

СЕКЦИЯ 2
ОПТИЧНИ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

УДК 535.24:628.9

Білінська І.Ю., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

**СИСТЕМА ПЕРЕНОСА ЕДИНИЦЫ СПЕКТРАЛЬНОЙ
ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ (СПЭЯ)
ПРЕЦИЗИОННОЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

Разработкой стендов для измерения энергетических характеристик прецизионных цифровых видеосистем занимаются многие ведущие фирмы в мире. Этими вопросами начали заниматься и в Украине, в частности в связи с разработкой многоспектральных сканирующих устройств космического базирования [1]. Однако при этом возникают проблемы с отсутствием сертифицированных эталонов и необходимых государственных поверочных схем, физическим и моральным износом элементной фотометрической базы, недостаточным развитием научного и методического обеспечения оптических измерений.

В большинстве известных калибровочных установок в качестве источника излучения используется диффузные излучатели. При их калибровке, как правило, используется спектральная плотность энергетической яркости (СПЭЯ), что наиболее точно отображает энергетические характеристики излучателя.

Целью данной работы является метрологический анализ и разработка рекомендаций относительно проектирования системы переноса единицы СПЭЯ установки для калибровки разрабатываемых на Украине МСУ космического базирования от эталона к рабочим излучателям на основе имеющейся и доступной в Украине эталонной и элементной базы.

Основой разрабатываемой системы является оригинальный оптический ослабитель на базе сопряженных интегрирующих сфер и группа измерительных приемников излучения. В работе также приведены результаты детального исследования точности разрабатываемого устройства и разрабатываются рекомендации относительно минимизации основных погрешностей.

Материалы будут полезны специалистам в отрасли прецизионной радиометрии и разработчикам систем ДЗЗ

Ключевые слова: оптическая метрология.

Наук. керівник: Міхеєнко Л. А., к.т.н, доцент

УДК 535.4

Власенко Ю.С., студентка, Колобродов В.Г., д.т.н., профессор

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ДИФРАКЦИОННЫЕ ЛИНЗЫ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Оптическое действие очков, контактных линз, интраокулярных линз и кератопротезов осуществляется за счет преломления лучей света на сферических поверхностях. Хорошо изучены и созданы наиболее оптимальные конструкции таких средств оптической коррекции. В офтальмологии имеется новый подход к созданию оптических средств коррекции зрения. Предлагаемые конструкции используют явления дифракции света.

Для описания дифракционных явлений используется принцип Гюйгенса – Френеля. Он применяется лишь для некоторых простейших частных случаев для дифракции на длинной узкой щели и на круглом отверстии. Волновой фронт в отверстие мысленно разбивают на кольцевые зоны - зоны Френеля. Если в отверстии имеется линза, то на одну из поверхностей этой линзы наносят кольцевой дифракционный рельеф, в результате чего получится дифракционно-рефракционная линза.

Были проанализированы профили дифракционного рельефа с прямоугольным (бинарная конструкция), треугольным и более сложной формы (например, синусоидальным). В линзах с треугольным профилем применяется аподизация глубины рельефа – глубина рельефа уменьшается по мере удаления от центра линзы вдоль ее радиуса. От глубины рельефа зависит распределение световой энергии между дифракционными максимумами (фокусами). Чем меньше глубина, тем меньше энергии приходится на максимум первого порядка, соответствующий ближнему зрению, и тем больше энергии приходится на максимум нулевого порядка, соответствующий дальнему зрению. Дифракционный рельеф с прямоугольным (и синусоидальным) профилем при глубине канавок, соответствующей примерно четверти длины волны, дает три дифракционных максимума, пригодных для формирования изображения - минус первого, нулевого и плюс первого порядка. Расстояние между максимумами может меняться изменением радиусов кольцевых зон, относительная интенсивность максимумов — глубиной канавок, а настройка на индивидуальное зрение — кривизной рефракционной гладкой поверхности.

Ключевые слова: дифракция света, дифракционно-рефракционная линза.

УДК 53.082.5

*Голембовський О.О., студент**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна***СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ
ЗЕМЛІ**

У світовій практиці спостерігається широке використання гіперспектрометрів для дистанційного зондування Земної поверхні з борту літальних апаратів. Перехід від традиційних багатозональних вимірів до гіперспектральних збільшує не лише кількість інформації, але й забезпечує якісно новий характер отриманих даних. За останні два десятиліття за кордоном створено декілька гіперспектрометрів авіаційного та космічного базування. Нажаль можна констатувати деяке відставання розвитку гіперспектральних технологій в нашій країні від світового рівня.

Представлено один з останніх авіаційних гіперспектрометрів. Прилад побудовано по схемі “pushbroom”, тобто в один момент часу реєструється розкладене в спектр зображення вузької смуги земної поверхні перпендикулярно треку літального апарату. Спектральний діапазон 0.5-0.9 мкм. В якості диспергуючого елементу (спектроділителя) використовується скляна призма. Реєстрація зображення проводиться на активно-піксельну кремнієву матрицю.

Викладається методика енергетичного розрахунку, розрахунок спектральної чутливості, оцінка співвідношення сигнал\шум для типових умов зйомки, розрахунок просторового та спектрального розділення, а також питання урахування апаратної функції приладу, його радіометричної та спектральної калібровки, виправлення дисторсії типу “smile”, притаманним призменним спектрометрам. Обговорюються результати лабораторного тестування приладу і порівняння експериментально виміряних характеристик з розрахунковими.

Демонструються результати авіаційних та наземних вимірів.

Розглядаються питання виправлення геометричних викривлень гіперкубів гіперспектрометричних даних, шляхом урахування еволюції носіїв, на основі додаткової синхронної зйомки панхроматичною цифровою камерою.

Питання створення та використання приладів і систем для супутникового моніторингу стану навколишнього середовища.

Ключові слова: гіперспектрометр, дистанційне зондування Землі.

Наук. керівник: Тягур В.М, асистент, к.т.н.

УДК 528.7, 629.78

Гордиенко Ю.А., студент

Национальный технический университет Украины

“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИФфуЗНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОЙ ЯРКОСТИ НА ОСНОВЕ СОПРЯЖЕННЫХ ИНТЕГРИРУЮЩИХ СФЕР

Диффузные излучатели переменной яркости (ДИПЯ) на основе сопряженных интегрирующих сфер предназначены для создания равномерного яркостного поля, изменяющегося в широких пределах. Они широко применяются в измерительной фотометрии, научных исследованиях, установках для калибровки прецизионных оптико-электронных приборов. В связи с этим метрологический анализ ДИПЯ является важной и актуальной в настоящее время задачей. В частности, применение сопряженных первичных сфер позволяет создать лучшие условия для интегрирования светового потока и, как следствие, уменьшает влияние систематических погрешностей в формировании выходного яркостного поля. В связи с этим возникла необходимость детального теоретического исследования ДИПЯ и экспериментальных доказательств.

В работе представлена математическая модель излучателя, методика расчета и рабочие формулы для определения погрешностей ДИПЯ. Проведен анализ, с подробным обоснованием по выбору материалов покрытий интегрирующих сфер и корпусов интегрирующих сфер, а также источников излучения. Приведены особенности энергетического расчета ДИПЯ по заданным конструктивным параметрам.

Приведены экспериментальные результаты касающиеся отдельного исследования равномерности яркостного поля для первичной и вторичной сфер в зависимости от включения различного количества источников излучения, их типа и от расположения в интегрирующих сферах.

Работа будет полезна специалистам в области прецизионной радиометрии и разработчикам оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Ключевые слова: оптическая метрология, диффузный излучатель переменной яркости, системы ДЗЗ.

Научн. руководитель: Михеенко Л. А., доцент, к.т.н.

УДК 681.7

*Грицаєва Д.О., студентка**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна***ВИКОРИСТАННЯ ДЕНСИТОМЕТРА ДЛЯ КОНТРОЛЮ
ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ДРУКОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Шлях друкованої продукції від ідеї до готового відбитку довгий та містить багато етапів, і на кожному з цих етапів можуть виникати помилки, які призведуть до того, що результат не відповідатиме бажанню замовника. На передачу кольорів впливає багато факторів, зокрема, освітленість під час спостереження, склад кольорової суміші, стан обладнання та якість паперу. Завдання поліграфіста – зберегти колір, заданий специфікацією замовника по всьому ланцюжку виготовлення. Тому застосування контрольного обладнання так важливо на кожному етапі виробництва.

Для контролю кольорових характеристик може бути використано денситометр, головною функцією якого є вимірювання оптичної густини шару фарби D :

$$D = \lg(1/R),$$

де R – коефіцієнт відбиття шару фарби, що досліджується.

Нами була запропонована схема ручного денситометра, що працює на відбиття з геометрією вимірювання $0^\circ/45^\circ$. Відмінністю запропонованої схеми є використання датчика кольору, який дозволяє зчитувати інформацію силу світла у кожному з трьох RGB каналів. Коефіцієнт підсилення цього датчика регулюється, а отже, прилад може працювати в широкому діапазоні значень освітленості.

Розглянута схема ручного денситометра також дозволяє виміряти ряд додаткових параметрів: розтискування, баланс «по сірому», відносний контраст друку, помилку кольорового тону, забрудненість кольору. Знання вищезгаданих параметрів та їх відхилень від стандартів допомагають визначити, на якому з етапів друку зроблена помилка, як то невірна рецептура фарби, помилка налаштування обладнання, тощо.

Ключові слова: денситометр, оптична густина, тріадні фарби, баланс «по сірому».

Наук. керівник: Богатирьова Г.В, к.ф.-м.н., доцент

УДК 621.384.3

Даниленко О.М., студент, Колобродов В.Г., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

КООРДИНАТОРИ З МАТРИЧНИМИ ПРИЙМАЧАМИ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Координатор – оптично-електронний прилад (ОЕП), призначений для визначення положення ракети відносно цілі, визначення кута розузгодження між ракетою та ціллю. Сучасна перспектива розвитку даних ОЕП полягає у використанні багатoeлементних (матричних) приймачів випромінювання (МПВ) в своїй конструкції.

Досліджено принципові конструкції координаторів з МПВ та координаторів, працюючих в декількох спектральних діапазонах.

Типова конструкція координатора включає в себе:

- оптичну систему, що збирає потік випромінюваної енергії від цілі та концентрує його на чутливу площадку приймача випромінювання;
- МПВ енергії, який перетворює потік випромінювання в електричний сигнал;
- електричний блок обробки сигналів.

В результаті проведеного дослідження схем побудови координаторів з матричними приймачами випромінювання встановлено, що:

- В якості оптичної системи доцільно використовувати двох-дзеркальну систему Кассагрена з лінзовими компенсаторами аберацій (хроматичних). Доцільно створювати малогабаритні координатори з великим відносним отвором, невеликою фокусної відстанню оптичної системи, малим коефіцієнтом екранування випромінювання.

- Для підвищення заводо захищеності координаторів та підвищення ефективності роботи в якості приймачів випромінювання варто використовувати багатодіапазонні МПВ (ультрафіолетового - UV, видимого, середнього інфрачервоного - MWIR, дального інфрачервоного – LWIR, радіодіапазону - RF). Можливе створення координаторів з декількома приймачами випромінювання різного спектрального діапазону випромінювання.

- В електронному блоці обробки сигналів перспективним є використання блоку нелінійної корекції сигналу (Non-uniformity compensation), нових методів обробки сигналів з МПВ.

Проведені дослідження варто використовувати при виконанні робіт на перших етапах проектування координаторів з МПВ.

Ключові слова: координатор цілі, матричний приймач випромінювання

УДК 528.7, 629.78

*Дейко А.В., студент, Колобродов В.Г., д.т.н., професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТЕСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ

Якщо взяти і сфотографувати один і той самий предмет різними фотокамерами, то отримаємо знімки різного ґатунку. Від чого ж залежить якість фотознімку? Далі мова буде йти про найважливішу характеристику цифрової камери – її просторове розділення, а точніше про функцію залежності просторової контрасту від частоти – модуляційну передавальну функцію.

Традиційні методи вимірювання роздільної здатності цифрових фотокамер можна умовно розділити на два основних види. Перший підхід заснований на прямому вимірі контрасту (або модуляції) від набору **мір** різної просторової частоти. Другий традиційний спосіб заснований на вимірі апертурної характеристики пікселя ПЗЗ. Ці два методи виміру характеристик розділення модифікуються залежно від необхідної точності, оперативності процесу виміру, а також від економічної можливості використання сучасних апаратних і програмних засобів.

Нами запропоновано метод вимірювання МПФ цифрової камери. Він дозволяє виміряти модуляційну характеристику досить точно і не потребує спеціального обладнання і навичок. В якості тест об'єкта використовується Зірка Сіменса, яка має увесь потрібний нам діапазон просторових частот. Тобто ми отримуємо точність з першого метода, а швидкість вимірювання швидша ніж в другому, і не потребує навіть спеціальних математичних перетворювань. Достатньо сфотографувати вимірюваною камерою спеціальну міру, і знімок передати до персонального комп'ютера (ноутбука), де програма побудує вже готову МПФ. Програма сканує отриманий знімок по спіралі Архімеда. Розподілення вздовж лінії сканування являється синусоїдою. Розрахувавши різницю між її максимумом та мінімумом вона визначає контраст, а вимірявши період - просторову частоту (параметри Зірки Сіменса заздалегідь запрограмовані). При скануванні по спіралі Архімеда вона отримуємо плавний перехід по осі просторових частот, проводимо криву, яка з'єднує максимумами отриманої функції – отримуємо МПФ. По графіку можна зробити детальний аналіз кожної з камер: граничну просторову частоту, наскільки падає контраст при тій чи іншій просторовій частоті та ін. Програма може накласти їх один на один для більш наочного порівняння.

УДК 528.7:629.78

Зозуля І.Л., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕЦИЗІЙНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ

Складовими метрологічного забезпечення являються методична, технічна та нормативна бази. Методична база включає:

- визначення вимірювальних величин та їх одиниці вимірювання;
 - метод вимірювання як логічну послідовність операцій, записану в загальному вигляді, що реалізовується в методиці вимірів;
 - єдиний підхід до оцінювання точності результатів вимірів.
- У якості технічної бази використовують системи
- еталонів, калібрувальні установки і пристрої,
 - передачі розмірів одиниць фізичних величин,
 - метрологічної атестації повір очних установок та пристроїв.

Нормативна база включає правила та норми метрологічного забезпечення.

Проаналізовано методи, схеми і засоби абсолютизації вимірювань енергетичних характеристик прецизійних випромінювачів на основі поширеної та доступної в Україні елементної бази.

Було розглянуто і вивчено питання метрологічного забезпечення, яке включає вибір фізичної одиниці вимірів, передачу цієї одиниці від еталона к робочим засобам вимірів, вибір оптимальної вимірювальної схеми і елементної бази, мінімізація похибок всього вимірювального тракту.

Розроблено рекомендації по метрологічному забезпеченню вимірів енергетичних характеристик.

Проведено дослідження характеристик різних типів вимірювальних ламп і наведено ті, які найбільше враховують вимоги до вимірювальних установок передачі енергетичних одиниць вимірювання.

Робота буде цікава для спеціалістів в області оптичної радіометрії і метрології, розробникам систем дистанційного зондування Землі нового покоління, спеціалістам у галузі прецизійної радіометрії.

Ключові слова: прецизійні випромінювачі, метрологія, метрологічне забезпечення, лампи розжарювання, вимірювальні лампи

Наук. керівник: Міхєєнко Л.А., доцент, к.т.н.

УДК 681.78

Кириченко О.М., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦІЙ

В наш час оптоволоконні датчики займають значне місце у розвитку оптичних вимірювальних приладів. Оптоволоконні датчики, виходячи із принципу кодування вимірюваної інформації, можна умовно розділити на групи: фазові; зі спектральним кодуванням; амплітудні; тунельні; поляризаційні. Волоконно-оптичний датчик деформацій відноситься до амплітудних датчиків, які призначені для контролю деформацій в елементах будівельних конструкцій, що знаходяться в умовах дії сильних електромагнітних полів, підвищеної пожежно- і вибухонебезпеки, радіації і таке інше. У основі дії ВОД деформацій лежить залежність коефіцієнта відбиття світла в сенсорному елементі від величини деформацій будівельних конструкцій. Оптична схема сенсорного елемента містить (див. рис.1) ділянку світлопровода, пристрій для передачі і прийому випромінювання (1), і дзеркало (2), розташоване на певній відстані від торця світлопровода.

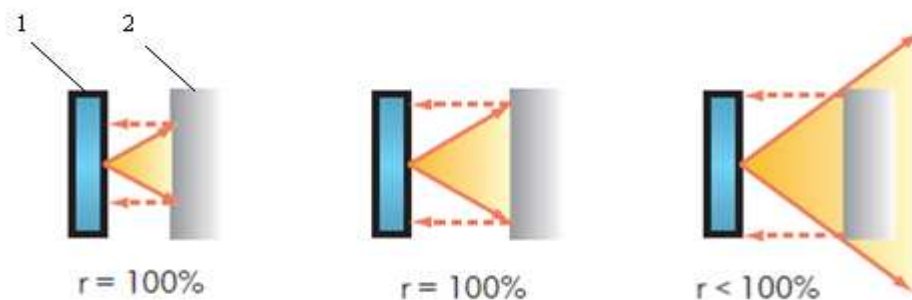


Рис.1

При допущенні, що коефіцієнт відбиття від дзеркала дорівнює 100%, а відбиттям від торця світлопровода можна нехтувати, частка оптичної потужності r , що поступає назад в світлопровід після відбиття від дзеркала, дорівнює:

$$r = 2/p [1/p^2 \cdot \arcsin(p/2) + 2 \cdot \arccos\{(p+2)^{1/2}/2\} - \{(p+2) \cdot (4-p^2)^{1/2}\}/8p],$$
 де $p = 2 \cdot NA \cdot z/a$; NA – числова апертура, що характеризує розбіжність світла на виході зі світлопровода; a – радіус серцевини світлопровода; z – відстань між торцем світлопровода і відбиваючим дзеркалом.

ВОД деформацій має наступні характеристики: діапазон вимірювання деформацій- $0-10^{-3}$ мм; розміри датчика: довжина- 50мм, діаметра- 20мм; погрішність вимірювання- 0,5%; кількість вимірювальних каналів- 1-8; споживана потужність не більше- 2 Вт.

Ключові слова: волоконно-оптичний датчик, деформація

Наук. керівник: Кучеренко О.К., доцент, к.т.н.

УДК 681.784:535.2

Колтун З.В., студентка, Притула А.С., студентка

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСТАЛЬНИХ ОПТИЧНИХ НАКОНЕЧНИКІВ

В сучасній медицині та біології широко застосовуються оптичні методи. Зокрема одним з новітніх методів малоінвазивної хірургії є лазерна. Для транспортування випромінення до операційної зони використовуються волоконні системи. Подібна схема застосовується також для діагностики та терапії в онкології.

Для формування необхідних параметрів лазерних пучків за рахунок корекції вад оптичних волокон в сучасних медичних та наукових центрах почато використання оптичних дистальних наконечників.

Наконечники виготовляються зі спеціального оптичного матеріалу (натурального кварца або синтетичного сапфіра) з певним показником заломлення, характеризується певною довжиною та кутом конусності, радіусами торцевих поверхонь та максимальними зовнішніми діаметрами. Середовищем, в якому функціонує лазерний оптичний наконечник звичайно є повітря. Сформований пучок випромінення може описуватися площиною перетяжки, відстанню до неї, умовними коефіцієнтами, що характеризують форму пучка.

Метою роботи є практичне та теоретичне дослідження розподілу потужності лазерного випромінення (освітленості) в площині аналізу та основних параметрів оптичних наконечників, порівняння отриманих результатів з теоретичними.

Вимірювання проводились на установці, до складу якої входили: пристрої зсуву, He-Ne лазер ЛГН-105, оптичне волокно, наконечник, ТВ-камера. Сигнали з ТВ-камери вводились в ПК. Попередня обробка здійснювалась за допомогою програми ASUS 3400, кінцева обробка проводилась в математичних програмах.

За результатами вимірів були визначені відстані до перетяжки пучка, а також “відстані стійкого випромінення”. Результати практичних досліджень були порівняні з теоретичними розрахунками.

Ключові слова: оптичне волокно, оптичні наконечники.

Наук. керівник: Кравченко І.В., ст. викл.

УДК 621.384.3

Косолапова А.И., студентка

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

МЕДИЦИНСКИЙ ТЕПЛОВИЗОР НА МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕ

Тепловидение – это отображение в инфракрасном свете пространственно-временных характеристик объектов. Известно, что человек производит тепло на уровне клетки. И, несмотря на то, что «тепловая машина» человека устроена достаточно сложно, тепловизоры способны разглядеть в организме области с аномальной температурой, в которых что– то происходит не так.

Благодаря научным исследованиям становится все более очевидным, что целый ряд медицинских проблем может быть решен средствами инфракрасной техники, применение которой базируется на возможности бесконтактного измерения температуры. Многие болезни сопровождаются изменением температуры, и аппаратура, улавливающая эти изменения, оказывается весьма полезной при постановке диагноза. Широко используется такая техника для распознавания различных заболеваний на начальных стадиях в таких областях медицины, как: онкология, неврология, ангиология, травматология и ортопедия, общая хирургия, эндокринология, артрология, оториноларингология, реконструктивно–восстановительная хирургия и т.д.

Существует два класса тепловизионных приборов: на охлаждаемых детекторах и неохлаждаемых – микроболометрах. Болометр – прибор, позволяющий измерить энергию излучения за счет поглощения излучения чувствительным элементом–тонкой проводящей ток пластинкой. В современных матрицах для тепловизоров болометр имеет размер 25 мкм, а главное достоинство такой матрицы в том, что ее не нужно охлаждать. Чувствительные элементы микроболометрических приемников обладают тепловой инерцией, поэтому их максимальная чувствительность достигается на частоте обновления матрицы, не превышающей 50 Гц. Однако такой частоты достаточно для решения большинства задач биомедицинской диагностики.

Итак, было проанализировано современное состояние разработки тепловизоров. Показано, что тепловизоры на микроболометрической матрице имеют температурную чувствительность менее 0,1К, что вполне достаточно для их применения в медицине.

Ключевые слова: тепловизор, микроболометрическая матрица

Науч. руководитель: Колобродов В.Г., д.т.н., проф., зав. кафедры

УДК 629.78

Котляренко Т.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ В ВИДИМІЙ ТА БЛИЖНІЙ ІЧ ОБЛАСТІ СПЕКТРА

Однією з важливих проблем в Україні є недостатність фотометричної бази та держстандартів для вимірювання енергетичних характеристик та калібрування цифрових відеосистем, зокрема оптико-електронних приладів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), внаслідок чого метрологічне забезпечення атестаційних установок є серйозною задачею. Тому потрібна розробка нових систем, що забезпечують більш точні результати вимірювань енергетичних та спектральних характеристик.

Метою даної роботи є аналітичний огляд відомих систем передачі одиниці спектральної густини енергетичної яскравості (СГЕЯ) [1], метрологічний аналіз та розробка нової системи передачі одиниці СГЕЯ та її розрахунок на основі існуючої еталонної бази України.

В роботі проаналізовано похибки систем передачі одиниць СГЕЯ на основі ГОСТ 8.195 (Росія) та відповідного проекту ДСТУ. Показано, що похибка передачі одиниці СГЕЯ становить від 2 до 6% відповідно.

Основу структурної установки передачі одиниці СГЕЯ, розробленої автором, складають: еталонне джерело випромінювання; джерело випромінювання, що калібрується; проекційний об'єктив; комутатор (плоске дзеркало); спектрокомпаратор; монохроматор; вимірювальний приймач випромінювання; підсилювально-реєструючий пристрій. В схемі використано наступні елементи: світловимірювальна лампа СИС 107-1500, галогенна лампа КГМ 30-300, стрічкова лампа СИРШ 2,5-200, вимірювальний фотодіод ФД-24К, неселективний термоелемент РТН-12, фотоелектронний перемножувач ФЕП 118. Прогнозована похибка складас 3 %.

Матеріали будуть корисні спеціалістам в галузі прецизійної радіометрії та розробникам систем ДЗЗ.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, оптична метрологія.

Література:

1. Михеєнко Л.А., Боровицкий В.Н. Метрологическое обеспечение радиометрической калибровки оптико-электронных устройств дистанционного зондирования Земли // Космічна наука і технологія-2009-№5- с.3-15.

Наук. керівник: Михеєнко Л.А, к.т.н., доцент

УДК 535.422

*Кравченко В.О., студент**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна***СЕНСОР НА ОСНОВІ ЕФЕКТА ТАЛБОТА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ АБЕРАЦІЙ ОКА**

Аберометрія має надзвичайно важливе значення перед виконанням лазерної корекції зору людини в ексимер-лазерних операціях. Саме тому важливо досить точно вимірювати значення аберацій людського ока для точної діагностики вад зору пацієнта. Відомо п'ять методів аберометрії. Останнім часом почалися розробки з використанням ефекту Талбота для вимірювання хвильових аберацій ОС ока.

В ньому використовується дифракційна ґратка. Ближнє поле дифракції може створювати зображення періодичної структури, схожої на сітку. У монохроматичному світлі з довжиною хвилі λ можна отримати зображення на фокальній відстані, відомому, як відстань Талбота. Монохроматичне світло падає на екран, що містить чотири щілини, а розташовані по бокам дзеркала віддзеркалюють світло у внутрішню область. В результаті такого віддзеркалення, ефект Талбота може відтворюватися періодично з періодом z_t .

Якщо періодичну структуру, таку як двохвимірний синусоїдальний ґрат, освітлювати монохроматичним світлом так, щоб інтенсивність спостерігалась в площині вхідної зіниці ока, то можна спрогнозувати в певній позиції (в площині Талбота) появу зображення сітки вздовж траси поширення променів. Для формування цього зображення додатковий оптичний елемент не потрібен, а реєстрація зображення виконується детектором, розташованим в одній із площин Талбота.

Якщо оптична система ока містить в собі хвильові аберації, то зображення сітки спотворюється відносно періодичної структури. Місцеве відхилення в кожній точці хвильового фронту вимірюється зрушенням елемента дифракційного зображення в цій точці. Надання інформації про відхилення хвильового фронту виконується спеціально розробленою програмою на комп'ютері або аналізатором, до якого надходить із датчика захоплена дифракційна картинка. Спотворення розраховується згідно алгоритму, котрий записує значення інтенсивності на детекторі. Цей алгоритм базується на перетворенні Фур'є вимірюваної інтенсивності з врахуванням інформації про аберації.

Отримані результати моделювання цього приладу, дають можливість стверджувати, що метод дозволяє отримати точний, невеликий за габаритами офтальмологічний аберометр.

Наук. керівник: Чиж І.Г., д.т.н., професор

УДК 520.353

*Кривенко А.А., студент, Коваль С.Т., доцент, к.т.н.
Киевский национальный технический университет
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*
СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕТОДИОДОВ

Светоизлучающие диоды (СИД) спонтанного излучения, вытесняя накаливаемые и газоразрядные излучатели, становятся обычным стандартом благодаря своим достоинствам (механическая прочность, высокий КПД, большой срок службы, компактность, направленность излучения и т. д.). Многие фирмы, производящие СИДы, продолжают свои работы, в плане повышения мощности и расширения диапазона длин волн излучения. Уже сейчас выпускаются СИДы, работающие в ближнем и среднем ИК – диапазоне, а также в ближнем УФ – диапазоне, созданы СИДы белого свечения с мощностью излучения, превышающей 100 ватт. В то же время следует отметить, что СИДам присущи целый ряд недостатков, таких как снижение мощности излучения со временем в процессе эксплуатации, зависимость от температуры, широкий диапазон разброса значений выходных параметров. Последний недостаток является особенно существенным в тех случаях, когда СИД используется в оптико-электронных приборах с предельно достижимыми выходными характеристиками, так как в режиме регистрации слабых сигналов малейшие отклонения характеристик излучателя от номинальных приводят к значительным ошибкам на выходе. В связи с изложенным очевидна необходимость индивидуального подбора СИДов, если требуется разработать прибор близкий к оптимальному.

Работа посвящена созданию функционально удобного стенда для измерения выходных характеристик светодиодов с помощью виртуальной лаборатории, организованной на базе персонального компьютера и программного обеспечения, воспроизводящего необходимые измерительные приборы. Рассмотрены возможные варианты схемного построения стенда, оценена пригодность известных программ, эмулирующих измерительное оборудование, и приемлемых программ для обработки экспериментальных результатов. Стенд позволяет в режиме оперативного контроля не только обеспечить необходимые измерения с целью контроля СИДов, но и продемонстрировать опыты при выполнении учебного процесса.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, характеристики светодиода, светодиод.

УДК 621.384.3

Крижанівський Я.О., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

**ОПТИКО – ЕЛЕКТРОННІ ЕЛЕМЕНТИ ОГЛЯДОВО –
СЛІДКУЮЧОГО ТЕПЛОВІЗОРА, ЩО ПРАЦЮЄ
В ДІАПАЗОНІ 8 – 12 МКМ**

Принцип роботи оптико – електронної системи кругового огляду побудований на виявленні інфрачервоного випромінювання від нагрітих предметів, таких як нагрітий корпус ракети при пневматичному терті, двигун та вихлопний шлейф. При спостереженні вони можуть знаходитися та спостерігатися на низькій висоті у вигляді повітряних та надводних цілей, наприклад, при запуску ракети з корабля. Як правило, такі системи працюють в спектральному діапазоні 8 – 12 мкм.

Проблеми виникають при зближенні системи з об'єктом на малій відстані, а саме пов'язаних з фоновими ситуаціями, таких як поверхня моря, освітленість сонцем або берегові ділянки зі складним рельєфом. Тоді рівень хибних тривог є недопустимо високим.

Сканування оптичними шарнірами, яке використовується для кругового огляду, призводить до повороту зображення на фотоприймальному пристрої, тому в оптичний тракт доводиться вводити каскад компенсації цього повороту, який в свою чергу призводить до зменшення пропускання тракту, погіршення якості зображення.

При встановленні на кораблях систем такого типу, виникає проблема просторової стабілізації рухомих частин оптичного посту. Основа, на якій розташовані оптичні пристрої, представляє собою диск, який підтримується трьохкаскадною клинковою платформою. Основа та два верхні клина можуть обертатися незалежно один від одного. Їхнє обертання по відповідним командам компенсує кутові коливання оптичних осей через качку корабля. Спільне обертання основи та клинів, забезпечує можливість кругового сканування в стабілізованій системі, одна з осей яких завжди направлена на північ. Відповідні команди формуються у цифрових блоках управління.

Була розроблена математична модель системи кругового огляду, яка дозволила розраховувати максимальну дальність виявлення об'єкта спостереження.

Ключові слова: інфрачервона система кругового огляду, максимальна дальність виявлення.

Наук. керівник: Молодик А.В., д.т.н., професор

УДК 681.586.5

Кудрявцев Р.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ДАТЧИКІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СТРУКТУРАХ

В техніці завжди до основних факторів, які впливають на вибір технологій, відносять розмір, вагу, стійкість до впливів зовнішнього середовища, до електромагнітних завад. В цьому випадку волоконна технологія в порівнянні з електронною має значні переваги: використання невеликої потужності, широка смуга пропускання, завадостійкість, висока чутливість, невисока вартість, довгий строк використання та можливість легкого компонування легких за вагою і невеликих за розмірами волоконно-оптичних приладів та систем.

Основною властивістю інтелектуальних структур є спроможність реагувати на зміну зовнішніх умов та умов експлуатації, і як результат реакції, змінювати свої функціональні характеристики. Такі пристрої набагато ефективніше, повільно зношуються та мають менші експлуатаційні витрати. Крім того, за даними датчиків можна прогнозувати розвиток ситуації у відповідній точці чи масиві. З допомогою комп'ютера фіксуються показники датчика фізичної величини через задані інтервали часу, й «вимальовується» закономірність розвитку ситуації в досліджуваній точці, на основі чого можна прогнозувати стан об'єкту в наступний момент часу та граничний час нормального функціонування об'єкту.

Завдяки великому різноманіттю датчиків маємо широку сферу застосування інтелектуальних структур на їх основі. Зокрема, волоконно-оптичні структури надають можливість створювати для літаючих апаратів своєрідну «нервову систему», використовуючи мультиплексування датчиків відповідних видів. В сучасних літаках волоконно-оптичні датчики можуть використовуватись для оцінки структурної цілісності перед зльотом і в проміжках між польотами, для контролю герметичності й сукупного навантаження. Іншою функцією інтелектуальної структури в літаках може бути вимірювання зовнішніх параметрів, таких як температура, тиск, що надає змогу літакам літати близько до зумовленого конструкцією діапазону режимів безпеки експлуатації, не виходячи за допустимі границі. В сукупності вищенаведені функції дають змогу створити систему, яка автоматично коректує можливість пілота виконувати маневри, ґрунтуючись на здійснювану оцінку структурної цілісності й параметрів літака.

Ключові слова: волоконно-оптичні датчики, інтелектуальні структури.

Наук. керівник: Чадюк В.О., к.т.н, доцент кафедри ЕПП

УДК 681.7:681.4.075

*Куцурук В.Н., студент, Кучеренко О.К., доцент, к.т.н.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*

ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО БЛОКА ТЕПЛОПЕЛЕНГАТОРА

Одной из основных проблем при проектировании оптических приборов является то, что они могут работать в сложных условиях эксплуатации. Диапазон температур, который задается при проектировании, может составлять $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Температура влияет на конструктивные параметры оптических и механических деталей через термооптические постоянные стекол и температурные коэффициенты линейных расширений (ТКЛР) механических деталей.

Вследствие работы прибора в этих условиях, его конструкция претерпевает изменения. Это проявляется в продольных и поперечных деформациях элементов конструкции. При поперечных имеют место сдвиги и пережатия в оправках линз, которые влияют на поперечные и угловые децентрировки. Продольные деформации приводят к расфокусировке прибора и, как следствие, ухудшению качества изображения.

В зависимости от особенностей конструкции, компенсацию погрешностей, вызванных тепловым нагревом, можно проводить по-разному. Основными методами компенсации температурных влияний могут быть: термостабилизация внутри прибора, применение теплофильтров, применение автоматических температурных компенсаторов в виде промежуточных колец, перемещение фотоприемной части с использованием шагового двигателя.

С целью определения возможных величин сдвига плоскости изображения была разработана модель одной из конструкций оптико-механического блока тепlopеленгатора. Исходными данными при моделировании были: конструктивные параметры элементов блока с учетом их расположения в размерной цепи конструкции тепlopеленгатора, температурные характеристики материалов оптико-механического блока, диапазон изменения температур.

Моделирование проводилось с применением построения конструкции в программе SolidWorks. В результате проделанной работы был определен диапазон возможных расфокусировок для принятой конструкции и даны рекомендации по конструкции автоматического компенсатора терморасфокусировки.

Ключевые слова: тепlopеленгатор, качество изображения, термокомпенсация.

УДК 535.4

Кучеренко І.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ФУР'Є-СПЕКТРОМЕТРА, ЩО ПРАЦЮЄ В ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ

Розглянуто основні області застосування Фур'є-спектрометра, що працює в інфрачервоному діапазоні, та проаналізовано можливі досліджувані речовини.

Встановлено, які джерела та приймачі випромінювання можна використовувати при проектуванні Фур'є-спектрометра, що працює в діапазоні 15–105 мкм.

Фур'є-спектрометр – це оптичний прилад, у якому спектральний розподіл знаходять у два прийоми: спочатку реєструється інтерферограма досліджуваного випромінювання, а потім через її Фур'є-перетворення обчислюється шуканий спектр. Змінна частина отриманої інтерферограми пропорційна функції автокореляції досліджуваного випромінювання, відповідно, виконуючи перетворення Фур'є цієї частини, ми і отримуємо спектральну характеристику.

Використання Фур'є-спектрометра дозволяє проводити якісний та кількісний спектральний аналіз, різноманітні аналітичні дослідження оптичних спектрів, визначення концентрацій різних речовин у водних розчинах, плівках, газах, продуктах харчування, ґрунтах та ін.

За допомогою Фур'є-спектрометра можна отримати спектри:

- поглинання етилен-пропіленового каучуку ($\Delta\lambda=48\text{--}105$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм), метил-третил-бутилового ефіру в бензинах ($\Delta\lambda=48\text{--}78$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм), суміші оксидів азоту ($\Delta\lambda=15\text{--}105$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм), парів органічних розчинників (ацетон, етанол, метанол) ($\Delta\lambda=48\text{--}78$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм),

- пропускання проб наркотику, розчиненого у хлороформі ($\Delta\lambda=28\text{--}78$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм), субстанції у таблетках KBr ($\Delta\lambda=30\text{--}105$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм),

- дослідження багатократного порушеного повного внутрішнього відбиття плівки поліетилену ($\Delta\lambda=15\text{--}105$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм), масової концентрації масла у рідкому аміаку ($\Delta\lambda=19\text{--}25$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм), зразків молочних продуктів ($\Delta\lambda=33\text{--}70$ мкм, $R=4\cdot 10^{-4}$ мкм) тощо.

Ключові слова: Фур'є-спектрометр, автокореляційна функція.

Наук. керівник: Богатирьова Г.В., доцент, к.ф.-м.н.

УДК 535.42

Кучугура І.О., студентка, Колобродов В.Г., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

КОНСТРУЮВАННЯ ДИФРАКЦІЙНИХ ЛІНЗ

Дифракційна лінза являється одним із найважливіших дифракційних оптичних елементів, які широко використовуються в оптиці та в інших галузях науки. Наприклад, в офтальмологічній хірургії в якості штучного кришталіка ока. Дифракційна лінза є фокусатором, основною проблемою у створенні якого є досягнення високої енергетичної ефективності при формуванні необхідного розподілу інтенсивності у фокальній площині.

Характеристики дифракційної лінзи необхідно визначати ще на стадії проектування, враховуючи трудомісткість та велику різноманітність варіантів виготовлення дифракційних лінз. Серед характеристик процесів створення й роботи дифракційної лінзи виділимо такі параметри, як фокусна відстань, робоча довжина хвилі, розміри лінзи та фокусної області.

Дана робота була присвячена дослідженню залежності основних параметрів дифракційної лінзи від структури її мікрорельєфу, коефіцієнт пропускання якого змінюється за періодичним законом

$$t_o(r) = \frac{1}{2} [1 + \text{sng}(\cos(\alpha r^2))] \text{circ}\left(\frac{r}{l}\right),$$

$$\text{де } \text{sng}(z) = \begin{cases} 1, \text{коли } z > 0; \\ 0, \text{коли } z = 0; \\ -1, \text{коли } z < 0 \end{cases} \text{ – функція знаку.}$$

Основними задачами були аналіз розподілу інтенсивності світла в площині спостереження, розподіл амплітуди поля за екраном, розподіл інтенсивності в фокальній площині лінзи та визначення її фокусної відстані.

Проведене дослідження показало, що:

1. Дифракційні лінзи можуть мати більше однієї фокусної відстані.
2. Положення фокуса залежить від довжини хвилі, ширини смуг та гармонік, з яких складається коефіцієнт пропускання дифракційної лінзи.
3. Інтенсивність залежить від кількості смуг на пластинці та положення фокусів дифракційної лінзи.
4. Чим більшу кількість смуг має лінза, тим більша енергія концентрується в фокусах.

Ключові слова: дифракційна лінза; штучний кришталік; фокусатор; коефіцієнт пропускання.

УДК 681.7.067.2

Гуз А.В., студент, Лосєва К.О., студент, Кучеренко О.К., доцент, к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ МОДУЛЯЦІЙНОЇ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ (МПФ) ОБ'ЄКТИВІВ

Для експериментального визначення МПФ розроблено ряд методів, що базуються на: інтерферометричному аналізі деформацій хвильового фронту; гармонічному аналізі; частотному аналізі вимірюваної функції розсіювання точки (ФРТ) або лінії (ФРЛ). Аналіз останніх публікацій свідчить про те, що основним методом вимірювання МПФ є частотний метод. Такий метод застосований в стендах, що розробляються на провідних підприємствах оптичної галузі: КП СПБ «Арсенал», Україна; Красногорському оптико-механічному об'єднанні, Росія; підприємстві Карл-Цейс Йена, Німеччина та інших. Основними частинами цих стендів є коліматорний блок, блок базування об'єктивів, що досліджуються, та фотоприймальний блок з прецизійними приводами для переміщень та комп'ютером, який керує роботою стенда та виконує необхідні обчислення. При розробці коліматорного блока основна увага приділяється створенню дзеркального об'єктива з великою фокусною відстанню та апертурою та мінімальними деформаціями хвильового фронту. Блок базування об'єктивів повинен забезпечити закріплення з необхідною точністю об'єктивів, що досліджуються, а також надавати можливість вимірювання МПФ при різних кутах поля зору. Для фотометризування ФРТ або ФРЛ найбільш перспективним є використання електронного сканування зображення тест-об'єкта за допомогою лінійного або матричного фотоприймача. В залежності від спектрального діапазону роботи стенда це може бути ПЗЗ-приймач, або приймач на основі мікроболометрів. При цьому важливо узгодити роздільну здатність приймача з необхідною кількістю дискретних відліків у функції розсіювання(ФР). Для вирішення цього питання може бути використаний високоякісний мікрооб'єктив. Іншим варіантом є застосування мікросканування або спеціального алгоритму обробки зображення ФР з використанням матричного фотоприймача. В склад фотоприймального пристрою необхідно включати прицеві приводи його переміщень на базі крокових двигунів. Приводи використовуються для фокусування, центрування об'єктивів і вимірювання параметрів фокусувальних кривих. Особливість розв'язання зазначених питань при проектуванні стендів вимірювання МПФ розглядається в доповіді.

Ключові слова: якість зображення, вимірювальний стенд.

УДК 621.384.3

Маслак О.Г., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ З МАТРИЧНИМ ПРИЙМАЧЕМ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Фоточутливий прилад – один із важливих елементів оптоелектроніки, в сферу якої входить оптичний зв'язок, обробка інформації та дослідження взаємодії оптичного випромінювання з речовиною.

В даній доповіді проведено аналіз стану розробки та вироблення фотоприймачів та фотоприймальних приладів (ФПП). Розглянуто тенденції в області подальшого розвитку напівпровідникового матеріалознавства для ІЧ-фотоелектроніки, а також можливості розширення функціональності ФПП і шляхи розвитку їх напрямків.

Викладено стан розвитку фотоприймачів на квантових точках і їх місце серед інших ІЧ-фотоприймачів. Показано, що прогрес в технології та конструкції ФП на квантових точках дозволить досягнути високої чутливості та швидкодії, достатніх для практичного використання їх при кімнатній температурі.

В останні роки інтенсивно ведуться розробки двох-діапазонних матричних приймачів ІЧ-випромінювання. Багатоспектральність суттєво підвищує можливість систем ідентифікувати об'єкти. В більшості випадків розділення на окремі спектральні канали виконується «по глибині» (а не по площі) фоточутливого елемента.

Розглянуто твердотільні багатоелементні приймачі випромінювання, котрі по принципу роботи фотоприймального елемента, розділяються на два класи: з координатною вибіркою (прилади з зарядовою інжекцією (ПЗІ)) та з послідовним переносом заряду (прилади з зарядовим зв'язком (ПЗЗ)).

Описаний метод оцінки характеристики безвідмовності матричних ФПП по залежності фотоелектричних параметрів від часу експлуатації. Розраховані співвідношення, що дозволяють описати вірогідність безвідмовної роботи пристроїв через початкові та вимірювальні фотоелектричні параметри і навпаки.

Представлені характеристики ПЗЗ, КМОП, QWIP-матриць, фірми-виробники. Основні галузі застосування таких приймачів зображення в оптико-електронній апаратурі різного призначення.

Ключові слова: фотоприймальний прилад, прилад з зарядовою інжекцією, прилад з зарядовим зв'язком, матричний приймач випромінювання.

Наук. керівник Коваль С.Т., доцент кафедри ООЕП

УДК 535.3

*Медведь И.А., студент, Кучеренко О.К., доцент, к.т.н
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВЛИЯНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

При проектировании оптико-электронных приборов разработчики сталкиваются с проблемой компенсации влияния температуры на выходные оптические характеристики этих систем. К таким характеристикам в первую очередь относятся фокусное расстояние и функция рассеяния, являющаяся одним из критериев качества изображения.

Основными факторами, характеризующими температурные влияния, являются:

- зависимость конструктивных параметров оптических деталей от температуры. К таким параметрам относятся показатель преломления материалов, радиусы кривизны и толщины линз
- в некоторых случаях градиент температур между компонентами оптической схемы вдоль оптической оси, обусловленные необходимостью криогенных охлаждений фотоприемников
- градиент температур внутри элементов оптической схемы из-за их ограниченной теплопроводимости и теплового сопротивления соединения линза-оправа.

Возможными путями компенсации температурных влияний есть применение оптических и механических материалов оптико-механического блока с близкими значениями линейных температурных коэффициентов расширения. Для конструктивной компенсации терморасфокусировки в автоматическом режиме применяют кольца термокомпенсатора. В качестве материала колец применяют сталь, титан, инвар, алюминий, латунь. В тех случаях, когда терморасфокусировки являются значительными применяют жидкостные компенсаторы или электромеханические приводы, перемещающие отдельные компоненты оптической системы, сдвиг которых приводит к стабилизации положения плоскости изображения.

Полное решение задачи компенсации температурных влияний может быть произведено при комплексном моделировании работы оптико-механического блока прибора с использованием таких компьютерных программ как Zemax и SolidWorks

Ключевые слова: термокомпенсация, оптический прибор, компьютерное моделирование.

УДК 681.3.07:681.784

Можарська К.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВИДІЛЕННЯ ЗІНИЦІ ОКА ЯК СКЛАДОВА АНАЛІЗУ ІРИДОДІАГНОСТИЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Іридодіагностика, яка базується на оцінці адаптаційно-трофічних змін райдужної оболонки ока, грає важливу роль для виявлення придбаних і спадкових захворювань людини. Для комп'ютерної іридодіагностики характерні оперативність одержання результату, простота й нешкідливість дослідження, висока інформативність, комфортність для пацієнта та лікаря, раннє виявлення багатьох патологічних зсувів.

Автоматизація процесу іридодіагностики полягає в комп'ютерному аналізі зображення ока, при якому одним з перших кроків є виділення зіниці ока. Цей процес потребує вирішення ряду проблем. Зокрема, на іридодіагностичному зображенні, як правило, є велика кількість крайових точок, що не належить краю зіниці (вії та тіні від них, відблиски тощо) та ускладнюють процес аналізу.

Для вирішення цієї проблеми було розроблено спеціалізований алгоритм виділення краю зіниці. Цей алгоритм враховує, що зображення зіниці містить точки, колір яких близький до чорного, та що воно оточене зображенням райдужної оболонки з точками інших кольорів. Останнє дозволяє знайти прямокутник, який відокремлює зіницю від іншої частини зображення. Ці особливості дозволяють виділити тільки ті крайові точки, що належать краю зіниці, та видалити зображення відблисків.

Крім того, розроблено алгоритм апроксимації форми краю зіниці еліптичною замкненою кривою. Він базується на використанні методу найменших квадратів, який дозволяє знайти коефіцієнти загального рівняння цієї кривої. На основі останнього обчислюється такі характеристики еліпсу, як велика та мала півосі, ексцентриситет, кут нахилу великої півосі. Додатково, обчислюється дисперсія розсіювання точок краю зіниці навколо цього еліпсу. Усі ці параметри можуть бути використані як іридодіагностичні показники.

Переваги та ефективність запропонованих алгоритмів підтверджені результатами чисельного моделювання.

Ключові слова: іридодіагностика, око, зіниця, виділення краю, відблиски, алгоритм, апроксимація.

Наук. керівник: Сокурєнко В.М., доцент, к.т.н.

УДК 681.7:681.4.075

*Муравьев А.В., студент, Кучеренко О.К., доцент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*

ТЕРМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВЫХ ОБЪЕКТИВАХ

Объектив является одним из основных элементов оптического прибора. Он представляет собой оптическое устройство, проецирующее изображение на плоскость. Обычно объектив состоит из набора линз (в некоторых случаях — и зеркал), конструктивные параметры которых рассчитаны для взаимной компенсации аберраций. При проектировании оптических приборов положение плоскости изображения определяется расчетным путем. Расчетными параметрами являются конструктивные параметры объектива: радиусы кривизны линз и зеркал, показатели преломления стекол, толщины оптических элементов и расстояния между ними. Численные значения этих параметров зависят от температуры. При колебаниях температуры изменяются показатели преломления оптических сред, линейные размеры оптической системы, а именно: радиусы кривизны, толщины линз, базовые размеры подложек зеркал. Происходит сложное неравномерное распределение градиента температуры внутри оптического элемента. Как следствие, перемещается плоскость изображения оптической системы, возникают внутренние напряжения в оптических деталях, а следовательно меняется увеличение системы или масштаб изображения. Изменяются также аберрации, обусловленные сложной температурной зависимостью конструктивных параметров и внутренними напряжениями оптических элементов. Если оптический прибор работает в условиях значительного изменения температуры, эти изменения оказывают влияние на работу прибора, поэтому необходимо исследовать влияние температурных эффектов на качество изображения зеркально-линзового объектива.

В докладе приводятся подробные аналитические соотношения, характеризующие зависимость конструктивных параметров элементов объектива от температуры, а также на основе этих соотношений предлагается пример расчета влияния термических эффектов на качество изображения зеркально-линзового объектива. Анализ проводится для материалов, применяемых в оптических приборах, которые работают в ближней и средней инфракрасных областях спектра. Также доклад содержит основные характеристики материалов, применяемых при конструировании зеркально-линзовых объективов.

С помощью программы ZEMAX производится проверка полученных результатов.

Ключевые слова: зеркально-линзовый объектив, термические эффекты, качество изображения.

УДК 621.384.3

*Муха О.О., студент, Колобродов В.Г., д.т.н., професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ОЦІНКА ГРАНИЧНОЇ ДІЇ ЛАЗЕРНОЇ СИСТЕМИ БАЧЕННЯ

Лазерні системи бачення (ЛСБ) відносяться до класу локаційних оптико-електронних систем і призначені для формування зображення віддалених об'єктів з ціллю їх виявлення і розпізнавання в умовах недостатньої освітленості або вночі. Проблема бачення впливає з призначення системи і пов'язана з питаннями встановлення та розпізнавання віддалених об'єктів і, в першу чергу, з встановленням відстані, на якій ці об'єкти встановлюються на границі сприйняття. Найприциповішим для ЛСБ є питання про збільшення дальності бачення і граничних можливостей цього збільшення. Основою підходу до рішення поставленої задачі є застосування чіткої фізико-математичної моделі.

В даній доповіді розглядається можливість отримання такої моделі, на основі сучасного підходу до аналізу системи бачення, що базується на використанні методів теорії переносу зображення, яка в свою чергу спирається на теорію лінійних систем і теорію переносу випромінювання.

Отримана модель, по суті – система математичних залежностей, що дозволяє:

- розрахувати граничні відстані дії ЛСБ для різних рівнів сприйняття зображення, що відповідають критеріям Джонсона, з необхідною вірогідністю;
- врахувати, згідно сучасних уявлень, фізіологічні особливості зорового аналізатора, пов'язані з процесом сприйняття зображення;
- провести аналіз впливу окремих факторів на роботу системи в цілому;
- та інші.

На основі представленої моделі виконано розрахунок граничної дальності бачення об'єкту на фоні морського дна ЛСБ, встановленої на гелікоптері, що здійснює політ над заданою акваторією, в режимі стробіювання приймального каналу. На основі виконаних розрахунків оцінено вплив окремих факторів на роботу системи. Також приведено огляд існуючих ідей і методів збільшення граничної дії ЛСБ.

Ключові слова: лазерні системи бачення, гранична дальність бачення.

УДК 621.384.3

Наздровецький О.О., студент, Колобродов В.Г., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КООРДИНАТОРА РУХОМОГО ТОЧКОВОГО ОБ'ЄКТА

До недавнього часу в більшості інфрачервоних систем слідкуючого типу (системи самонаведення та наведення) використовували одноелементні приймачі випромінювання з виділенням координат об'єкту методом сканування. Поява високоякісних матричних приймачів випромінювання (МПВ) для інфрачервоної області спектру відкрила новий шлях для розвитку таких систем. Це і вимагає розробки нових підходів при визначенні основних параметрів системи.

Одними з основних параметрів для такого типу систем є:

- максимальна дальність дії при заданих умовах;
- ймовірність виявлення та розпізнавання об'єкту;
- порогова освітленість та ін..

При роботі координатора по точковому джерелу випромінювання що рухається, до системи висувається ряд вимог по швидкодії.

На відміну від координаторів з одноелементним приймачем випромінювання основним параметром для МПВ є експозиція:

$$H = E \cdot t_i$$

де t_i – час накопичення (інтегрування) сигналу, E – освітленість в площині зображення.

Об'єкт може рухатися в довільному напрямку з досить великою швидкістю, тому час накопичення сигналу t_i і час перебування зображення об'єкту на пікселі МПВ t_{ia} можуть не співпадати, та ще й при цьому може змінюватися відстань до об'єкту, що впливає на значення сигналу на виході МПВ.

Виходячи з цих міркувань, зрозуміло, що необхідно мати адекватну математичну модель, яка б враховувала час інтегрування сигналу t_i , швидкість руху об'єкту V_t , напрямок його руху відносно оптичної вісі системи, зміну освітленості МПВ об'єктом від зміни відстані до об'єкту. На основі цієї математичної моделі можна оцінити ефективність роботи координатора по даному об'єкту та висунути ряд вимог до параметрів координатора (оптичної системи, МПВ, електроніки та ін.).

В дані роботі розроблено дану математичну модель координатора та проілюстровано можливості цієї моделі щодо оцінки роботи системи об'єкт-координатор.

Ключові слова: координатор, МПВ, математична модель

УДК 528.7:629.78

Нечипорук С.А., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРЕЦИЗІЙНИХ ЦИФРОВИХ ВІДЕОСИСТЕМ

Однією з основних задач в оптичній метрології є здійснення оцінки якості прецизійних цифрових відеосистем (ЦВС). Ця проблема полягає у недосконалоості існуючих методів вимірювання характеристик таких систем, а також непридатність деяких з них в зв'язку з переходом на нові матричні приймачі.

Метою запропонованої роботи є огляд, аналіз і розробка нових методів оцінки якості прецизійних ЦВС, які можна реалізувати на основі еталонної технічної бази, доступної в Україні.

Авторами з метрологічної, конструкторської і економічної позицій розглянуто вітчизняні та закордонні методи оцінки якості прецизійних ЦВС та перелік характеристик, які задають виробники ЦВС. На основі цього було виділено ряд характеристик, за допомогою яких можна провести найбільш повну оцінку вимірюваних ЦВС. До таких параметрів належать: функція передачі сигналу; зонна характеристика; частотно-контрастна характеристика; фоновая характеристика; темнова характеристика. Було враховано основні аспекти і алгоритми проведення оцінки якості ЦВС.

На основі виконаних авторами досліджень було розроблено методику та схеми оцінювання якості прецизійних ЦВС побудованих на базі багатоелементних приймачів випромінювання. Основу вимірювальної установки складає дифузний випромінювач змінної яскравості, ЦВС, яка вимірюється та цифровий мікроскоп. В даних методах застосовуються різні види мір, серед яких за основу було взято чотирьохелементну просторову міру. Перевагою розроблених методів є можливість задання фону, виміру шумів та спотворення зображення при оцінці якості

Дані методи орієнтовані на сучасні прецизійні ЦВС. Авторами також розроблено рекомендації по їх використанню при вирішенні конкретних вимірювальних задач.

Результати роботи будуть цікаві спеціалістам з розробки та експлуатації прецизійних цифрових відеосистем.

Ключові слова: прецизійні цифрові відеосистеми, дифузний випромінювач змінної яскравості.

Наук. керівник: Міхеєнко Л.А., доцент, к.т.н.

УДК 621.384.3

Пивторак Д.А., студент, Колобродов В.Г., профессор, д.т.н.

Национальный технический университет Украины

“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БРЕКЕТИНГА ЭКСПОЗИЦИИ

При фотосъёмке объектов, имеющих большой диапазон яркостей, часть информации может быть потеряна. Основной причиной потери информации является несоответствие диапазона изменения входного сигнала динамическому диапазону приемника излучения (ПИ). При дальнейшей цифровой обработке сигнала ПИ можно повысить качество изображения и привести его к виду удобному для визуализации и дальнейшей обработки.

При цифровой обработке изображений широкое распространение получила технология HDR (High Dynamic Range Image) – изображение с широким динамическим диапазоном, которое формируется за счет нескольких LDR (Low Dynamic Range) изображений, которые получены в результате съемки одного и того же сюжета при разных уровнях экспозиции, так называемого брекетинга экспозиции. Технология HDR позволяет минимизировать информационные потери при регистрации цифровых изображений. HDR-изображение обладает динамическим диапазоном яркостей, значительно превышающим динамический диапазон стандартных устройств отображения (мониторы, фотографии), который не может быть воспроизведен на данных устройствах без дополнительного сжатия.

В работе предложен алгоритм получения результирующего изображения из нескольких первичных изображений, сформированных с помощью брекетинга экспозиции без предварительного преобразования к HDR виду. Алгоритм ориентирован на обработку наиболее часто встречающихся при аэрофотосъёмке сюжетов, имеющих ярко выраженные яркостные области. Алгоритм включает получение гистограммы распределения яркостей изображения, с дальнейшим её анализом. На опорном изображении выбирается основная область, отвечающая критериям качества, остальные области подавляются с помощью нерезкой маски и замещаются в дальнейшем качественными областями, взятыми из других изображений. Рассмотрены вопросы выбора яркостного порога при построении нерезкой маски и вопросы снижения эффекта оконтуривания. Проведена оценка эффективности работы алгоритма для некоторых характерных ситуаций аэроландшафта по критерию усреднённая по полю кадра разрешающая способность.

УДК 621.384.3

Подрыга С.И., студент

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

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ КРУГОВОГО ОБЗОРА

Оптико-электронные системы кругового обзора (ОЭСКО) используют для панарамного наблюдения, поиска, обнаружения, распознавания, сопровождения воздушных, наземных и надводных объектов с определением их пространственных координат и скорости движения объектов наблюдения. Этим обусловлено их разнообразное практическое применение, включая контроль воздушного пространства в ближней зоне, навигацию и управление движением, предупреждение столкновений и др. Часто ОЭСКО используются вместе с другими средствами поиска, в частности, тепlopеленгаторами, которые осуществляют выдачу азимутальных и угломестных координат для наведения луча оптического локатора на объекты.

Для описания работы ОЭСКО была разработана математическая модель, которая учитывает характеристик: объекта наблюдения, фона, атмосферы, оптической системы и приемника излучения. На основании полученной математической модели получена формула для определения максимальной дальности обнаружения – одной из основных характеристик таких систем.

Была исследована оптико-электронная станция кругового обзора «Феникс», разработанная в 2001 году и на основе выведенной формулы максимальной дальности обнаружения были вычислены ее основные параметры, которые обеспечивают заданную дальность обнаружения объекта.

Как один из методов увеличения дальности обнаружения было предложено и рассмотрено совместное использование ОЭСКО и радиолокационных систем (РЛС). Проанализированы значения основных характеристик радара и ОЭСКО: поле зрения по азимуту и высоте, дальность обнаружения, а так же значения погрешностей определения этих характеристик для обеих систем. Были указаны преимущества и недостатки совместного использования РЛС и ОЭСКО при обнаружении и сопровождении движущихся объектов.

Ключевые слова: оптико-электронная система кругового обзора, максимальная дальность обнаружения.

Науч. руководитель: Колобродов В.Г., профессор, д.т.н.

УДК 629.78

Поздняков Д.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФУЗНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА НА БАЗІ ІНТЕГРУЮЧОЇ СФЕРИ З КОСИНУСНИМ ДЖЕРЕЛОМ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Дифузні випромінювачі (ДВ) на базі інтегруючої сфери широко застосовуються у фотометричних вимірюваннях при калібруванні оптико-електронного обладнання, наукових досліджень. Найчастіше у таких випромінювачах використовують галогенні лампи накаливання. Їх головні переваги – високі рівні яскравості, недоліки – значне енергоспоживання та висока температура.

Як перспективні альтернативні джерела випромінювання можуть розглядатися надяскраві світлодіоди. Однак теоретичні дослідження по використанню світлодіодів у ДВ відсутні. Метою даної роботи - є теоретичне та експериментальне дослідження ДВ на базі інтегруючої сфери з використанням надяскравих світлодіодів. У роботі знаходиться отриманий авторами вираз для яскравості вихідної апертури в залежності від конструктивних параметрів сфери і оптичних характеристик світлодіодів. А також розглядаються результати аналітичного дослідження отриманих виразів.

Розробляються практичні рекомендації по проектуванню ДВ на надяскравих світлодіодів.

Результати будуть корисними спеціалістам в галузі оптичної радіометрії та оптичних вимірювань.

Ключові слова: стенди для калібрування обладнання, оптична метрологія.

Література:

1. Міхеєнко Л.А., Микитенко В.І. Теорія дифузного випромінювача на основі інтегруючої сфери // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2005 - №4 - с.106-114.

2. Колобродов В.Г., Микитенко В.І., Міхеєнко Л.А. Стендова апаратура для вимірювання енергетичних характеристик оптико-електронних пристроїв космічного базування// Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2003. - №3. – С.98-103.

Наук. керівник: Міхеєнко Л.А, к.т.н., доцент

УДК 681.7

*Пугачев В.А., студент, Коваль С.Т., доцент, к.т.н.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*
ОСНОВЫ РАСЧЕТА ОЭП С ПЗС МАТРИЦЕЙ

Фотоэлектрические автоколлиматоры (ФА) относятся к прецизионным оптико – электронным приборам, предназначенным для измерения угловых наклонов объектов с достигнутым в настоящее время разрешением порядка 0,001...1 угловой секунды. Последние разработки базируются на использовании многоэлементных приёмников и цифровой обработке информации, благодаря чему удалось существенно улучшить технические показатели. Многоэлементные приёмники позволили существенно расширить угловой диапазон измерений, а цифровая обработка за счёт многократности измерения и статистической обработки полученной информации – повысить точность оценки измеряемого угла наклона. Не уменьшая значимости влияния прочих факторов, стоит всё – таки отметить, что оптическая (первичная) обработка информации во многом определяет пороговое значение угла наклона автоколлимационного зеркала. Так как такая обработка осуществляется в фокальной плоскости объектива ФА, то она сводится к взаимодействию автоколлимационного изображения марки (диафрагмы) и активных ячеек многоэлементного приёмника. Понятно при этом, что при выборе приемлемого типа приёмника с известными параметрами структуры матрицы, выбору топологии элемента, изображаемого в фокальной плоскости, необходимо уделить особое внимание.

В работе на основе представленной модели растровой системы анализатора ФА получено математическое выражение фотоэлектрического сигнала на выходе приёмника. Используя пространственно – частотный анализ, изучено влияние различных типов марок на формирование сигнала, в результате чего сделаны обобщающие выводы для однокоординатного ФА и приведены практические рекомендации.

Ключевые слова: фотоэлектрический автоколлиматор, растр, приёмник излучения.

УДК 535.241.63

Свєшніков В.С., студент, Дідух Н.І., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МОЖЛИВОСТІ, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАД'ЯСКРАВИХ СВІТЛОДІОДІВ У РАДІОМЕТРІЇ

З появою над'яскравих світлодіодів на основі InGaN перспективним стало їх використання в радіометрії для атестації прецензійних оптоелектронних систем.

На даний час в США та Європі вже розроблено еталонні метрологічні бази для вимірювання характеристик та параметрів світлодіодів. В Україні такі бази поки відсутні, що надає актуальності їх розробці.

Зокрема, постають питання розробки методів вимірювання і розрахунку таких основних параметрів та характеристик над'яскравих світлодіодів і пристроїв на їх основі:

- індикатриси випромінювання (по силі світла та яскравості) у відносних величинах;
- індикатриси випромінювання (по силі світла та яскравості) у абсолютних величинах;
- інтегрального потоку по значенням абсолютної індикатриси;
- сили світла в абсолютних величинах в дальній зоні;
- тонкої структури світла в ближній зоні;
- яскравості світлодіодної матриці;

Для вирішення цих задач в даній роботі пропонується використати установку на основі оптичної скам'ї ОСК2, на якій розташований поворотний столик з лімбом і вимірюваним зразком світлодіода чи матриці світлодіодів, що живляться від блоку живлення постійного струму Б5-29. В якості реєструючого пристрою використовуються люксметр (ТЭС-0693) і мікрофотометр (оригінальний). Діапазон вимірювання стелу не менше $10 \dots 10^5 \frac{\text{Кд}}{\text{м}^2}$; порогова чутливість не більше $1 \frac{\text{Кд}}{\text{м}^2}$ (при $\mu = 100$); похибка вимірювання не більше 0,1; розмір вимірюваного зразка $\varnothing 2,5 \dots 15$ мм.

В доповіді також наводяться результати експериментальних вимірювань основних параметрів декількох типів світлодіодів, світлодіодної матриці, методи розрахунку інтегрального потоку по даним вимірювань.

Ключові слова: використання світлодіодів у радіометрії, методи вимірювання характеристик світлодіодів.

Наук. керівник: Міхєєнко Л.А., доцент, к.т.н.

УДК 535.2

*Семенюк В.В., студент**Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина***ИЗМЕРЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ВОЛНОВОГО ФРОНТА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОЧЕЧНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО
ФИЛЬТРА**

Известен метод контроля формы оптических поверхностей с названием “метод ножа Фуко”. Этот метод может быть использован для измерения деформации волновых фронтов, в связи с чем ведутся исследования возможности использования метода в офтальмологической аберрометрии. Пространственным фильтром в таких аберрометрах вместо ножа Фуко используется микродиафрагма, перемещаемая в зоне “воздушного” изображения освещённого микро участка сетчатки глаза. “Воздушное” изображение – изображение указанного участка сформированного в обратном ходе лучей оптической системы глаза.

Пространственный фильтр должен за время 0.2-0.5 секунды устанавливается в 50-100 точках пространства, которое занимает “воздушное” изображение. Для этого требуется привод, дающий возможность осуществлять такое перемещение микродиафрагмы.

Задача данной работы заключалась в создании контроллера, позволяющего реализовать такой привод.

Контроллер был создан на базе микроконтроллера АТМega8-16PU для одновременного управления тремя шаговыми двигателями с поворотом вала двигателя на шаг 1.8° . При этом управление можно осуществлять как в ручном так и в автоматическом режиме. Для этого используется компьютер и специальная программа. Из-за принципиальной разности получения логических нулей и единиц для связи с компьютером используется буферная микросхема МАХ232. В контроллере реализована возможность изменения скорости и направления вращения вала двигателя.

Разработанная схема позволяет совершать до 300 шагов в режиме 1/8 шага и 2000 шагов секунду в режиме целого шага, что позволяет осуществить требуемые для решения задачи перемещения микродиафрагмы.

Ключевые слова: волновой фронт, метод ножа Фуко, шаговый двигатель, контроллер.

Научн. руководитель: Чиж І.Г., професор, д.т.н.

УДК 621.384.3

Серый Е.А., студент, Колобродов В.Г., профессор, д.т.н.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СИСТЕМА СМОТРЯЩЕГО ТИПА

В наше время тепловизионные системы (ТС) находят применение в дефектоскопии, медицине, диагностике энергосетей, разведке и т.д. Основу ТС составляют приёмники, чувствительный к ИК-излучению, которые преобразуют энергию теплового излучения тел в электрический сигнал. Создание и усовершенствование матричных приёмников ИК-излучения (МПИ) большого формата дало возможность отказаться от систем оптико-механической развертки и получить ТС смотрящего типа.

Большое количество ТС в качестве приёмников излучения (ПИ) используют фотонные МПИ на основе КРТ (твердый раствор телурида кадмия и ртути). МПИ на основе КРТ имеют уникальные физические свойства, что позволяет получать предельные значения обнаружительной способности, и относительно малую инерционность. Число элементов матрицы превышает миллион и это не предел. Такие ПИ разрабатываются с 70-х годов XX ст., поэтому технология их изготовления хорошо отработана. Основным недостатком таких ПИ является потребность в криогенном охлаждении, что существенно усложняет конструкцию и увеличивает стоимость ТС.

В настоящее время все большее распространение получают микроболометрические неохлаждаемые ПИ. Базовая структура такого ПИ состоит из двух компонентов: поглотителя ИК-излучения и терморезистора. Недостатком является то, тепловые процессы микроболометра в общем случае не линейны, что приводит к затруднению анализа. Температурная чувствительность приближается к фотонным ПИ. Отсутствие криогенных систем позволяет значительно уменьшить стоимость и упростить конструкцию.

Микроболометрические неохлаждаемые матрицы можно считать наиболее перспективными, а методики их изготовления в наибольшей степени совместимы с современными тонкопленочными микроэлектронными технологиями.

Была разработана математическая модель ТС, которая использует микроболометрический МПИ. Анализ этой модели показал, что такая ТС имеет чувствительность менее 0,1 К.

Ключевые слова: тепловизионная система, микроболометрический матричный приёмник излучения.

УДК 535.8

*Слива С.С., студент**Національний технічний університет України**“Київський політехнічний інститут”***ТРИАНГУЛЯЦІЙНИЙ ДАТЧИК ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ**

Розвиток мікроелектроніки, лазерної та комп'ютерної техніки створив умови для широкої автоматизації найрізноманітніших процесів у промисловості і технологіях, наукових дослідженнях, медицині, побуті. Проте, реалізація цих умов у значній мірі визначається можливостями пристроїв для отримання інформації при регульованому процесі, досліджуваному параметрі або явищі. Такі прилади, називаються датчиками або «сенсорами». «Сенсоризація» виробничої та наукової діяльності може розглядатися як третя промислова революція услід за першими двома :машинно-енергетичною та інформаційно-комп'ютерною.

Потреба в датчиках розвивається у зв'язку зі швидким розвитком автоматизованих систем контролю і управління, впровадженням нових технологій і переходом до гнучкого автоматизованого виробництва. Для використання в цих системах датчики, окрім високих метрологічних характеристик, повинні володіти надійністю, довговічністю, стабільністю, малими габаритами, масою та енергоспоживанням, сумісністю з мікроелектронними і комп'ютерними пристроями обробки інформації, низькою собівартістю. Найбільше цим критеріям задовольняють оптико-електронні датчики.

Під оптоелектронікою ми розуміємо галузь науки і техніки, яка займається вивченням питань сумісного використання оптики і електроніки. Оскільки оптичні елементи, такі як лінзи і призми мають завжди бути зафіксовані в просторі за допомогою механічних частин, часто з високим ступенем точності, оптичні прилади зазвичай складаються з виготовлених і зібраних з високою точністю елементів. Оптичні прилади також часто мають вбудований комп'ютер. Якщо ми хочемо розробляти, конструювати і проводити оптичні прилади, нам необхідні знання в області оптики, електроніки і високоточної механічної обробки, а також в області комп'ютерних технологій і програмування. Для того щоб перевести світлові сигнали в електронні, існують світлочутливі детектори, які генерують електричний сигнал коли на них потрапляє світло. До початку 1970-х років як світлочутливі детектори використовувалися: болометри, селенові фотоелементи, фотоелементи, фотодіоди. Проте в 1971 році були винайдені так звані матриці ПЗС (CCD) в AT&T Bell Telephone Lab в США.

Наук. керівник: Тягур В.М., асистент, к.т.н.

УДК 535.3

*Тимофєєв О.С., студент, Мошковська Т.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ФАЗОВІ СИНГУЛЯРНОСТІ В ОПТИЧНИХ ПОЛЯХ

Розглянуто методи та алгоритми аналізу якості оптичних дифракційних елементів, які можуть бути використані для вирішення різноманітних задач в сингулярній оптиці.

Серед напрямів, де використовуються оптичні фазові сингулярності, можна виділити наступні: атомний (лазерний) пінцет; атмосферний оптичний зв'язок; волоконно-оптичний зв'язок; цифрова голографія; створення коректорів хвильових фронтів та просторових фільтрів для оптичних систем обробки інформації і оптико-цифрових процесорів; метрологія; мікроскопія ближнього поля; тощо.

Хвильовий фронт світлового пучка, що близький за своїми властивостями до плоскої або сферичної хвилі, виглядає як сукупність поверхонь, що не перетинаються. При наявності оптичних вихорів в лазерному випромінюванні, поверхня хвильового фронту має особливості – гвинтові чи крайові дислокації. В самій особливій точці амплітуда світлових коливань обертається в нуль, а це означає, що виключається необхідність в визначеності фази. Основна особливість гвинтової дислокації полягає в тому, що при обході навколо неї по поверхні хвильового фронту фаза змінюється на $2\pi m$.

Засобами формування сингулярних пучків є:

- створення спеціальних резонаторів;
- пропускання лазерного випромінювання крізь спеціальні середовища з градієнтною зміною показника заломлення;
- пропускання гаусових пучків крізь синтезовані дифракційні оптичні елементи.

Дифракційні оптичні елементи (ДОЕ) – це оптичні елементи, що реалізують перетворення хвильового фронту падаючої хвилі в результаті дифракції світла на мікроструктурі елементу, виконаного на поверхні заданої форми. Першими ДОЕ можна вважати плоскі дифракційні ґратки та кільцеві зонні пластинки Френеля.

В роботі було досліджено якість сформованого сингулярного пучка, який отримано при проходженні лазерного променя крізь ДОЕ. Зроблено висновок про те, що спотворення розподілу інтенсивності у поперечному перетині таких пучків обумовлене дискретністю малюнку ДОЕ та негаусовим характером розподілу поля на вході.

Ключові слова: дифракційний оптичний елемент, сингулярна оптика.

Наук. керівник: Богатирьова Г.В., доцент, к.ф.-м.н.

УДК 621

Федорова Е.И.

Белорусский национальный технический университет (г. Минск)

УПРАВЛЕНИЕ ЦВЕТОМ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АДАПТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Комплексная задача создания комфортной световой среды, эстетичности освещаемого пространства и экономии электроэнергии в помещениях может быть решена путём создания адаптивных осветительных систем, представляющих оптимальную, изменяющуюся в течение дня комбинацию естественного, искусственного общего и локального освещения. При этом необходимы эффективные методы контроля и моделирования, позволяющие быстро и точно определять и воспроизводить фотометрические и колориметрические характеристики объектов – световые распределения в пределах помещения. Такие методы предполагают использование систем технического зрения и специального программного обеспечения, которое в настоящее время представлено достаточно широким спектром пакетов программ, выполняющих светотехнические расчёты. При этом важной проблемой является получение достоверной измерительной информации, так как в настоящее время производители цифровой техники не придерживаются единого стандарта относительно воспроизведения графических данных передающими устройствами, возможности цветопередачи которых ограничиваются их цветовыми охватами. В области перекрытия цветовых охватов передающих устройств обработка графических данных сводится к автоматической аппроксимации цвета посредством сравнения с встроенными в программное обеспечение цветовыми мишенями.

Целью данной работы является разработка рекомендаций в области методов измерения цвета, основанных на использовании систем технического зрения и технологиях обработки графических данных, позволяющих осуществить моделирование и контроль световых распределений в жилых и производственных помещениях с учётом биологических и энергосберегающих аспектов. Для достижения поставленной цели были разработаны физическая и математическая модели измерений фотометрических и колориметрических характеристик объектов, основанные на применении систем технического зрения, предполагающие многократную цифровую регистрацию объекта с различными значениями времени экспозиции, обработку полученных цифровых изображений с использованием стандартных цветовых пространств (например, L^* , a^* , b^*). Выявлены источники неопределённости фотометрических и колориметрических измерений с применением систем технического зрения и цифровой обработки графических данных.

Науч. руководитель: Савкова Е.Н., к.т.н., доцент

УДК 681.7.014.2

Фесенко А.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АВТОКОЛІМАЦІЙНИХ ОКУЛЯРІВ

Одним із перспективних способів вимірювання кутів – автоколімаційний. При проектуванні автоколіматорів, для використання даного способу вимірювання, однією з задач інженера є вибір типу автоколімаційного окуляра.

Для спрощення проектування інженер повинен мати уявлення про вже існуючі автоколімаційні системи і вибрати найбільш відповідну до поставленої задачі. Для цього класифікуємо всі автоколіматори на такі групи: з використанням світлоділильного кубу та без нього. Цей критерій використано тому, що світло ділильний куб є найбільш розповсюдженим та легким у виготовленні, але має деякі недоліки, що роблять його непридатним до використання за певних умов. До недоліків можна віднести великі втрати світла та внесок аберацій. До переваг – можливість використання великого збільшення окуляра, за рахунок маленької відстані від сітки. До автоколімаційних систем не маючих кубу відносяться окуляр Аббе, Лінніка, Тудоровського, Захар'євського, Монченко та інші. Перевагами окуляра Аббе є його велике світлопропускання, недоліки – частина поля зору закрыта приклеєною призмою. Відмінність окуляра Лінніка заключається у великій яскравості автоколімаційного зображення, а до недоліків можна віднести складність його виготовлення. Відмінністю окуляра Захар'євського являється те, що він дає різко обрисоване без ореолів автоколімаційне зображення та має велике світлопропускання, його ж недоліком є неможливість використання короткофокусних окулярів та складність розташування двох призм одна відносно другої. До переваг окуляра Монченко можна віднести велику світлопропускаємість (до 40%), але він має складну конструкцію, що затрудняє його виготовлення, складність знаття відліку та складність використання короткофокусних окулярів.

Також автоколімаційні автоколіматори можна поділити ще по іншому принципу: фотоелектричні та зорові. Зорові автоколіматори це прилади де вимірювання проводиться безпосередньо за допомогою око людини. Фотоелектричні – за допомогою фотоприймача. Їх різниця в реалізації заключається в тому що для фотоприймача необхідна інша оптична система.

Завдяки систематизованим знанням про види автоколіматорів в подальшій роботі людини задача буде спрощена.

Наук. керівник: Боровицький В.М., доцент, к.т.н.

УДК 621.391.161

*Харитоненко К.В., студент**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна***ЦИФРОВА ОБРОБКА ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ЗОБРАЖЕННЯ З
МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ТОЧКОВОГО ОБ'ЄКТА**

Однією з основних проблем, пов'язаних з використанням матричних приймачів випромінювання в тепловізійних системах при виявленні точкових об'єктів, є неоднорідність чутливості окремих пікселів та значна різниця яскравості фрагментів зображень, які спостерігаються одночасно. Також виникають проблеми через низьку контрастність зображення.

Для зменшення впливу шуму здійснюється згладжування неоднорідності окремих пікселів за допомогою процедури калібрування методом двоточкової корекції. Кожен наступний кадр безпосередньо перед застосуванням піддається поелементній обробці для двох значень температури. Після декількох груп кадрів формуються та зберігаються в пам'ятовуючому пристрої таблиці поправочних коефіцієнтів і дефектних елементів для забезпечення програмної корекції значень кадрів при роботі в реальному масштабі часу, в яких міститься інформація про дефектні пікселі, методи їх обробки та інформація про «правильні» пікселі. Після закінчення калібрування кожний наступний кадр обробляється в режимі реального часу згідно з отриманими поправочними коефіцієнтами.

Метод підкреслення об'єкту на фоні атмосфери передбачає використання відмінності просторових спектрів випромінювання об'єкту та більш холодного протяжного атмосферного фону. Використовується оцінювання спектральної щільності потужності випромінювання на базі аналізу нормованих коефіцієнтів взаємної кореляції для рядків цифрового масиву отриманого зображення, що знаходяться поряд. Присутність зображення теплового об'єкта в певному елементі масива зображення спричинить послаблення кореляційних зв'язків. При цьому нормовані коефіцієнти взаємної кореляції сусідніх рядків, стовпців масива зображення, в яких знаходиться зображення об'єкта, знижуються у порівнянні зі значеннями для рядків і стовпців, в яких його немає. На цьому принципі створено просторовий фільтр, що працює в режимі реального часу, який реалізовано за допомогою програмного засобу MATLAB.

Ключові слова: цифрова обробка, виявлення, атмосферний фон

Наук. керівник: Колобродов В.Г., докт. техн. наук, професор

УДК 528.7, 629.78

Цушко П.М., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОЕП (ПРИЛАДІВ) ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ (ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ)

Одною з основних проблем при дослідженні приймачів випромінювання (ПВ) є відсутність комплексних автоматизованих засобів вимірювання в сучасних лабораторіях учбових закладів України. Завдяки тому, що ПВ мають цілий ряд параметрів та характеристик, для отримання яких необхідно мати декілька схемотехнічних рішень, буде доцільно об'єднати ці рішення в єдиний універсальний стенд, віртуальну лабораторію.

Будь-який персональний комп'ютер (ПК) може бути перетворений в достатньо потужний вимірювальний комплекс, якщо забезпечити йому один чи декілька аналогових входів та виходів. Його клавіатура та екран дозволяють суттєво розширити можливості вимірювання у порівнянні з тими, що можуть дати мультиметр або осцилограф. Більш того, обчислювальна потужність ПК дає можливість обробляти отриманні дані будь-яким чином, навіть застосовувати найскладніші сучасні перетворення.

Віртуальний прилад представляє собою комплексне програмне забезпечення, встановлене на персональний комп'ютер, а також деякий інтерфейсний прилад, який забезпечує доступ ПК до тих фізичних величин та процесів, які будуть ним оброблені.

В даній роботі розглядаються методи отримання параметрів та характеристик одноелементних приймачів випромінювання на базі віртуального вимірювального комплексу та проводиться порівняльний аналіз основних схем та установок, що потрібні для реалізації цих методів.

Робота буде цікава та корисна спеціалістам-метрологам, які займаються проектуванням та розробкою лабораторної вимірювальної оснастки.

Ключові слова: віртуальна лабораторія, параметри та характеристики приймачів випромінювання, вимірювання на базі ПК.

Наук. керівник: Коваль С.Т., доцент, к.т.н.

УДК 535.3

*Чорноусов О.В., студент**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна***ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ
ЗДАТНОСТІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ**

При отриманні зображення з допомогою оптико-електронних систем з матричним фотоприймачем виникають проблеми, пов'язані з обмеженою просторовою частотою розділення. Проблема існує тому, що оптичні системи як і приймачі випромінювання мають обмежені розміри та є фільтрами високих частот. Ця властивість послаблювати високі частоти позначається на здатності всієї системи в цілому розділяти малі деталі об'єктів. Для отримання більш якісних зображень з допомогою оптико-електронних систем, необхідно покращувати параметри як оптики, так й приймача випромінювання, оскільки гранична частота пропускання всієї системи визначається за гіршою з цих підсистем.

Створення загальної моделі оптичної системи в частотному вигляді ускладнюється ще й наявністю в ній аберацій. По цій причині в даній роботі розглядаються лише оптичні системи, обмежені явищем дифракції. В такому випадку на пропускну здатність оптики в системі впливає світловий діаметр оптичних елементів. Для матричного приймача обмеженням є фіксована кількість фоточутливих елементів та їх кінцеві лінійні розміри.

В доповіді розглядається розроблений алгоритм моделювання роботи оптико-електронної системи з матричним фотоприймачем в частотній області спектру, що може бути використаний для проведення математичних експериментів для визначення цифрових фільтрів підвищення роздільної здатності отриманого системою зображення.

Під час експериментального дослідження роздільної здатності оптико-електронної системи отримані статистичні дані, які добре узгоджуються з результатами, розрахованими за допомогою математичної моделі.

Розроблений алгоритм та математичний апарат можуть бути використані для попереднього аналізу оптико-електронних систем без їх безпосереднього виготовлення. Представлені матеріали дозволяють розробити цифрові фільтри, які підвищують роздільну здатність оптико-електронних систем для вибраної смуги частот. Такі фільтри доцільно також застосовувати для виявлення об'єктів відомих розмірів на зображенні, отриманому оптико-електронною системою.

Ключові слова: роздільна здатність, оптико-електронні системи.

Наук. керівник: Боровицький В.М., доцент, к.т.н.

УДК 681.784

Якименко Т.М., студент, Афончина Н.Б., аспірант

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МЕТОД ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ХВИЛЬНОЇ АБЕРАЦІЇ І КАРТИ РЕФРАКЦІЇ ПО КОНТУРАМ ІЗОДІОПТРИЙНИХ ЗОН

В раніше опублікованих роботах був запропонований новий метод аберометрії, оснований на використанні модифікованого методу Фуко. Цей метод полягає в тому, що при наявності аберацій в оптичній системі ока в площині фотоприймача реєструються картини ізодіоптрійних зон, по яким встановлюється розподіл рефракції в площині зіниці, а також відновлюється функція хвильової аберації ока.

Головною задачею цієї роботи є розробка математичного апарату формування даних, отриманих із картин ізодіоптрійних зон. Для розв'язання цієї задачі було досліджено характер змін ізодіоптрійних зон, пов'язаний із збільшенням амплітуд кожної абераційної моди від першого до четвертого порядку включно, а також запропоновано метод визначення кутових поперечних аберацій по координатам точок контурів, які обмежують ізодіоптрійну зону.

Дані про кутові поперечні аберації дозволяють після відповідної математичної обробки з застосуванням методу найменших квадратів знайти коефіцієнти апроксимації функції хвильової аберації або поліноми Церніке, які широко використовуються в оптичному приладобудуванні. З результатів відновлення функції хвильової аберації знаходять основні абераційні параметри та характеристики ока.

Встановлено межі переміщення мікродіафрагми, які дозволяють реєструвати ізодіоптрійні зони фотоприймачем із заданою апертурою при заданому діапазоні зміни величини аберації.

Запропоновано метод відтворення абераційної складової рефракції, який зводиться до опису розподілу локальної аметропії на вхідній зіниці у вигляді приросту оптичної сили реального ока відносно оптичної сили безабераційного ока в Дптр.

Ці матеріали були використані при проектуванні оптичної системи рефрактометра, виконанні габаритного розрахунку, розробці програмного забезпечення тощо.

Ключові слова: метод Фуко, ізодіоптрійні зони, функція хвильової аберації, карта рефракції.

Наук. керівник: Чиж І.Г., професор, д.т.н.

УДК 532.61

*Ярошенко В.О., студент, Боднар Р.Т., канд. техн. наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019*

ОПТИЧНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРАХ ДОВІЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ

При транспортуванні і зберіганні рідин, особливо нафтопродуктів, виникає проблема контролю кількості рідини в резервуарах в умовах, коли днище резервуара знаходиться в негоризонтальному положенні. У зв'язку з цим практикам важко встановити точну кількість рідини в резервуарах.

Для вирішення цієї проблеми розроблено математичне рішення задачі, принцип дії приладу для визначення кількості рідини в нахилених резервуарах різної форми з люком та його структурна схема.

Для реалізації методу контролю об'єму рідини в нахиленому резервуарі розроблено оптико-електронний прилад, в якому одночасно визначається відстань від центра люка кришки резервуара до поверхні рідини та кут нахилу резервуара.

Кут нахилу визначається за допомогою оптико-електронного давача, принцип дії якого полягає в зміні опору фоторезисторів при переміщенні рівня непрозорої рідини всередині закритої кювети, яка освітлюється плоскопаралельним рівномірним світловим потоком. Електричний сигнал розробленого давача буде пропорційним тангенсу кута нахилу.

Для визначення відстані від центра люка кришки до поверхні рідини використано триангуляційним методом. Суть останнього полягає в скануванні лазерним променем поверхні рідини і вловлення фотоприймачем максимального відбитого сигналу. Сканування лазерним променем здійснюється за допомогою малогабаритного крокового двигуна, що дозволяє точно встановлювати кут повертання напівпровідникового лазера за кількістю керуючих імпульсів на кроковий двигун.

Отримана інформація від давача кута нахилу резервуара і кута повертання крокового двигуна поступає на мікропроцесор, де обробляється за розробленим алгоритмом. Результати вимірювання виводяться на табло і запам'ятовуються.

1. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов// Учебн. пособие для приборостроительных вузов.– Л.:Машиностроение, 1983.– 696 с.

Ключові слова: нахилений резервуар, об'єм рідини, оптичний метод.