокою розподільною здатністю важливе не тільки для біології та медицини, а й для інших галузей науки, техніки та промисловості, причому спектр застосування телевізійних сканувальних мікроскопів уже надзвичайно широкий та продовжує розширюватись.

Відомо, що можливості збільшення розподільної здатності мікроскопів у видимому діапазоні уже вичерпані. Звідси задача збільшення розподільної здатності телевізійних сканувальних мікроскопів за рахунок переходу до ультрафіолетового діапазону є не тільки актуальною науковою задачею, а й має надзвичайно важливе значення.

Ілюстрацією практичної важливості порушених а даній роботі задач є розроблення методів та функціоналу телевізійних сканувальних мікроскопів, що дозволяють здійснювати вимірювання параметрів руху мікроскопічних об'єктів та дослідження над швидкого заморожування біологічних об'єктів у кріомедицинських та кріобіологічних дослідженнях.

Про актуальність роботи також свідчить її тісний зв'язок з планами науково-дослідної роботи кафедри радіоелектронних пристроїв і систем Національного університету «Львівська політехніка», а також Науково-дослідного та проектно-конструкторського інституту електронної вимірювальної та обчислювальної техніки (м. Львів).

Результати дисертаційної роботи реалізовано та впроваджено:

1. У науково-виробничому підприємстві ТОВ «Мелта» для удосконалення прецизійної системи візуалізації, вимірювання та регулювання зазору між зрізом ливарного сопла і поверхнею гартувального диску для установки виробництва металевих стрічок.
2. У Науково-дослідному та проектно-конструкторському інституті електронної вимірювальної та обчислювальної техніки при виконанні науково-

дослідної роботи «Розробка засад застосування та обробки сигналів перспективних сенсорів для космічних апаратів і для наземних камер»;

3. У лекційних курсах та практичних заняттях на кафедрі радіоелектронних пристроїв і систем Національного університету «Львівська політехніка» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» у курсах «Основи телебачення», «Телевізійні системи та пристрої відображення інформації» та «Схемотехніка прецизійної радіоелектронної апаратури».

4. У НДЧ Національного університету «Львівська політехніка» при виконанні науково-дослідних робіт: «Сканувальна телевізійно-оптична ультрафіолетова мікроскопія для дослідження біологічних об'єктів», «Сканувальна оптично-телевізійна мікроскопія для кріобіології та кріомедицини», «Розроблення нанолюмінесцентного скануючого оптичного мікроскопа для дослідження функціонування мікроорганізмів під впливом низьких температур» та «Розроблення люмінесцентного скануючого оптичного мікроскопа з керованим швидким заморожуванням мікрооб'єкта для досліджень в кріобіології та нанотехнологіях»

Ступінь обґрунтованості наукових положень і достовірність результатів.

Наукові положення, висновки за результатами досліджень та рекомендації щодо застосування отриманих результатів теоретично обґрунтовані та підтверджені результатами експериментальних досліджень.

Результати досліджень наведених у дисертаційній роботі отримані із застосуванням основних принципів та методів теорії радіотехнічних та телевізійних пристроїв і систем, теорії оброблення сигналів, теорії оптико-електронних приладів та систем, теорії похибок.

Наукова новизна одержаних результатів може бути охарактеризована таким чином:

Вперше:

– розроблено метод визначення динамічних параметрів об'єкта з застосуванням сканувальних растрів різних розмірів, що дозволяє скоротити тривалість вимірювань за рахунок зменшення часу формування растра та розширити діапазон вимірюваних параметрів об'єкта при збереженні точності вимірювання;

– розроблено метод формування зображення рухомого об'єкта в центральній частині екрана монітора при його довільному русі.

Удосконалено:

– метод визначення необхідної яскравості свічення електронно-променевої трубки для забезпечення заданого відношення сигнал/шум на виході формувача відеосигналу, який, на відміну від існуючого методу, враховує шуми електронно-променевої трубки та параметри оптичного каналу.

– метод визначення граничної швидкості переміщення світної плями на екрані електронно-променевої трубки високої роздільної здатності в телевізійному сканувальному мікроскопі, який, на відміну від існуючого метода, враховує час післясвічення люмінофору.

Практичне значення отриманих результатів:

Одержані у дисертаційній роботі результати можуть бути використані для виробництва телевізійних скандувальних мікроскопів та у наукових дослідженнях біологічних та гістологічних препаратів.

Основними практичними результатами дисертаційної роботи є:

1. Встановлено вимоги щодо спектра свічення, роздільної здатності, мінімально необхідної яскравості, допустимого шуму люмінофора електронно-променевої трубки з ультрафіолетовим свіченням екрана.

2. Удосконалений метод сканування об'єкта растрами різних розмірів та різної роздільної здатності, що дозволяє формувати зображення фрагментів об'єкта у збільшеному масштабі.

3. Метод визначення граничної швидкості руху сканувального променя з урахуванням часу післясвічення електронно-променевої трубки ультрафіолетового свічення.

4. Метод компенсації шумів люмінофора через виділення світлового потоку від світлого растра, формування електричного сигналу від цього потоку та ділення сигналів від досліджуваного об'єкта на сигнал від світлого растра, що дозволяє покращити відношення сигнал/шум на виході формувача відеосигналу.

5. Структурна схема та принципи роботи телевізійного сканувального мікроскопа для досліджень надшвидкого охолодження біологічних препаратів у кріобіології та кріомедицині.

6. Структурна схема та алгоритм роботи телевізійного сканувального мікроскопа для вимірювання швидкості та прискорення об'єкта у полі зору.

Структура та зміст дисертації

У цілому дисертація є завершеним науковим дослідженням та складається із переліку умовних позначень та скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 114 найменувань та додатків. Обсяг основної частини складає 178 сторінок, загальний обсяг – 223 сторінки. Робота містить 5 таблиць і 79 рисунків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність завдань, що вирішуються у дисертації, та необхідність проведення досліджень. Виявлено низку невирішених задач теоретичного і прикладного характеру щодо розроблення та використання телевізійних скандувальних мікроскопів на основі яких сформульовано наукову задачу, мету і напрямки досліджень. Охарактеризовано наукову новизну отриманих результатів та їх практичну цінність, показано взаємозв'язок розв'язуваних завдань з програмами наукових досліджень. Надано відомості про публікації та апробацію роботи.

У **першому розділі** проаналізовано особливості використання телевізійних скандувальних мікроскопів у наукових дослідженнях, промисловості, кріобіології, кріомедицині та гістології. Висвітлено результати порівняльного аналізу телевізійних скануючих мікроскопів з оптичними мікроскопами, камерними телевізійними мікроскопами, а також лазерними сканувальними мікроскопами. Особливу увагу приділено особливостям функціонування та конструювання телевізійних скандувальних мікроскопів надвисокої роздільної здатності. Виконані дослідження спектра

випромінювання електронно-променевої трубки з білим свіченням екрана та показано, що можна розробити електронно-променеву трубку, придатну до використання в ультрафіолетовій діпазоні та розроблено вимоги стосовно її спектра свічення, роздільної здатності, мінімально необхідної яскравості, допустимого шуму люмінофора.

У другому розділі досліджені умови забезпечення стійкості для забезпечення високої точності формування растра. Запропоновано метод забезпечення стійкості перетворювача напруга-струм (ПНС) за рахунок шунтування індуктивного навантаження резистором. На основі дослідження амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) підсилювача ПНС показано, що сумарна фаза наближається до 180° , що свідчить про схильність системи до самозбудження. Застосування резистора шунтування індуктивного навантаження дозволяє змінити сумарну АЧХ таким чином, що фаза в критичній точці змінюється так що стійкість за фазою збільшується. На основі результатів досліджень розроблено методику у розрахунку опору резистора шунтування та отримані результати щодо оптимальні значення опору резистора шунтування для різних навантажень. Виконані дослідження пасивного та активного режиму роботи телевізійного сканувального мікроскопа (ТСМ) та запропоновано дві структурні схеми ПНС, які в активному режимі роботи ТСМ формують імпульси, тривалість яких дорівнює тривалості перехідного процесу встановлення струму в індуктивному навантаженні. Досліджено зміну яскравості світної плями в залежності від координат та інерційності люмінофору. На аналізі результатів дослідження отримані відповідні аналітичні формули. На основі отриманих співвідношень визначено вплив інерційності загасання люмінофора та швидкості сканування на роздільну здатність ТСМ.

У третьому розділі виконані дослідження технічних параметрів ТСМ та запропоновано методи їх покращення. Це стосується визначення мінімальної яскравості свічення елемента сканувальної електронно-променевої трубки (ЕПТ) необхідної для забезпечення заданого відношення сигнал-шум на вході формувача сигналу, яка враховує конструктивні характеристики ТСМ, відстань ЕПТ до об'єкта, анодну чутливість фотоелектронного помножувача тощо. Запропоновану структурну схему ТСМ з масштабуванням зображення об'єкта при збереженні роздільної здатності зображення. Запропонований ТСМ працює як в телевізійному стандарті, так і в дискретному режимі формування сканувального растра та неповноформатного растра при масштабуванні зображення об'єкта дослідження.

У четвертому розділі запропоновано функціональну структуру програмного забезпечення та визначене додаткове обладнання для формування псевдокольорових зображень біологічних об'єктів при скануванні в ультрафіолетовому діпазоні. Вона враховує зміну фільтрів у оптичному каналі, а також квантування відеосигналу за рівнями, кожному з яких відповідає певний колір. Показано що, наявність структурних шумів екрана ЕПТ призводить до появи похибок при формуванні відеосигналу на виході фотоелектронного помножувача, що суттєво впливає на визначення питомої густини зображення про робота ТСМ на просвічування. Запропоновано

конструктивне рішення для компенсації таких похибок. Розроблено структурну схему ТСМ, який утримує зображення рухомого об'єкта у центральній зоні монітора, а також структурну схему ТСМ, який можна використати для визначення характеристик руху досліджуваних об'єктів, а саме: швидкості, прискорення та координат у полі зору. Для кріобіологічних та кріомедичних досліджень надшвидкого охолодження об'єктів запропоновано відповідну структурну схему ТСМ.

Повнота викладу основних матеріалів дисертації в опублікованих працях.

Робота пройшла достатню апробацію та обговорення на 14 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях. Основні наукові положення достатньо повною мірою викладені у 26 наукових публікаціях, серед яких 8 статей у фахових виданнях зі списку наукових журналів, які включено до переліку видань України та до міжнародних наукометричних баз, 4 патентах України на корисну модель. Всього самостійних публікацій – 2.

Автореферат дисертації і публікації автора за темою дисертації адекватно відображають її зміст.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертацій.

Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою мовою, із використанням сучасної наукової термінології. Робота виконана на високому науковому рівні, становить завершену наукову працю, має суттєве практичне значення та містить рішення актуальних науково-практичних задач таких, як розроблення методів формування прецизійного сканувального растра, дослідження динамічних мікроскопічних об'єктів та вимірювання параметрів їх руху та структурної схеми телевізійного сканувального мікроскопу широкими функціональними можливостями для використання у кріології та кріомедицині.

Зміст дисертації достатньо виважений та цілісний, робота відповідає темі досліджень та вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» Міністерства освіти і науки України щодо кандидатських дисертацій, а також паспорту спеціальності 05.12.17 - радіотехнічні та телевізійні системи.

Зауваження по роботі:

1. Надмірне використання абревіатур та скорочень (наприклад, скорочення слова люмінесценція) є недоречним. Особливо це стосується автореферату, коли вони зустрічаються по тексту лише один раз.
2. Загально прийнятною назвою операції оберненої до логарифмування є потенціювання. Використання терміну антилогарифмування є некоректним.
3. Неповні посилання на формули: вказано лише номер формули, а номер розділу відсутній (див., наприклад, ст. 71)
4. На ст. 78 у формулі (2.15) допущена помилка. Якщо обчислити інтеграл з формули (2.14), то для обчислення світлового потоку отримаємо вираз

$$\Phi_2 = 0,95B_0 \cdot \delta \cdot V \cdot \tau \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot l^2} \exp(-t/\tau)$$

- у якому коефіцієнт не 0,3.
5. На сторінці 83 допущена описка при запису формули для гаусівського розподілу: формула (2.31).
 6. Розв'язок рівняння (2.45) отримано для припущення, коли $Ldl/dt \gg IR_{BC}$. Бажано було б вказати конкретно, за яких умов має місце ця нерівність.
 7. Не наведене тлумачення змінної v_{KM} у формулах (3.21) та (3.22). У цих же формулах кут Θ_{KM} позначено не як скаляр, а як вектор.
 8. На ст. 140 наведено не зовсім коректну інтерпретацію середньоквадратичних флуктуацій напруги пов'язаних з флуктуаціями температури.

Вказані недоліки незначною мірою знижують цінність виконаної дисертаційної роботи, проте докорінно не впливають на загальну позитивну оцінку її наукового рівня, отриманих наукових результатів та самої роботи у цілому.

Висновки

Дисертація Баланюка Юрія Вікторовича виконана на високому науковому рівні, є завершеною науковою працею та має суттєве практичне значення. В дисертації містяться рішення важливих науково-практичних задач таких, як розроблення методів формування прецизійного сканувального растра, дослідження динамічних мікроскопічних об'єктів та вимірювання параметрів їх руху та структурної схеми телевізійного сканувального мікроскопу широкими функціональними можливостями для використання у кріології та кріомедицині.

За актуальністю теми, мірою обґрунтованості наукових положень, достовірністю, новизною, теоретичною та практичною цінністю одержаних результатів дисертаційна робота Баланюка Юрія Вікторовича на тему: «**Методи удосконалення телевізійного сканувального мікроскопа з освітленням досліджуваних мікрооб'єктів в ультрафіолетовому діапазоні**» повністю відповідає вимогам до дисертацій та авторефератів дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, вимогам положення про «Порядок присудження наукових ступенів» та паспорту спеціальності 05.12.17 - радіотехнічні та телевізійні системи, а Баланюк Юрій Вікторович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент зав.
кафедри технічної кібернетики
Одеського національного морського
університету доктор технічних наук,
доцент

В.І. Загребнюк

Лідер
всесвітньої
академії



Л.О. Шоробко