

№ 553/0003, 28.08.2014

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Півторак Діани Олександрівни

**«Оптично-електронна система для реєстрації зображення
об'єктів з великим діапазоном яскравостей»,**

подану на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.11.07 – Оптичні прилади та системи

Актуальність теми дисертаційної роботи

Динамічний діапазон яскравостей в межах поля зору систем реєстрації зображень може істотно перевищувати динамічний діапазон світлочутливих сенсорів, що використовуються в таких системах. Це призводить до втрати інформації про деталі зображення, розташованих в тінях і на світлих ділянках кадру. Для зниження інформаційних втрат в системах реєстрації зображень застосовуються методи просторово-частотної обробки оптичного сигналу, що зводяться, в основному, до подавлення в зображенні низьких просторових частот. До таких методів належать: локальне управління експозицією по кадру, в тому числі за допомогою вибіркової зміни оптичної щільності світлофільтра, встановленого перед фотографічним сенсором; вибіркова зміна світлочутливості кожної елементарної ділянки фотографічного сенсора; додаткове експонування світлочутливої площадки сенсора зображенням, негативним по відношенню до вхідного.

Кожний метод має як переваги, так і недоліки, які накладають обмеження на їх застосування в реальних умовах. Наприклад, використання в якості світлофільтра нерізкої маски призводить до серйозних енергетичних втрат в зображенні, які компенсуються, у випадку фотографічних реєстраторів і при фіксованому відносному отворі об'єктива, збільшенням світлочутливості фотографічного сенсора або збільшенням ефективної витримки затвора фотоапарата. Відповідно, наслідком є зростання шумів та, при наявності зміщення зображення під час експонування, “змаз” в зображенні. Метод подвійного експонування також має суттєвий недолік, так як його застосування призводить до зниження контрасту дрібних деталей результуючого зображення.

Бурхливий розвиток цифрових засобів реєстрації призвів до створення й удосконалення технології HDR (High Dynamic Range), що дозволяє реєструвати зображення з великим динамічним діапазоном яскравості

шляхом синтезу одного зображення об'єкта фотографування з декількох зображень того ж об'єкта, отриманих для різних експозиційних умов. Проте відомі методи даної технології мають недоліки при реєстрації зображень, отриманих в умовах зміщення зображення під час експонування, що знижує їх ефективність.

Таким чином, розвиток математичної моделі енергетичних процесів, що відбуваються при реєстрації зображень з великим динамічним діапазоном яскравості, зокрема в умовах зміщення зображення під час експонування, і створення на основі моделі оптично-електронної системи реєстрації є актуальною науковою задачею, вирішенню якої присвячена дисертаційна робота Півторак Д.О.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується її виконанням відповідно до Державної програми активізації розвитку економіки на 2013-2014 роки (постанова КМ України №187 від 27.02.2013 р.), в рамках державної бюджетної роботи №2646п «Розробка комплексу багатоспектрального моніторингу навколишнього середовища для запобігання аваріям, надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків» (номер державної реєстрації 0112U001489) і безпосереднім зв'язком з планами науково-дослідних робіт приладобудівного факультету на кафедрі оптичних та оптико-електронних приладів згідно НДР № 6714-2 «Розробка системи реєстрації зображення з великим динамічним діапазоном для комплексу неруйнівного контролю» (шифр «Посередник»). Окремі наукові результати роботи отримані при проведенні досліджень відповідно до НДР № 6/18 «Новітні методи обробки інформації в оптично-електронних системах спостереження» (замовник НТУУ «КПІ», наказ № 2-130 від 12.10.2009 р.).

Наукова новизна результатів і висновків

1. Розроблено математичну модель і оптично-електронну систему (ОЕС) для практичної реалізації комбінованого способу реєстрації зображення з великим діапазоном яскравості, що дозволяє підвищити ефективність фотозйомки шляхом обробки реєстрованого сигналу в оптичному каналі.

2. Вперше встановлено характер впливу параметрів основних ланок ОЕС, що беруть участь у реєстрації зображення комбінованим способом, на ефективність зйомки об'єкта фотографування, що має великий діапазон значень яскравості.

3. Розроблено та досліджено ряд алгоритмічних способів реєстрації цифрового зображення з великим динамічним діапазоном, що дозволяють, у порівнянні з існуючими способами, підвищити ефективність фотозйомки за обраним критерієм.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Основні положення, викладені в дисертації, достатньо повно обґрунтовані теоретичними викладками з математичним моделюванням і підтверджені експериментальними дослідженнями. Математичні положення і висновки узгоджуються з результатами робіт провідних фахівців в даній області і їм не суперечать.

Достовірність результатів і висновків

Достовірність результатів і окремих положень дисертації підтверджується застосуванням апробованого математичного апарату, незначною розбіжністю отриманих математичним моделюванням результатів з експериментально отриманими даними. Дані теоретичних залежностей знаходяться в межах довірчих інтервалів.

Наукова значимість дисертаційної роботи полягає в розвитку математичних і апаратно-алгоритмічних засад побудови ОЕС реєстрації зображень з великим діапазоном яскравості, призначеної для зйомки з рухомих носіїв, зокрема аерофотозйомки.

Практичне значення отриманих результатів

Розроблений автором спосіб отримання зображення з великим діапазоном яскравості з серії зображень з малим динамічним діапазоном реалізований при обробці даних неруйнівного контролю якості муфтового ремонту магістральних трубопроводів високого тиску, що підтверджується відповідним актом практичного впровадження. Запропонований комбінований спосіб реєстрації зображень, що перевищує по ефективності відомі способи реєстрації, може бути використаний при розробці нових фотографічних систем, призначених для роботи з рухомих носіїв. Розроблена методика оцінки ефективності може бути використана для аналізу фотографічних систем, що використовують методи узгодження динамічного діапазону оптичного сигналу з динамічним діапазоном фотореєстратора. Основні технічні рішення, запропоновані в дисертації, захищені шістьма

патентами на винаходи України та Росії. Розроблені способи реєстрації зображення з великим динамічним діапазоном знайшли використання в навчальному процесі кафедри оптичних та оптико-електронних приладів НТУУ «КПІ».

Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях

Матеріали дисертаційних досліджень повністю викладені у 26 наукових працях, з них 4 статті у фахових виданнях України, 1 стаття - у закордонному фаховому виданні. Отримано 6 патентів на винаходи і 2 патенти на корисну модель.

Апробація отриманих результатів

Результати дисертаційних досліджень доповідались та обговорювались з 2008 по 2013 роки на 13-и наукових конференціях з публікацією тез доповідей.

Структура роботи, оцінка змісту та оформлення дисертації та автореферату

Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів з висновками по кожному розділу, загальних висновків, переліку використаних джерел з 184 найменувань та одного додатку. Загальний обсяг дисертації складає 230 сторінок, основний зміст роботи викладений на 153 сторінках, містить 123 рисунки і 4 таблиці.

Матеріал дисертації викладений у чіткій логічній послідовності, діловою мовою і підпорядкований досягненню мети дисертаційного дослідження. Висновки по роботі відповідають її змісту, обґрунтовані і експериментально підтверджені. Стиль викладення нових наукових положень, результатів теоретичних і експериментальних досліджень, математичного моделювання і висновків забезпечує доступність їх сприйняття та використання. Застосована у роботі наукова термінологія є загальноновизнаною. Тексти рукопису дисертації і автореферату відповідають вимогам до науково-технічних текстів, викладені грамотно і без суттєвих помилок.

Автореферат дисертації відповідає змісту роботи і повністю відображає основні наукові і практичні результати дисертаційного дослідження. Оформлення автореферату відповідає існуючим вимогам.

Недоліки і зауваження

1. У методиці оцінки ефективності фотографічних засобів реєстрації зображень не враховано вплив низькочастотних шумів оптико-електронного каналу.

2. При розгляді математичної моделі ОЕС з ланкою дешифрувальника не враховано зміни шуму при використанні додаткових оптичних пристроїв (мікроскопа, лупи).

3. Не наведено пояснення вибору в якості тест-об'єкта радіальної 144-секторної міри, даних про методологічні похибки вимірювання роздільної здатності фотографічної системи по даному виду мір для використання в подальших дослідженнях.

4. Автором практично не розглянуто питання впливу на ефективність зйомки неточності суміщення зображень, отриманих в результаті брекети́нгу експозиції. При зйомці з рухомих носіїв зображення серії відрізнятимуться як при послідовній зйомці, зробленій одним фотореєстратором через зміну умов фотографування, так і при паралельній зйомці, зробленій декількома фотореєстраторами через паралакс та відмінності в перспективних спотвореннях.

5. Значна частина символів, що використовуються у формулах, не увійшла до переліку умовних позначень, скорочень і термінів, наведеного на перших сторінках дисертації, що ускладнює вибірковий аналіз виведених залежностей.

Проте вказані недоліки і зауваження не знижують загальної високої оцінки дисертаційної роботи, а, швидше, слугують стимулом для подальших досліджень за даною тематикою.

Висновки

Дисертаційна робота Півторак Діани Олександрівни «Оптично-електронна система для реєстрації зображення об'єктів з великим діапазоном яскравостей» є актуальною завершеною науковою працею, яка вирішує науково-практичну задачу підвищення ефективності засобів реєстрації об'єктів з широким діапазоном яскравості шляхом розвитку математичного опису і удосконалення апаратних методів узгодження динамічних діапазонів вхідного сигналу і реєстратора зображення, алгоритмічного забезпечення цифрової обробки знімків, отриманих в результаті брекети́нгу експозиції.

У цілому, за змістом, оформленням і науково-практичними результатами дисертаційна робота Півторак Д.О. відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук відповідно до пп. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника». Автор дисертаційної роботи Півторак Діана Олександрівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.07 – Оптичні прилади та системи.

Офіційний опонент

**Начальник відділу 33 – в.о. вченого
секретаря ДП «НДІ Квант», к.т.н.**



І.М. Русняк