

№ 554/0003, 28.08.2014

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Півторак Діани Олександрівни на тему: «Оптично-електронна система для реєстрації зображення об'єктів з великим діапазоном яскравостей»,

представлену на здобуття ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.07 — «Оптичні прилади та системи»

### 1. Актуальність теми

Для вирішення завдань отримання зображень віддалених об'єктів і місцевості широко використовується фотозйомка з рухливих носіїв. Широкого розвитку набули методи отримання зображень об'єктів з великим діапазоном яскравості. Найбільш відомим і добре відпрацьованим є метод нерізкого маскування, який отримав поширення в системах проєкційного та копіювального фотодруку. Для цифрових фотографічних систем розроблені спеціальні сенсори, що мають розширений динамічний діапазон, а також методи HDR-технологій реєстрації зображень, засновані на обробці знімків, отриманих в результаті брекетингу експозиції. Кожен з методів реєстрації зображень з великим динамічним діапазоном має свої переваги і недоліки. Завдання вибору найбільш прийняттого методу реєстрації зображень з великим динамічним діапазоном для конкретних умов застосування фотоапарата, оптимізації його параметрів з метою досягнення максимальної ефективності зйомки з урахуванням сучасних вимог є важливою та актуальною проблемою, вирішенню якої і присвячена дисертаційна робота.

Актуальність роботи підтверджується також і її зв'язком з низкою державних наукових досліджень.

### 2. Новизна наукових результатів

У роботі отримані результати, які заслуговують на статус наукової новизни, а саме:

- запропонований цифровий сенсор і комбінований спосіб отримання фотографічного зображення, що дозволяє узгодити динамічні діапазони вхідного сигналу і фотореєстратора;

- результати досліджень характеру впливу параметрів основних ланок, які приймають участь у побудові зображення при використанні комбінованого способу на ефективність фотографічної зйомки об'єкта з великим діапазоном яскравостей;

- розроблені способи реєстрації зображення з великим діапазоном яскравостей шляхом обробки знімків, отриманих в результаті брекетингу експозиції.

### 3. Достовірність та обґрунтованість наукових положень дисертації

базуються на всебічному аналізі виконаних раніше науково-дослідних робіт з предмету дослідження і підтверджується збіжністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень, широкою апробацією отриманих результатів

на практиці. При проведенні теоретичних і експериментальних досліджень використовувалися сучасні методи математичного моделювання, методи просторово-частотного аналізу, методи математичної статистики та обробки експериментально отриманих даних, основні положення теорії оптики, теорії автоматичного керування, теорії електротехніки та схемотехніки.

Основні висновки не суперечать результатам робіт провідних фахівців галузі.

#### **4. Оцінка змісту роботи**

Дисертація містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і додатки.

У вступі визначено актуальність роботи, наведено мету досліджень та завдання для її реалізації, обґрунтовано наукову новизну положень дисертації, що виносяться на захист, обґрунтовано практичну цінність отриманих результатів, зазначено особистий внесок автора в опублікованих за темою дисертації працях.

У першому розділі проведено аналіз апаратних методів реєстрації зображень об'єктів фотографування з великим діапазоном яскравостей в фотографічних системах, показані їх переваги і недоліки. Особливу увагу приділено аналізу методів реєстрації зображень в цифрових фотографічних системах, проаналізовано схеми побудови цифрових фотографічних сенсорів, призначених для роботи в умовах великого інтервалу яскравості в межах кадру. Проведено аналіз алгоритмічних методів реєстрації цифрових зображень з великим динамічним діапазоном. Показані переваги і недоліки кожного методу. Поставлено завдання розробки та дослідження способів реєстрації зображень з великим діапазоном яскравості включаючи і алгоритмічні способи реєстрації зображень з великим динамічним діапазоном.

Другий розділ присвячено розробці нових способів реєстрації зображень з великим діапазоном яскравостей, а також розробці методики оцінки ефективності фотографічних систем з розширеним динамічним діапазоном реєстратора зображення. Вперше запропоновано комбінований спосіб реєстрації зображень, що має переваги відомих апаратних способів, при взаємній компенсації їх недоліків. Для практичної реалізації способу запропонована конструкція фотоапарата і фотографічний сенсор, в яких обробка зображення здійснюється в оптичному каналі за допомогою частотно-вибірчої фільтр-маски, що будується на прозорому елементі, виготовленого з фотохромного матеріалу. Розроблено математичну і просторово-частотну моделі фотографічних засобів, в яких використовується комбінований спосіб реєстрації зображень з великим діапазоном яскравостей.

Розроблено декілька способів реєстрації зображень з великим діапазоном яскравості, що використовують алгоритмічний метод. У відмінності від відомих способів аналогічного призначення, в роботі запропоновано при формуванні результуючого зображення використовувати найбільш інформативні ділянки серії вихідних зображень, отриманих в

результаті брекетингу експозиції.

Новизна запропонованих у розділі способів і пристроїв реєстрації підтверджена шістьма патентами на винаходи України та РФ.

Для проведення порівняльної оцінки відомих і запропонованих способів реєстрації зображень розроблена методика оцінки ефективності фотографічних засобів реєстрації зображення, що використовують різні методи узгодження динамічного діапазону фотореєстратора з динамічним діапазоном вхідного оптичного сигналу. Методика зводиться до розрахунку значення усередненої по полю кадру роздільної здатності, обраної автором в якості критерія оцінки ефективності даних систем.

Третій розділ присвячено теоретичним дослідження впливу процесу узгодження динамічного діапазону фотореєстратора з динамічним діапазоном вхідної оптичного сигналу на ефективність фотографічної зйомки.

Обґрунтована залежність, що визначає роботу експонетричного системи фотоапарата і використовує комбінований спосіб реєстрації зображення. Отримані вирази, що описують вплив на коефіцієнт маскування і просторово-частотні характеристики формованого зображення.

Встановлено характер впливу параметрів основних ланок, що беруть участь у побудові зображення.

Проведена оцінка ефективності запропонованих у другому розділі способів реєстрації зображень з великим інтервалом яскравості.

Четвертий розділ присвячено експериментальним дослідженням впливу процесу узгодження динамічного діапазону фотореєстратора з динамічним діапазоном вхідної оптичного сигналу на ефективність фотографічної зйомки. Заслуговує на увагу великий обсяг проведених експериментів з подальшою статистичною обробкою експериментально отриманих даних. Результати експериментів добре узгоджуються з результатами розрахунків, а значення експериментально певної роздільної здатності не виходять за межі довірчих інтервалів.

У додатках наведені акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

**5. Повнота викладу результатів дисертації в наукових фахових виданнях** не викликає сумнівів як за кількістю статей, опублікованих у цих виданнях, так і за відповідністю їх змісту дисертаційним дослідженням. Всього за результатами дисертації автором опубліковано 26 наукових праць, з них 5 статей у фахових виданнях України (з них 1 стаття в іноземному фаховому виданні), отримано 6 патентів на винаходи України та Росії і 2 патенти на корисні моделі України.

Апробація отриманих результатів є достатньою: зроблено доповіді на 13-и наукових конференціях (з публікацією матеріалів тез доповідей 3 без співавторів).

Зміст автореферату ідентично відображає основні положення дисертації, зокрема наукову новизну та висновки.

### Зауваження щодо змісту дисертації

1. В роботі не розглянуто питання впливу динамічних характеристик фотохромних матеріалів на процес формування нерізкої маски в умовах зсуву зображення.
2. Експериментальні дослідження проводилися в статичних умовах, без імітації зсуву зображення, в той час як в дисертації акцентується увага саме на використанні фотоапаратів з рухливих носіїв.
3. По тексту дисертації допускається порушення єдності термінології. Наприклад, для опису одного і того ж процесу, поряд з терміном «комбінований спосіб реєстрації зображень», використовується термін «комбінований спосіб локального управління експозиції».

Вказані вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи, в якій вирішується важлива науково-прикладна задача вдосконалення оптично-електронних систем для реєстрації зображень об'єктів з великим діапазоном яскравостей, шляхом використання в них комбінованого способу реєстрації та алгоритмічних методів обробки зображень, отриманих в результаті брекетингу експозиції.

### Загальний висновок

Дисертаційна робота «Оптично-електронна система для реєстрації зображення об'єктів з великим діапазоном яскравостей» є завершеною науковою працею, відповідає паспорту спеціальності та вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» щодо кандидатських дисертацій, а її авторка – Півторак Діана Олександрівна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.07 — «Оптичні прилади та системи».

Офіційний опонент  
Головний конструктор напрямку  
казенного підприємства  
спеціального приладобудування  
"Арсенал", доктор техн. наук,  
Заслужений машинобудівник України



С.І. Черняк

Підпис Черняка С.І. засвідчую

Т.в.о. Директора – Головного конструктора  
казенного підприємства  
спеціального приладобудування "Арсенал"



В.В. Єфремов