

СЕКЦІЯ 2

ОПТИЧНІ ПРИЛАДИ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

УДК 621.375

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ДАЛЬНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЛАЗЕРНОЮ СИСТЕМОЮ БАЧЕННЯ

*Колобродов В.Г., Садюк А.В., Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Лазерні системи бачення (ЛСБ) відносяться до класу локаційних оптико-електронних систем та призначені для формування зображення віддалених об'єктів з метою їх виявлення та розпізнавання в умовах недостатньої природньої освітленості або вночі, при присутності перешкод різного роду, тобто в умовах, коли неможливо отримати задовільне зображення за допомогою приладу нічного бачення або камери низькорівневого телебачення. Нами запропонована модель для розрахунку максимальної дальності виявлення (МДВ), що заснована на рівності мінімально роздільного контрасту (МРК) спостережуваному контрасту від об'єкта. Для визначення МРК застосовувалась методологія FLIR-92, а зв'язок між кутовими розмірами об'єкту та шкалою просторових частот встановлюється за допомогою критерія Джонсона. Отримано рівняння для визначення МДВ:

$$\frac{C_t M_A(\nu')}{1 + 2n_{NRD}/(n_t + n_b)} = \frac{\pi^2}{16} \frac{SNR_{Ed} \nu'}{M_{LIS}(\nu') \sqrt{0,5(n_t + n_b + n_{NRD})}} \sqrt{\frac{\alpha_D \beta_D}{t_E f_f q_M}},$$

де C_t - істинний контраст об'єкту на фоні; $M_A(\nu')$ - модуляційна передаточна функція атмосфери; n_t, n_b, n_{NRD} - число фотоелектронів зареєстрованих фотоприймачем від об'єкту, фону та завади зворотнього розсіювання відповідно; SNR_{Ed} - відношення сигнал/шум, що сприймається оператором; $M_{LIS}(\nu')$ - модуляційна передаточна функція ЛСБ; α_D, β_D - розміри чутливого елемента; t_E - час інерції ока; f_f - частота кадрів; q_M - відношення розмірів смуги тришпальної міри.

Проведено розрахунки за даною методикою, результати порівняно з результатами для інших систем подібного призначення. Сформульовано рекомендації щодо вибору параметрів ЛСБ.

Перевагою даної методики є те, що вона враховує усі ланки проходження сигналу: джерело, атмосферу, об'єкт, оптичну систему, приймач випромінювання, електронний тракт, дисплей, оператора. Недоліком є те, що МПФ ока оператора не враховує гальмівну активність ока на низьких просторових частотах.

Ключові слова: лазерна система бачення, критерій Джонсона, мінімально роздільний контраст, максимальна дальність виявлення.

УДК 528.7:629.78

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ ОПТИКОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

*Колобродов В.Г., Михеенко Л.А., Микитенко В.И., Национальный технический
университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Одной из основных проблем создания оптикоэлектронных систем космического базирования является их предполетная аттестация. Метрологическое обеспечение такой аттестации является серьезной научно-технической задачей, осложненной отсутствием в Украине фотометрической и эталонной базы соответствующего уровня.

Кафедрой ООЭП НТУУ «КПИ» в рамках украино-египетской программы EGYPTSAT – 1 разработаны научные, методические и технические основы энергетической аттестации отечественных спутниковых систем. При этом поверочная схема базируется на относительно доступных в Украине светоизмерительных лампах типа СИС 107-1500 и СИРШ 8,5-200 и компаратора, состоящего из монохроматора МДР-204 и образцовых приемников РТН-12 и ФД-24к. такая схема в спектральном диапазоне 0,4 – 1,8 мкм обеспечивает погрешность передачи единицы в пределах 0,015 – 0,06 при спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) 10^4 – $5 \cdot 10^4$ Вт/ср·м²·мкм.

В качестве образцового средства измерения аттестационной установки используется диффузный излучатель на основе интегрирующей сферы диаметром 1 м и с выходным зрачком 0,3 м. Источниками излучения служат 12 галогенных ламп КГМ 30-300-2. Диффузный излучатель обеспечивает воспроизведение единиц СПЭЯ от $1,5 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^6$ Вт/ср·м²·мкм в спектральном диапазоне 0,4 – 1,8 мкм с погрешностью 0,028 – 0,082.

К диффузному излучателю «привязываются» вторичные излучатели установки – интегральный и спектральный, предназначенные для измерения функции передачи сигнала и спектральной характеристики многозональных сканирующих устройств. Погрешности измерения этих характеристик в зависимости от используемой аппаратуры могут составлять 0,03 – 0,1 и 0,04 – 0,12 соответственно, что вполне приемлемо для разрабатываемых и перспективных спутниковых систем.

Аналогичные аттестационные установки NASA (США) и НИИ космического приборостроения (Россия) обеспечивают погрешность передачи единицы СПЭЯ в пределах 6,8 – 8%. Эти величины соизмеримы с разработанной схемой, однако, стоимость таких установок и процедура измерений в них существенно выше.

Ключевые слова: оптикоэлектронные системы космического базирования, аттестация, метрологическое обеспечение, погрешности.

УДК 535.317

ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ОДНО-, ДВО- ТА ТРИЛІНЗОВИХ

КОМПОНЕНТІВ ЗІ ЗНАЧНОЮ ТОВЩИНОЮ

Сокурєнко В.М., Сокурєнко О.М., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Успіх розрахунку оптичних систем за алгебраїчним методом в значній степені залежить від функціональних можливостей програмного забезпечення для абераційного синтезу окремих типів оптичних компонентів. На сьогодні достатню розповсюдженість отримали прикладні програми з аналізу і оптимізації оптичних систем (*CODE V*, *ZEMAX*, *OSLO*, *OPAL* тощо). Однак, програмні інструменти для абераційного синтезу різних типів оптичних компонентів (особливо за розширеним набором абераційних параметрів – шістьма “монохроматичними” коефіцієнтами S_q і трьома “хроматичними” коефіцієнтами S_q^{xp}), на жаль, практично відсутні. В зв’язку з цим метою даної роботи була розробка алгоритмів та комп’ютерної програми для синтезу одно-, дво- і трилінзових склеєних та несклеєних оптичних компонентів зі значною товщиною.

Оскільки розв’язати поставлену задачу аналітично не представляється можливим, в даній роботі пропонується застосувати один з чисельних алгоритмів умовної оптимізації. Так, ядро розробленої програми “АСОК+” базується на використанні демпфованого методу найменших квадратів з уточненням довжини кроку шляхом параболічної апроксимації.

Основними вихідними даними синтезу всіх типів компонентів є задня фокусна відстань, світловий діаметр, основна і додаткові довжини хвиль, бажані значення абераційних параметрів S_q і S_q^{xp} та їх вагові коефіцієнти. Додатково, кожна з поверхонь може бути вибрана асферичною другого порядку. Розроблений алгоритм враховує задані користувачем мінімальні та максимальні значення товщин окремих лінз вздовж осі та на краю, діапазон допустимих значень повітряних проміжків та інші обмеження. Програма містить каталоги оптичних матеріалів для роботи в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях спектру від провідних виробників (*Schott*, *Corning*, *Ohara*, *Hoya*, *Sumita* тощо). В результаті синтезу визначаються конструктивні параметри (радіуси, товщини, показники заломлення, коефіцієнти асферичності поверхонь) і кардинальні параметри (фокусні відстані, фокальні відрізки, положення головних площин) складових лінз та оптичного компонента в цілому.

Таким чином, розроблені алгоритми та комп’ютерна програма “АСОК+” дозволяють за заданими значеннями S_q і S_q^{xp} провести автоматизований абераційний синтез найбільш поширених оптичних компонентів, що можуть бути фізично реалізовані.

Ключові слова: оптичний компонент, синтез, оптимізація, аберація.

УДК 621.384.326

ПОХИБКА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РУХОМОГО ОБ’ЄКТА ЗА
ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВІЗОРА З МІКРОБОЛОМЕТРИЧНОЮ МАТРИЦЕЮ

¹⁾Демченко Л.І., Стефанович В.Т., Грандаш М.М., ²⁾Колобродов В.Г. ¹⁾НДІ “Квант”, м. Київ, Україна; ²⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

В останній час тепловізори знаходять широке застосування в оглядових системах, які призначені для виявлення та розпізнавання тепло контрастних об'єктів на максимальній дальності, а також визначення їх кутових координат відносно оптичної осі. Сучасні тепловізори мають відносно невисоку вартість і малі габарити завдяки використанню в якості приймача випромінювання (ПВ) мікроболометричної матриці (МБМ). Однак МБМ являють собою теплові ПВ і тому мають значну інерційність, що призводить до значної похибки у визначенні координат рухомого об'єкта спостереження. Нами була розроблена математична модель формування електричного сигналу на виході МБМ тепловізора, яка дозволила розрахувати похибку визначення координат об'єкта з урахуванням інерційності ПВ.

При розробці математичної моделі тепловізора враховувалось, що

1. Об'єкт являє собою точкове джерело випромінювання.
2. Функція розсіювання точки об'єктива апроксимується функцією Гауса.
3. Спектральна чутливість пікселя МБМ в межах чутливої площадки є рівномірною.
4. Інерційні властивості МБМ визначаються його постійною часу t_D .

На основі цієї моделі отримано функцію $u_{ij}(t)$ для розрахунку сигналу на виході довільного пікселя МБМ. Аналіз цієї функції показав, що

1. Постійна часу t_D МБМ впливає на похибку вимірювання кутових координат об'єкта $\delta\omega$. Із збільшенням постійної часу t_D похибка $\delta\omega$ збільшується, а амплітуда сигналу зменшується.

2. Похибка $\delta\omega$ залежить від швидкості руху об'єкта. При малих швидкостях постійна часу t_D не впливає на похибку $\delta\omega$.

3. Із збільшенням радіуса кружка розсіювання об'єктива r_o амплітуда вихідного сигналу зменшується. При узгодженні радіуса r_o з розмірами пікселя $v_D \times w_D$, коли виконується умова $r_o = v_D / \sqrt{\pi} = w_D / \sqrt{\pi}$, сигнал пікселя зменшується у два рази відносно сигналу при ідеальному об'єктиві.

4. Отримана функція $u_{ij}(t)$ для розрахунку похибки визначення координат рухомого об'єкта дозволяє ввести відповідні поправки при обробці відеосигналу.

Ключові слова: тепловізор, мікроболометрична матриця, похибка вимірювання.

УДК 623.4.052.5

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ ВИЗИРОВ УГЛОМЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

¹⁾Сенаторов В.Н., ²⁾Сенаторов Н.В., ³⁾Микитенко В.И., ¹⁾НИИ строительных конструкций, г. Киев, Украина; ²⁾Казенное предприятие “Центральное конструкторское

бюро “Арсенал”, г. Киев, Украина; ³⁾ Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Современный рынок угломерных устройств (теодолитов, нивелиров, зрительных труб...) характеризуется широким ассортиментом этой продукции с самым разным сочетанием характеристик телескопического визира, лежащего в основе всей этой продукции.

Для сопоставления и ранжирования образцов, серийно выпускаемых отечественными и зарубежными производителями предлагается методика, основанная на использовании комплекса безразмерных показателей качества продукции $0 \leq K_i \leq 1$ вида

$$K_i = (H_i - H_{\min}) / (H_{\max} - H_{\min}) \quad (1)$$

где H_i – значение характеристики в диапазоне от минимального ($H_{\min}$) до максимального ($H_{\max}$) значения в ряду сопоставляемых приборов, а также обобщенного показателя эффективности всего прибора вида

$$K_{\Sigma} = \prod_{i=1}^{i=N} K_i \quad (2)$$

где N – количество характеристик, по которые проводится сопоставление. Действующая нормативная документация устанавливает две взаимосвязанные основные характеристики визира: увеличение (Γ^x) и поле зрения (2β).

При ограниченном условии эксплуатации визира диаметре трубы (D_{mp}) и удалении выходного зрачка (t_{zp}) эти две характеристики связаны соотношением $\Gamma^x \approx D_{mp} / 2 t_{zp} \operatorname{tg} \beta$. (3)

С учетом (1) и (3) выражение (2) принимает вид $K_{\Sigma} = f(\Gamma^x)$. Тогда частная производная $\partial K_{\Sigma} / \partial \Gamma^x$ определяет значение Γ^x , при котором прибор характеризуется наивысшей эффективностью.

Таким образом, предложенная методика позволяет проводить сравнение серийно выпускаемых визиров по обобщенному показателю эффективности и оптимизировать увеличение и поле зрения разрабатываемых образцов. Очевидно, что основу этой методики должна составлять база данных образцов, которая должна поддерживаться в актуальном состоянии по мере освоения новой продукции. Применительно к зрительным трубам в ее основу может быть положена база, представленная в работе [1].

Ключевые слова: методики расчета, критерии качества оптических систем.

Литература

1. Гурнович А.В., Сенаторов Н.В., Колобродов В.Г. и др. Телескопические прицелы для стрелкового оружия // Артиллерийское и стрелковое вооружение: Междунар. науч.-тех. журнал. - Киев: НТЦ АСВ. – 2004.- № 3(12).- С.35-41.

УДК 681.327.66:621.38

АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОГЛЯДОВОЇ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ СИСТЕМИ

*Гаврилюк А.І., Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут», м. Київ, Україна*

Високий рівень технології та стрімкий розвиток електронної техніки

сприяли широкому поширенню оглядових телевізійних систем (ОТС) у військовій справі, космічних дослідженнях та при охороні об'єктів. Основні завдання, що постають перед ОТС є виявлення та розпізнавання об'єкта. Взаємодія ОТС та комп'ютерної техніки зі спеціальним програмним забезпеченням дають змогу автоматичним шляхом виявити та розпізнати об'єкт. Одним із критеріїв оцінки якості ОТС є виявлення та розпізнавання об'єкта на великих дальностях. Розпізнавання об'єкта характеризується ймовірністю розпізнавання зображення об'єкта на екрані дисплея. Ймовірність розпізнавання можна визначити за допомогою критерія Джонсона або контрасту розпізнавання чи піксельного критерія. Найбільш перспективним критерієм розпізнавання є саме піксельний критерій розпізнавання, так як цей критерій заснований на критерії Джонсона, але на відміну від традиційного представлення дозволяє працювати безпосередньо з матричними приймачами випромінювання (МПВ), які зараз застосовуються в усіх відеопристроях. По кількості чутливих елементів МПВ, на яких знаходиться зображення об'єкта, можна визначити ймовірність розпізнавання об'єкта.

Необхідно зазначити велику роль зорового сприйняття оператора в задачах розпізнавання зображення об'єкта. Зоровому сприйняттю присвячена велика кількість праць, але єдиної універсальної моделі зорового сприйняття людини поки не існує.

Тобто, максимальна дальність розпізнавання ОТС визначається відстанню від ОТС до об'єкта спостереження при найменшому допустимому значенні ймовірності розпізнавання зображення об'єкта. В літературі описаний ітераційний метод вимірювання дальності розпізнавання об'єкта. Методика вимірювання дальності розпізнавання ітераційним методом полягає у наступному: на початковій виміряній дальності спостерігається тест-об'єкт, проводиться розрахунок ймовірності розпізнавання зображення об'єкта. Якщо виміряне значення ймовірності розпізнавання не менше заданої порогової величини, то та початкова виміряна дальність і є максимальною дальністю розпізнавання об'єкта. Якщо отримане значення ймовірності розпізнавання не відповідає заданій величині – проводиться циклічна робота: об'єкт зміщують, знову роблять розрахунок ймовірності розпізнавання. Після отримання значення ймовірності розпізнавання, що входить у межі допустимих значень, дальність, на якій отримане необхідне значення ймовірності розпізнавання, вважається максимальною дальністю розпізнавання для даної ОТС.

Із сучасним розвитком та поширенням високотехнологічної техніки, перспективним є шлях розробки методики для вимірювання дальності розпізнавання системи «ОТС+портативний комп'ютер (ноутбук)». Зараз на кафедрі оптичних та оптико-електронних приладів проводиться розробка такої методики та проведення експериментів по розпізнаванню об'єктів саме на такій мобільній ОТС.

Ключові слова: телевізійні системи, матричний примач випромінювання, розпізнавання об'єктів, дальність розпізнавання об'єкта.

УДК 681.7.013.8

ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ МПФ ОБ'ЄКТИВІВ ФОТОПРИЙМАЛЬНИМ

ПРИСТРОЄМ З ЛППЗ

*Кучеренко О.К., Кучеров Є.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Особливістю застосування лінійного приладу з переносом заряду (ЛППЗ) в стендах для вимірювання модуляційної передаточної функції (МПФ), принцип дії яких розглянутий в [1] є те, що з виходу приймача отримується уніполярна послідовність імпульсів з частотою дискретизації обумовленою лінійним розміром елементу ЛППЗ. Внаслідок цього виміряні значення розподілу освітленості в площині фотоприймача, що характеризують функцію розсіювання (ФР), мають відхилення від дійсного розподілу освітленості. Ця похибка призводить до зменшення точності обчислення МПФ як Фур'є перетворення ФР. Вплив похибки визначення МПФ збільшується при збільшенні лінійного розміру елемента ЛППЗ. Авторами запропонований метод підвищення точності визначення МПФ об'єктів шляхом накопичення результатів вимірювання значень освітленості ФР лінії (ФРЛ) при покроковому зсуві ЛППЗ в напрямку, перпендикулярному зображенню ФРЛ.

Для попередньої оцінки точності цього методу було проведено аналітичне та числове моделювання.

Вихідними параметрами для моделювання слугували: задана аналітично або в числовому вигляді ФРЛ досліджуваного об'єкта; параметри мікрооб'єкта (збільшення); лінійні розміри та кількість чутливих елементів ЛППЗ; величина лінійного зсуву або кількість лінійних зсувів, що припадають на один чутливий елемент ЛППЗ.

При числовому моделюванні, враховуючи всі вищевказані параметри визначалась спотворена й дискретизована ФРЛ у площині ЛППЗ та визначалась за допомогою швидкого перетворення Фур'є МПФ. При моделюванні в аналітичному вигляді спотворення ФР за рахунок кінцевих розмірів та кількості чутливих елементів ЛППЗ представлялось як дискретна згортка функції чутливості одного чутливого елемента з вихідною ФР у площині приймача.

При аналізі результатів проведеного моделювання було встановлено, що при обробці даних вимірювань ФР накопичених при покроковому зсуві ЛППЗ можна підвищити точність вимірювання ФР і, відповідно, точність визначення МПФ.

Ключові слова: модуляційна передаточна функція, функція розсіювання лінії, пристрій з переносом заряду, покроковий зсув, перетворення Фур'є.

Література

1. Кучеренко О.К. та ін. Вимірювально-обчислювальний комплекс для контролю якості об'єктів // Вісник НТУУ “КПІ”. Приладобудування. – 2003. – №25. – С. 38-45.

УДК 535.21

ВПЛИВ РУХУ ОБ'ЄКТА ТА ВІБРАЦІЙ ТЕПЛОВІЗІЙНОЇ СИСТЕМИ НА МАКСИМАЛЬНУ ДАЛЬНІСТЬ РОЗПІЗНАВАННЯ

¹⁾Риділо О.С., ²⁾Колобродов В.Г., ²⁾Овечкін В.С., ¹⁾Казенне підприємство “Центральне конструкторське бюро “Арсенал”, м. Київ, Україна; ²⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

На сьогодні тепловізійні системи спостереження (ТСС) знайшли дуже широке застосування у багатьох галузях: від військової техніки до охоронних систем. у багатьох випадках необхідно знати яка буде максимальна дальність розпізнавання (MRR , R_R : Maximum Recognition Range) того чи іншого об'єкту цією системою за конкретних умов. На стадії проектування таких систем використовують методики визначення MRR для стаціонарних сцен спостереження та об'єктів. для реальних умовах експлуатації часто необхідно оцінити, яка ж буде максимальна дальність розпізнавання, коли:

- Об'єкт спостереження рухається;
- Спостереження за об'єктом відбувається за умов механічних вібрацій ТСС;
- Спостереження відбувається з рухомої платформи, яка рухається з постійною швидкістю відносно об'єкта;
- Спостереження відбувається з рухомої платформи, яка рухається з прискоренням відносно об'єкта.

Вплив цих факторів на процес розпізнавання дуже суттєвий і інколи вони унеможливають розпізнавання об'єктів у зображенні сцени. Це можна пояснити тим, що при будь-якому руху ТСС відносно сцени спостереження, зображення цієї сцени розмивається і це ускладнює сприйняття дійсної картини оператором. також треба відзначити, що при спостереженні за об'єктом у зоровому аналізаторі оператора протікають складні процеси сприйняття і аналізу зображення. Слід також підкреслити, що рух об'єкта може як ускладнювати (вібрації), так і полегшувати (спостереження за рухомим об'єктом з нерухомої платформи) розпізнавання об'єкта спостереження.

Приймаючи до уваги вищезазначене можна зробити висновок, що ця проблема є дуже важливою для сучасного приладобудування. Тому нами було проведено аналіз впливу механічних вібрацій та руху ТСС на максимальну дальність розпізнавання об'єктів. Ми порівняли результати розрахунку mrg для випадків нерухомої ТСС і сцени спостереження та за умов, коли ТСС рухається відносно об'єкту.

Даний аналіз допоміг висунути вимоги до сучасної моделі визначення mrg щодо врахування руху зображення.

Ключові слова: тепловізійна система, максимальна дальність розпізнавання, вібрації.

УДК 535.885.5;531.717.88

О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ ВВЕДЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СЕТКИ В ПОЛЕ ЗРЕНИЯ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГАЛИЛЕЯ

*Вовк Е.П., Криволапчук Е.И., Куренев Ю.П., Петранговский В.В., Украинский
технологический центр оптического приборостроения, г. Киев, Украина*

Распространенное мнение о недостатках телескопической системы Галилея, главным из которых является отсутствие действительного изображения предметов, породило стереотип о невозможности введения изображения сетки (марки) в поле зрения системы. Однако, как оказалось, такое введение возможно.

В предлагаемом докладе рассмотрены способы введения изображения сетки в поле зрения телескопической системы Галилея и превращения ее из наблюдательной системы в визир. Сопоставлены три типа визиров: винтовочный «прорезь-мушка», кол-лиматорный и телескопический Галилея с позиции точности наведения марки на цель.

Сформулирован принцип введения изображения сетки в поле зрения телескопической системы Галилея: для введения изображения сетки в поле зрения окуляра зрительной трубы Галилея необходимо и достаточно создать дополнительное коллимированное изображение сетки, сопряженное с коллимированным изображением предмета на входе объектива или на выходе окуляра зрительной трубы; либо создать мнимое изображение сетки, совмещенное с мнимым изображением предмета, создаваемым объективом зрительной трубы.

Показано, что при введении изображения сетки с помощью канала, представляющего собой микроскоп Галилея, перед окуляром могут быть образованы два мнимых выходных люка разного диаметра и отстоящие от окуляра на разных расстояниях. В связи с этим размерное поле зрения канала сетки может быть меньше, равно или больше поля зрения зрительной трубы.

Для получения комфортного контраста между яркостями изображений предмета и сетки необходимо предусмотреть их регулировку. В противном случае теряются преимущества наблюдения через визир Галилея в сумеречное время, поскольку возможно «ослепление» наблюдателя чрезмерно яркой сеткой и, как следствие, - потеря слабоярких объектов наблюдения. Показано, что точность наведения марки на цель с помощью телескопического визира Галилея с 4^x - кратным увеличением в 30 раз выше винтовочного «прорезь-мушка» и в 4 раза выше коллиматорного. Предложены две схемы визиров Галилея: схема с использованием способа сопряжений мнимых изображений сетки и предмета и автоколлимационная схема с использованием способа сопряжения коллимированных изображений сетки и предмета на входе объектива зрительной трубы. Приведена таблица оптических и габаритно-весовых параметров двух схем.

Рекомендовано применение визира Галилея в случаях, когда требования минимизации веса и габаритов превалируют над остальными, а удаление глаза от окуляра невелико.

Ключевые слова: визир, коллиматорный визир, телескопический визир Галилея, зрительная труба, объектив, сетка (марка), окуляр.

УДК 535.512

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ СТОКСА З ВИКОРИСТАННЯМ ПЗЗ-МАТРИЦІ

Богатирьова Г.В., Тарасюк А., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Запропонований метод розрахунку та експериментальна схема вимірювання двовірного розподілу параметрів Стокса комбінованого пучка, що складається з двох довільно ортогонально поляризованих мод Лагера-Гауса із заданим

співвідношенням інтегральних потоків. Моді передбачаються строго коаксіальними або співнапрямленими, із трохи зсунутими центрами. Аналізуються випадки змішування як взаємно когерентних, так і взаємно некогерентних пучків.

Експериментально знайдені координатні розподіли параметрів Стокса дозволяють вирахувати відповідні розподіли еліпсометричних параметрів (азимут поляризації, кут еліптичності) та ступінь поляризації у заданому перетині комбінованого пучка [1, 2] та, таким чином, дають вичерпний розв’язок задачі опису поляризації пучка.

Для експериментального підтвердження теорії використовувалась схема інтерферометра Маха-Цендера з ПЗЗ-матрицею у якості приймача випромінювання та оригінальна програма обробки даних.

Проаналізовані похибки, що вносяться неідеальністю оптичних елементів, та їх вплив на результат вимірювання.

Розвинута експериментальна методика може бути використана не лише для аналізу комбінації двох мод, а й для дослідження більш складних (випадкових) спекл-полів.

Ключові слова: поляризація, параметри Стокса, моди Лагера-Гауса

Література

- [1] Шеркліфф У. Поляризованный свет: Пер. с англ. – М.: Мир, 1965. – 264 с.
- [2] Богатырева Г.В., Фельде К.В., Полянский П.В., Соскин М.С. Нетипичные поляризационные сингулярности в комбинированных вихревых пучках // Оптика и спектроскопия. – 2004. – Т. 97, № 5. – С. 833-840.

УДК 621.384.326

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОННО-ОПТИЧНОГО ВІЗИРА

Власюк В.В., Гордієнко В.І., НВК “Фотоприлад”, м. Черкаси, Україна

Сучасні системи спостереження використовують різні спектральні діапазони випромінювання, що значно підвищує їх ефективність. Для спостереження об’єктів при низькому рівні освітленості широко використовуються електронно-оптичні візир (ЕОВ), які часто називають приладами нічного бачення. Основними складовими ЕОВ є об’єктив, електронно-оптичний перетворювач (ЕОП) і окуляр або дисплей. З метою підвищення ефективності застосування ЕОВ в комплексах спостереження і прицілювання нами були розроблені показники їх якості, які можна розділити на узагальнені і часткові.

Узагальненими показниками якості, які характеризують ЕОВ в цілому, є: максимальна дальність виявлення (МДВ) цілі, максимальна дальність розпізнавання (МДР) цілі, кутове поле зору, просторова роздільна здатність, порогова чутливість, кутове збільшення. Дано визначення цих показників якості і розроблені методи їх розрахунку. Наприклад, для знаходження МДВ основним критерієм є величина контрасту зображення цілі на екрані ЕОП або дисплея, яка залежить від ймовірності виявлення цілі. Для знаходження МДР основним критерієм є критерій Джонсона, який встановлює зв’язок між

зображенням реальних цілей (вісім типів військової техніки і солдат) і зображенням тест-об’єкта в процесі розпізнавання цілей.

Просторова роздільна здатність ЕОВ була визначена як зменшення до 50% контрасту зображення (модуляційної передаточної функції). Більш повною характеристикою роздільної здатності є геометрична смуга пропускання просторових частот $\Delta\nu_x$, яка являється аналогом еквівалентної шумової смуги пропускання електронного фільтра. Такий підхід використовується в теплобаченні як критерій Шаде для визначення роздільної здатності.

Порогова чутливість – це здатність ЕОВ сприймати мінімальний контраст яскравості у площині об’єктів. Ця чутливість залежить від величини фону, стану атмосфери і параметрів ЕОВ. Поле зору ЕОВ визначається діаметром фотокатода ЕОП і фокусною відстанню об’єктива, а кутове збільшення – фокусними відстанями об’єктива і окуляра і збільшенням ЕОП. Необхідно також відмітити, що усі наведені вище показники якості пов’язані між собою. Наприклад, збільшення фокусної відстані об’єктива призводить до збільшення МДР і кутового збільшення ЕОВ, але при цьому зменшується його поле зору.

Планується розробка методик і комплексу обладнання для вимірювання і контролю показників якості ЕОВ.

Ключові слова: електронно-оптичний візир, показник якості, максимальна дальність виявлення і розпізнавання.

УДК 681.787.7

ПРИМЕНЕНИЕ СУПЕРЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ДИОДА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ В ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ БЕЛОГО СВЕТА

¹)Чуча А.М., Кучеренко О.К., ²)Гураль Т.И. ¹)Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина; ²)Казенное предприятие «Центральное конструкторское бюро «Арсенал», г. Киев, Украина

В последнее время в связи с расширившимися возможностями сбора и обработки информации с помощью современных высокоскоростных камер и мощных вычислительных комплексов все более широкое применение находят интерферометры белого света. Они позволяют производить контроль профиля обработанной поверхности в реальном масштабе времени, давая полную трехмерную картину поверхности. В качестве широкополосного источника излучения в таких интерферометрах, как правило, применяются лампы накаливания. Однако современные технологии позволяют создать очень яркие, долговечные и дешевые светодиоды, имеющие непрерывный спектр излучения в видимом диапазоне. Учитывая такие достоинства светодиодов как небольшие габариты, малое потребление энергии использование этих источников в осветительном блоке интерферометра вместо лампы накаливания весьма перспективно.

Сущность работы интерферометра белого света заключается в сканировании поверхности в направлении ее нормали и измерении положения максимума контраста интерференционного сигнала для различных точек поверхности. В связи с этим, форма выходного сигнала фотоприемного устройства – тв камеры существенным образом влияет на погрешность измерения. при этом в зависимости от шероховатости измеряемой поверхности,

требуемая длина когерентности источника излучения варьируется в широких пределах. Наиболее высокие требования к выходному сигналу интерферометра предъявляются при контроле формы полированных оптических поверхностей.

Светодиоды белого света в отличие от ламп накаливания не имеют планковского распределения излучения. Характерный спектр их излучения имеет два максимума. Нами было произведено математическое моделирование выходного сигнала интерферометра и произведена оценка влияния спектрального состава излучения светодиода на форму сигнала. В результате была получена численная оценка качества выходного сигнала интерферометра для различных вариантов фильтрации излучения. На основании этой оценки были сформулированы рекомендации по применению конкретных фильтров в зависимости от требуемой длины когерентности излучения.

Расчеты были выполнены для светодиода Luxeon star фирмы ТОВ «Люмен» на основании предварительно измеренного на компьютеризированном спектральном комплексе спектра излучения. Кроме того, были измерены зависимость мощности излучения от величины тока и индикатриса рассеяния.

Результаты расчета были апробированы на действующем образце интерферометра белого света.

Ключевые слова: интерферометр белого света, светодиод.

УДК 523.4

БОРТОВИЙ УФ-ПОЛЯРИМЕТР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНУ

¹⁾Неводовський Є.П., ¹⁾Неводовський П.В., ²⁾Гераймчук М.Д., ²⁾Зінченко В.П.,
¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України м. Київ, Україна; ²⁾Національний
технічний університет України “Київський політехнічний інститут” м. Київ, Україна

Як відомо, стратосферний озон захищає живі організми, у тому числі людину, від випромінювання в ультрафіолетовому, діапазоні. Поглинання озонівим шаром УФ випромінювання робить його незамінним елементом захисту життя на Землі й запобігає величезній біологічній шкоді.

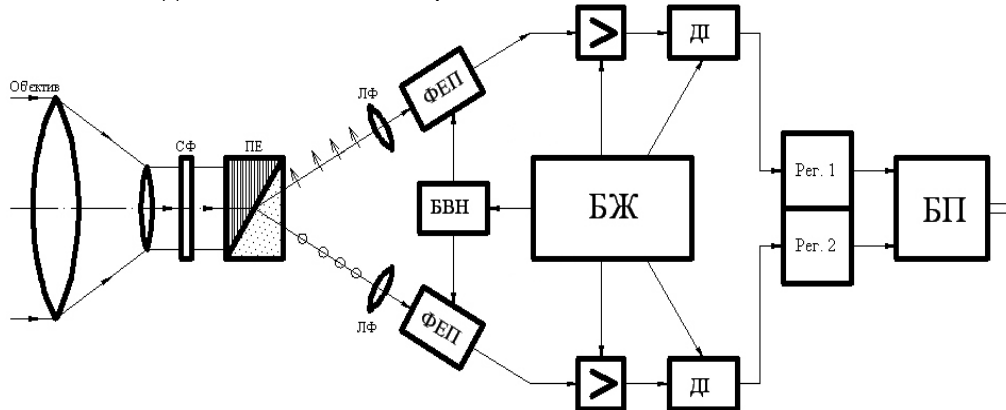
Існує гіпотеза про те що: причиною зменшення озонного шару є збільшення оптичної товщини стратосферного аерозоля (тобто його забруднення), фізичні характеристики якого найкоректніше можуть бути визнані за даними поляризаційних спостережень. Такі спостереження можна виконати за допомогою бортового УФ-поляриметра, який зображений на рис. 1. Реалізація такого приладу дає можливість отримати спостережні дані, аналіз яких дозволить визначити значення дійсної частини показника заломлення і розмірів стратосферного аерозолю, його оптичну товщину, а також дослідити горизонтальну структуру аерозольного шару і його зміни в часі.

Ключові слова: озонний шар, ультрафіолет, поляриметр.

Література

1. Мороженко А.В., Шаврина А.В., Велесь А.А., Роль стратосферного аерозолю в формуванні озонного слоя // Кинемат. физика небесных тел.-2000.-16. - N4.-С.364-368.
2. Long – Term Monitoring of Global Climate Forcings and Feedbacks, NASA, Proceedings of workshop held at Goddard Institute for Space Studies New York, New York February 3-4, 1992. P. 29.

3. Неводовский П.В. Квантаконы и оптимизация их параметров для проведения астрономических наблюдений. // Кинемат. и физика небесных тел. - 2001. - 17 - № 3.-С. 279-288.



СФ – світловий фільтр; ПЕ – поляризаційний елемент; ЛФ – лінза Фабрі; ФЕП – фотоелектронний помножувач; ДІ – дискримінатор імпульсів; БВН – блок високої напруги; БЖ – блок живлення; Рег. 1. Рег. 2. – регістри; БП – блок формування обробки і передачі інформації.

Рисунок 1 – Принципова схема побудови БУФП

УДК 621.383; 681.513

УТОЧНЕНИЙ РОЗРАХУНОК ПОРОГУ ВИЯВЛЕННЯ В ТЕЛЕВИЗІЙНИХ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ

Русняк І.М., ДП НДІ “Квант”, м. Київ, Україна

До тактико-технічних характеристик телевізійних автоматичних систем виявлення та супроводження (ТАС) належать дальність D дії ТАС, ймовірність правильного виявлення P_d та допустимий темп фальшивих виявлень F_f . Вони задають конструктивні параметри оптико-електронного тракту ТАС, зокрема коефіцієнт k_1 порогу виявлення $U_{\text{пор}} = U_\phi + k_1 \cdot \sigma_{\text{ш}}$, де U_ϕ – математичне чекання сигналу, $\sigma_{\text{ш}}$ – середньоквадратичне відхилення шуму в сигналі. Коефіцієнт k_1 вибирають по результатам розрахунку ймовірності P_d та ймовірності фальшивих тривог P_{f1} для одного елементу зображення або з досвіду розробки телевізійних систем спостереження за участю оператора. Необхідне для забезпечення допустимого темпу F_f та ймовірності P_d коригування коефіцієнта k_1 здійснюється на етапі настройки ТАС, що може призвести до зменшення реальної дальності D щодо проектної. Тому виникає потреба більш точного узгодження величин F_f , P_d , k_1 на етапі їх розрахунку.

Дана робота присвячена аналізу впливу на коефіцієнт k_1 алгоритму підтвердження виявлення цілі та впливу розміру m вибірки вимірювання значень $U_\phi(m)$ та $\sigma_{\text{ш}}(m)$. В якості алгоритму підтвердження взято правило “ k з l ”, згідно з яким виявлення вважається дійсним, якщо воно відбулося не менше ніж в k з l послідовних кадрах. Тоді залежність між F_f та P_{f1} має вигляд:

$$F_f = \frac{N_c}{l} \sum_{i=k}^l C_l^i \cdot (1 - (1 - P_{f1})^{M \cdot N})^i \cdot (1 - P_{f1})^{M \cdot N \cdot (l-i)},$$

де $M \cdot N$ – розмір вікна виявлення, N_c – кількість кадрів спостережень, C_l^i – число сполучень i з l . Врахування скінченного розміру вибірки m дає

$$k_1 = k_{\min} \sqrt{m-1} / \alpha + t_\gamma / \sqrt{m},$$

де $k_{\min}$ – коефіцієнт, що відповідає ймовірності $P_{f1} = 0,5 - \Phi(k_{\min})$, $\Phi(k_{\min})$ – інтеграл похибок, t_γ – процентна точка розподілу Стюдента при заданій довірчій ймовірності γ , $\alpha = \chi_{\frac{1+\gamma}{2}}^2$ – процентне відхилення.

Отримані результати дають можливість оптимізувати величини F_f , P_d , k_1 ще на етапі розробки ТАС. Напрямок подальших робіт пов'язаний з дослідженням відмінностей роботи ТАС в режимі автоматичного виявлення цілі, коли апіорна інформація про ціль відсутня, та в режимі автоматичного супроводження цілі, коли апіорна інформація про ціль може бути сформована.

Ключові слова: телевізійна автоматична система виявлення та супроводження, поріг виявлення, темп фальшивих виявлень, ймовірність виявлення.

УДК 535.81

АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕНТРА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗВЕЗДЫ В ПЛОСКОСТИ МАТРИЧНОГО ПЗС

*Агутин А.М., Ворох С.А., Непотюк Я.В., Троицкий Е.Б., Казённое предприятие
“Центральное конструкторское бюро “Арсенал”, г. Киев, Украина*

Звездные датчики широко применяются при решении задач определения ориентации космических аппаратов (КА). В основе метода ориентации КА по звездам лежит съемка участков звездного неба матричным ПЗС и определение ориентации приборной системы координат (ПСК) датчика относительно инерциальной системы координат. Одной из составляющих погрешности определения ориентации ПСК является погрешность определения координат центра изображения звезды в светочувствительной плоскости ПЗС.

В докладе представлены математическая модель и анализ составляющих погрешности определения координат центра изображения звезды в светочувствительной плоскости ПЗС.

Авторами доклада исследованы влияния на погрешность определения координат изображения звезды неравномерности чувствительности ПЗС, шумов ПЗС, формы изображения звезды, функции распределения освещенности в изображении звезды, смаза изображения звезды вследствие движения КА. Результаты расчетов погрешностей приведены для матричного ПЗС TC285SPD производства фирмы Texas Instruments(США) и оптической системы с фокусным расстоянием 50 мм.

Материалы доклада и результаты исследований составляющих погрешности

определения координат центра изображения звезды в плоскости ПЗС положены в основу, создаваемого в ЦКБ "Арсенал", экспериментального образца звездного датчика.

Ключевые слова: звездный датчик, инерциальная система координат, приборная система координат.

УДК 621.384.3:658.562:681.7.03

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИСТЕМ

*Лихолит Н.И., Каминский С.Ф., Кузнецов В.М., Кириллин В.Ю., Полежаев В.В.,
Петриченко А.Н., Ридила А.С., Тягур В.М., Казенное предприятие “Центральное
конструкторское бюро “Арсенал”, г. Киев, Украина*

Изготовление объективов с дифракционным качеством для тепловизионных систем требует использования оптических материалов с нормированным значением коэффициентов рассеяния, коэффициента направленного пропускания и оптической неоднородности показателя преломления. Допустимые значения указанных параметров определяются как путем математического моделирования конкретной схемы объектива, так и на основе производственного опыта по изготовлению ИК-объективов.

В докладе приводятся описания специализированного оборудования для контроля коэффициента светорассеяния, методы контроля коэффициента направленного пропускания и контроля неоднородности показателя преломления монокристаллического оптического германия, а также результаты измерений указанных характеристик для оптического германия, используемого в тепловизионном приборе.

Метод определения коэффициента рассеяния оптического монокристаллического германия основан на сравнении освещенности изображения черного предмета, расположенного на равномерном ярком фоне, и освещенности изображения фона. Изображение создается контролируемым образцом и вспомогательным объективом. Установка разработана на использовании шара Ульбрихта с двумя отверстиями.

Метод определения коэффициента направленного пропускания оптического монокристаллического германия основан на сравнении направленного потока излучения, падающего на контролируемый образец, и потока, прошедшего через него. Схема контроля – автоколлимационная.

Определение оптической неоднородности показателя преломления выполнено интерферометрическим методом, при этом измерялись топограммы деформации волнового фронта, прошедшего через контролируемый образец, с учетом измеренных ошибок поверхностей измеряемых образцов. Из полученных результатов исключалась осесимметричная неоднородность второго порядка, которую можно компенсировать при изготовлении объектива путем изменения воздушных промежутков. Затем вычислялся полный размах деформации волнового фронта относительно ближайшей сферы сравнения и, по его значениям, определялась оптическая неоднородность показателя преломления.

На основании полученных данных рассчитывалась ФПМ объектива, оптические элементы которого могли быть изготовлены из оптического материала с измеренными показателями.

Ключевые слова: ИК-объектив, коэффициенты направленного пропускания и рассеяния, оптическая неоднородность показателя преломления.

УДК 629.7.05

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННА СИСТЕМА ВИВІРКИ КАНАЛІВ ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМІРА

Кирилін В.Ю., Лихоліт Н.І., Ніколаєнко Б.Л., Полєжаєв В.В., Чичик П.Д., Казенне підприємство “Центральне конструкторське бюро “Арсенал”, м. Київ, Україна

Однією із проблем, що виникають при лазерній дальнометрії об'єктів є збереження паралельності ліній візування різних інформаційних каналів. Як показує досвід розробки та експлуатації лазерних дальномірів взаємне розюстирування ліній візування виникає внаслідок дестабілізуючих факторів внутрішнього та зовнішнього походження. В зв'язку з цим існує потреба вивірки каналів, оскільки внаслідок розюстирування різко падає енергетичний потенціал дії дальноміра зокрема на граничних дальностях. Щоб унеможливити таке явище в каналі передачі випромінювання встановлюють спеціальні пристрої за допомогою яких діаграма випромінювання переміщується у просторі так, щоб компенсувати розюстирування. Вказану операцію здійснюють при періодичних обслуговуваннях або безпосередньо перед роботою дальноміра. При цьому застосовують оптико-електронну систему вивірки каналів спостереження та передачі енергії випромінювання. Система включає телевізійний вимірювальний пристрій та освітлювач, які оптично спрягаються с ЛД на час вивірки – освітлювач зі сторони окуляра каналу спостереження, а оптична головка телевізійного пристрою з боку зіниць. Під час вивірки освітлювач та ЛД послідовно вмикаються і телевізійний пристрій формує два зображення. Підсистема обробки визначає координати отриманих зображень та різниці Δx і Δy між ними. Останні використовуються для управління просторовим переміщенням діаграми випромінювання.

Ключові слова: лазерний дальномір, розюстирування, канали, координати,

УДК 681.7

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МНОГОСПЕКТРАЛЬНОГО СКАНЕРА И СКАНЕРА СРЕДНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА

Лихолит Н.И., Гринюк И.Е., Полєжаєв В.В., Тягур В.М., Бородокин В.Г., Казенное предприятие «Центральное конструкторское бюро «Арсенал», г. Киев, Украина

Для решения задач мониторинга Земли применяются сканеры дистанционного зондирования, которые проводят съемку из космоса за счет сканирования земной поверхности при движении космического аппарата по орбите. Разработка и изготовление таких систем требует получения предельных характеристик по качеству изображения при жестких весовых и габаритных

ограничениях. В докладе представлены результаты разработки и изготовления оптико-механических блоков многоспектрального устройства (ОМБ МСУ) и сканера среднего ИК-диапазона (ОМБ ССИК).

ОМБ МСУ формирует изображение полосы земной поверхности на ПЗС-линейках в панхроматическом и трех спектральных каналах. Высокая степень коррекции аберраций, новые технологии изготовления высокоточных оптических элементов и сборки привели к созданию объектива с качеством изображения близким к дифракционному. Специальная конструкция светоделительного блока позволила с минимальными потерями света разделить световой поток на следующие спектральные каналы: I канал - $\Delta\lambda=0,5...0,59$ мкм; II канал - $\Delta\lambda=0,61...0,68$ мкм; III канал - $\Delta\lambda=0,79...0,89$ мкм и IV канал - $\Delta\lambda=0,5...0,89$ мкм. Основные технические характеристики ОМБ МСУ: фокусное расстояние – 860 мм; угловое поле зрения - $2\omega=4^{\circ}07'$; диаметр входного зрачка – 170/69,7 мм; функция передачи модуляции на частоте $N=50$ лин/мм для разных каналов: центр поля зрения – $T=0,48...0,54$; край поля зрения – $T=0,39...0,49$; коэффициент светопропускания – 0,61...0,83; коэффициент светорассеяния - $<5\%$; масса – 16,6 кг.

ОМБ ССИК формирует изображение полосы земной поверхности на ПЗС-линейках в диапазоне $\Delta\lambda=1,5...1,7$ мкм. Оригинальная конструкция объектива и применение особых стекол позволило получить объектив с качеством изображения близким к дифракционному пределу. Для обеспечения требуемой полосы захвата, применен призмный светоделительный блок оригинальной конструкции, формирующий полосу захвата тремя ПЗС-линейками. Основные технические характеристики ОМБ ССИК: фокусное расстояние – 430мм; угловое поле зрения - $2\omega=5^{\circ}$; диаметр входного зрачка – 98 мм; ФПМ на частоте $N=20$ лин/мм: центр поля зрения – $T=0,72...0,74$; край поля зрения – $T=0,70...0,72$; коэффициент светопропускания – 0,31...0,35; коэффициент светорассеяния - $<6\%$; масса – 7,7 кг.

Для обеспечения технических характеристик в процессе полета ОМБ МСУ и ОМБ ССИК имеют систему термостатирования и клиновой компенсатор барорастриваемости.

Ключевые слова: многоспектральный сканер, сканер среднего ИК-диапазона, светоделительный блок, спектральный канал.

УДК 681.78

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗВ'ЯЗКУ ЗУСТРІЧНИХ ХВИЛЬ У КІЛЬЦЕВОМУ ЛАЗЕРІ НА ЙОГО РОБОТУ В РЕЖИМІ ПІРОМЕТРА

*Руль Ю.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут», м. Київ, Україна*

Проаналізовано фізичні явища, які впливають на зв'язок між зустрічними хвилями, що генеруються кільцевим лазером (КЛ). Величина такого зв'язку безпосередньо впливає на ширину смуги частот, в якій відбувається синхронізація (захват) цих хвиль. Основним фактором зв'язку є розсіювання

світла на елементах лазерного резонатору у зворотному напрямі (зворотне розсіювання). Крім того, на ширину смуги захвату впливають нелінійні ефекти зв'язку зустрічних хвиль через активне середовище лазера.

Здійснено порівняльний аналіз існуючих методів запобігання синхронізації (захвату) частот зустрічних хвиль у КЛ під час його обертання з малими швидкостями. Зокрема, розглянуто способи створення попереднього рознесення частот зустрічних хвиль КЛ на основі ефекту Фізо (використання руху речовини у резонаторі КЛ), на основі ефекту Фарадея (застосування фазово невзаємного фарадеївського пристрою або спеціальних магнітоактивних дзеркал), на основі механічної знакозмінної “підставки” (механічні кутові коливання КЛ та спеціальна обробка вихідного сигналу).

В результаті аналізу показано, що найбільш ефективними методами усунення негативних впливів явища захвату частот зустрічних хвиль на роботу КЛ в режимі вимірювання малих кутових швидкостей є використання стаціонарних фазово невзаємних пристроїв типу фарадеївського елемента та механічної знакозмінної підставки. Конкретний вибір способу створення “невзаємності” залежить від особливостей використання КЛ в якості гірометра.

Так, якщо гірометр слугує для вимірювання швидкоплинних процесів (тривалістю від долей до одиниць секунд) з обмеженим діапазоном кутових швидкостей, більш доцільним є використання стаціонарних фазово невзаємних пристроїв, що забезпечують постійне рознесення частот зустрічних хвиль КЛ. В разі розв'язання задачі вимірювання кутового руху в широкому діапазоні швидкостей, але з повільною зміною швидкості, як це має місце у навігаційних системах, перевагу слід надавати механічній знакозмінній підставці.

Ключові слова: кільцевий лазер, лазерний гіроскоп, синхронізація частот, зона захвату.

УДК 621.376.4

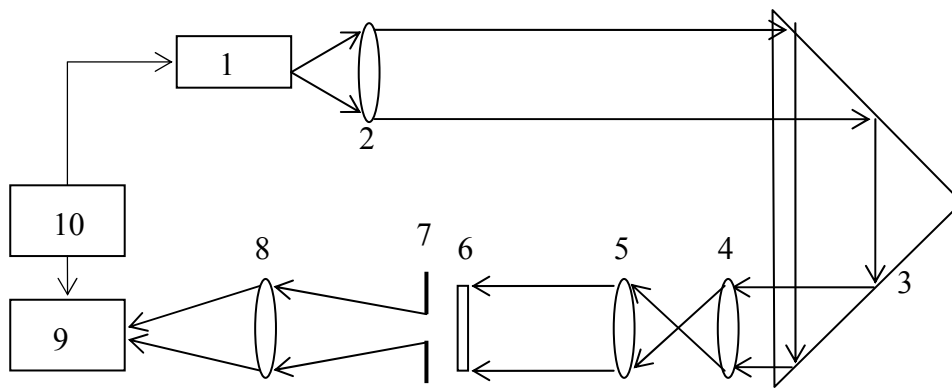
УСТРОЙСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ

Манак И.С., Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

Анализ быстропротекающих оптических процессов в технике электронно-оптического и аналитического приборостроения является одной из актуальнейших задач, решение которой открывает ряд перспектив в метрологии, в спектрально-оптических исследованиях, при разработке систем волоконно-оптических линий связи и передачи информации и т.д. Для разбраковки по быстродействию полупроводниковых светоизлучающих структур и материалов, контроля формы оптических сигналов в локационных системах и светодальнометрии, создания элементов оптических вычислительных машин, изучения кинетики электролюминесценции и лазерного излучения, исследования временной структуры импульсов излучения лазеров с синхронизацией мод, анализа вариаций задержек начала генерации в ближней и дальней зонах излучения инжекционных лазеров, а также для решения других прикладных задач требуются фотоэлектрические приборы с субнаносекундным разрешением во времени и широким динамическим диапазоном.

Применение электрического гетеродинирования непосредственно в фотодетекторе значительно повышает временное разрешение систем анализа пространственно-временной структуры излучения лазерных диодов. В зависимости от способа возбуждения инжекционного лазера различают режимы фазового детектирования либо стробирования в фотоприемнике. Для анализа вариаций задержек начала генерации в ближней зоне излучения импульсных лазерных диодов целесообразно использовать фотоэлектрическую систему регистрации формы и временного положения оптических сигналов мощностью 10^{-7} – 10^{-3} Вт в диапазоне длин волн 0,4–1,3 мкм с регулируемым разрешением во времени порядка $3 \cdot 10^{-11}$ – 10^{-9} с, работоспособную в условиях оптических помех и засветок (рис. 1).

Пространственное разрешение данной установки, отнесенное к зеркалу резонатора, составило 1 мкм при временном разрешении 30 пс.



1 – лазерный диод; 2, 4, 5, 8 – объективы; 3 – оптическая линия задержки излучения; 6 – увеличенное тело свечения; 7 – щель; 9 – оптический стробосциллограф; 10 – генератор импульсов тока

Рисунок 1 – Установка для исследования распределения задержек начала генерации в ближней зоне лазера

Ключевые слова: гетеродинирование, лазерный диод, задержки излучения.

УДК 681.785.3

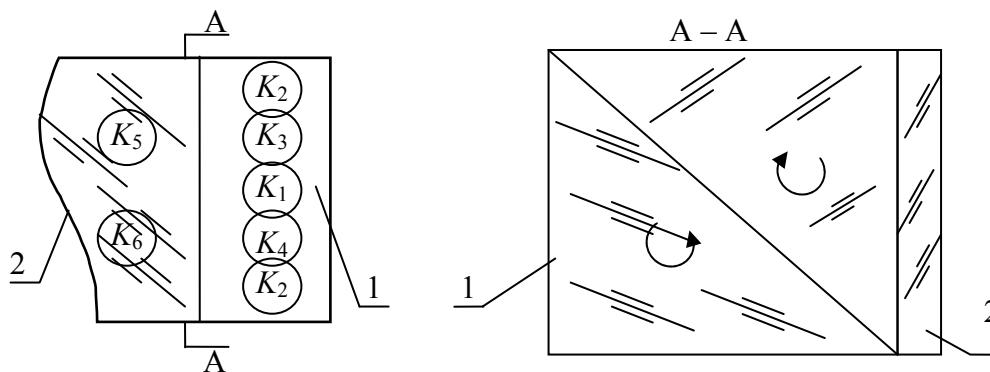
ШЕСТИКАНАЛЬНЫЙ ПОЛЯРИМЕТР ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Колесников В.М., Манак И.С., Буйкевич А.Г., Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

Основным недостатком разработанных к настоящему времени устройств для измерения поляризационных характеристик излучения лазерных диодов на основе измерения параметров вектора Стокса является наличие механических перемещений отдельных элементов, что является источником значительных погрешностей. С целью устранения этих недостатков предлагается шестиканальное устройство, позволяющее одновременно определять четыре параметра вектора Стокса.

Излучение полупроводникового лазера передается объективом анаморфотом, исправляющим астигматизм в структуре входного пучка

излучения, в коллиматорный объектив, далее параллельный, расширенный пучок излучения поступает в поляризационное устройство (рис. 1). Построение поляризационного устройства позволяет выделить зоны в пучке излучения с ориентацией плоскости поляризации $0, \pm 90^\circ, \pm 45^\circ$. На фронтальной грани поляризационного кубика (1), склеенного из двух призм право и левовращающего кварца, жестко устанавливается четвертьволновая пластинка (2) с горизонтальной ориентацией быстрой оси. Шесть сформированных измерительных каналов излучения поступают посредством оптической системы на фотоприемный блок, который вырабатывает необходимую информацию для вычисления параметров вектора Стокса и поляризационных характеристик исходного пучка излучения полупроводникового лазера. Апертуры измерительных каналов определяются по тестовым сигналам, т.е. входному излучению с известными поляризационными характеристиками.



1 – поляризационный кубик, 2 – четвертьволновая пластинка, $K_1 - K_6$ – апертуры каналов формирования 6 интенсивностей излучения

Рисунок 1 – Функциональная схема поляризационного устройства

Достоинством предложенного способа является отсутствие механических перемещений элементов установки. Информация для вычисления параметров вектора Стокса поступает синхронно, что открывает дополнительную возможность определения поляризационных характеристик лазерных диодов в импульсном режиме.

Ключевые слова: поляризация, измерение, излучение, лазер.

УДК 681.325

МОДЕЛЬ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ ОТОБРАЖАЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Лукашенко В.М., Корпань Я.В., Лукашенко М.Г., Романовский С.К., Лукашенко А.Г.,
Черкасский государственный технологический университет, г. Черкасы, Украина*

Создание бортовых средств отображения информации на базе надежных, высокопроизводительных и малогабаритных предпроцессоров [1] является в настоящее время одной из актуальных научно-технических задач в проблемно-ориентированных системах.

Предпроцессоры позволяют производить в автоматическом режиме формирование всех требуемых символов, синтезировать картинные изображения, отбирать состав отображаемых данных, а также обеспечивать изменение состава символов и общей конфигурации средств отображения в зависимости от этапа полета и условий, в которых он протекает. При этом процесс управления системой отображения значительно упрощается [2] и снижается интеллектуальная и временная нагрузка оператора.

Еще одним из вариантов по исключению потери информации, ошибок в принятии и реализации решения оператором является увеличение времени наблюдения t_n , но при условиях - постоянного темпа выдачи отображаемых данных $t = \text{const} = t_{\phi} + t_n$, то есть за счет уменьшения, времени формирования отображаемой информации t_{ϕ} .

В работе рассматривается многофункциональная образно-знаковая модель предпроцессора, в котором предусматривается формирование отображения различной информации по короткейшей коррекции массива входной кодовой информации. При этом время формирования символов мало и адекватно времени выборки из ПЗУ.

Объем ПЗУ в блоке формирования изображения [1], реализующего функциональный метод управления лучом ЭЛТ на лобовом стекле более чем в два раза меньше, чем при реализации классическим табличным методом, что обеспечивает малую мощность потребления и позволяет варьировать аппаратно-энергетическими затратами.

Время наработки на отказ увеличивается на три-четыре порядка, благодаря уменьшению общей интенсивности отказа элементов, выполненных по современной технологии микроэлектроники.

Ключевые слова: отображение информации, модель, предпроцессор.

Литература

- 1.Белявский Л.С., Новик В.С., Олянюк П.В. Обработка и отображение радионавигационной информации/Под ред.П.В.Олянюка. – М.: Радио и связь, 1990. - 232 С.
2. Лукашенко В.М., Корпань Я.В., Лукашенко М.Г. Генератор символов украинского, русского, латинского алфавитов // Тр. 11 Междунар. конф. по автоматическому управлению (Автоматика -2004). – К.: НТУХП. – 2004. – С. 51.

УДК 535.21

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПОЛІПШЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕНДА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОБ’ЄКТИВІВ

Кравченко І.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Одним з основних засобів виробничого контролю якості оптичних систем є визначення оптичної передавальної функції (ОПФ) об’єктивів за допомогою вимірювання функції розсіювання точки (ФРТ), або лінії (ФРЛ), із подальшим використанням перетворення Фур’є.

Для вказаного засобу контролю проведено аналіз факторів, які обмежують точність кінцевого результату. Як найбільш впливові виділено наступні причини: обмежений динамічний діапазон аналого-цифрового перетворювача; неоднорідність просторового розподілу параметрів фотоприймача та його

шуми; фонове опромінення площини аналізу; кінцевий розмір щілини освітлювального вузла; методичні похибки цифрових методів перетворення сигналу фотоприймача.

За критерієм мінімальної похибки та максимальної швидкості обробки сигналу запропоновані методи зменшення впливу наведених факторів.

Для корекції некорельованих високочастотних шумів фотоприймача рекомендується послідовне накопичення сигналу фотоприймача з наступним усередненням та попередня обробка згладжуванням.

Досліджено апроксимаційні та інтерполяційні методи первинної обробки. Рекомендовано як найбільш ефективний метод ковзної кінцевої інтерполяції по 3 – 7 точках. Досліджено вплив неоднорідності просторового розподілу параметрів та фонового опромінення. Рекомендовано застосування калібровочних адитивних та мультиплікативних коефіцієнтів для зниження низькочастотних похибок. Виявлено критичні точки, що виникають при застосуванні метода спектральної компенсації зворотною SINC функцією в спектральній площині для корекції кінцевого розміру щілини. Запропоновано спосіб уникнення невизначеності.

Проаналізовано залежність похибки спектрального перетворення сигналу в залежності від типу даних, що застосовуються при програмній реалізації метода та виду базисних функцій. Запропоновано модифікацію метода дискретного перетворення, який немає обмеження на розмірність сигналу та не призводить до суттєвого зниження швидкодії.

Ключові слова: контроль, якість, функція розсіювання лінії

УДК 621.396.962.3

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЛАЗЕРНИХ ЦІЛЕВКАЗУВАЧІВ ПО РОЗСІЯНОМУ ВИПРОМІНЮВАННЮ

Стеба О.М., ДП НДІ “Квант”, м. Київ, Україна

В багатьох ситуаціях виникає потреба в визначенні координат джерела лазерного випромінювання, наприклад, лазерного цілевказувача (ЛЦВ) супротивника. Ця задача значно ускладнюється у випадку, коли цілевказувач націлений на віддалену від прийомного пристрою (ПП) точку і єдиним інформативним сигналом, який може сприйматися ПП, являється випромінювання, розсіяне на трасі поширення пучка. В роботі розроблена методика розрахунку густини енергії на вході ПП, яка спричиняється розсіяним на трасі поширення випромінюванням лазерного цілевказувача, та проведена оцінка необхідної чутливості фотоприймачів.

Для випадку гаусового розподілу інтенсивності випромінювання в поперечному перерізі пучка ЛЦВ з повною розбіжністю $\theta_{0,5}$ на рівні 0,5 знайдено загальний вираз для густини енергії W_2/S на вході ПП:

$$W_2/S = \frac{8\sigma_p W_0 \ln 2}{\theta_{0,5}^2 D} \exp(-(\sigma_p + \sigma_n)D) \exp\left(-\frac{4 \ln 2 \beta_0^2}{\theta_{0,5}^2}\right) \int_0^\infty \exp\left(-\frac{4 \ln 2 \beta^2}{\theta_{0,5}^2}\right) *$$

$$* I_0 \left(\frac{8 \ln 2}{\theta_{0,5}^2} \beta_0 \beta \right) (\Psi_1 \exp(-\gamma_1 \beta) + \Psi_2 \exp(-\gamma_2 \beta)) d\beta, \quad (1)$$

де D - відстань від ПП до цілевказувача, W_0 - енергія імпульсу ЛЦВ, σ_p і σ_n - коефіцієнти розсіювання і поглинання атмосфери відповідно, β_0 - кутовий промах осі пучка ЛЦВ відносно напрямку на ПП, $I_0(x)$ - модифікована функція Беселя нульового порядку, $\Psi_1, \Psi_2, \gamma_1, \gamma_2$ - константи, які визначаються індикатрисою розсіювання атмосфери і кутовим полем зору ПП.

В області малих кутових промахів $\beta_0 \approx \theta_{0,5}$ вираз (1) набуває вигляду

$$W_2/S = \frac{2\sigma_p P_0 \ln 2}{\theta_{0,5} D} \exp(-(\sigma_p + \sigma_n)D) (\Psi_1 + \Psi_2) \exp\left(-\frac{2 \ln 2}{\theta_{0,5}^2} \beta_0^2\right) I_0\left(\frac{2 \ln 2}{\theta_{0,5}^2} \beta_0^2\right). \quad (2)$$

При великих $\beta_0 \gg \theta_{0,5}$

$$W_2/S = \frac{\sigma_p P_0}{D \beta_0} \exp(-(\sigma_p + \sigma_n)D) (\Psi_1 \exp(-\gamma_1 \beta_0) + \Psi_2 \exp(-\gamma_2 \beta_0)). \quad (3)$$

Числові оцінки показують, що при відстанях до ЛЦВ 3 – 10 км для забезпечення виявлення розсіяного випромінювання ЛЦВ, точка прицілювання якого знаходиться в зоні радіусом 150 м відносно точки розташування ПП, чутливість його фотоприймачів повинна бути не гірша $4 \cdot 10^{-13}$ Дж/см², що може бути реалізовано на сучасній елементній базі.

Ключові слова: лазерне випромінювання, розсіяння, фотоприймачі.

УДК 535.317.1 : 681.7.012 : 681.782.472

О ГЕОМЕТРИИ ПРОСТРАНСТВА ВИДИМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

¹⁾Бормотин В.А., ¹⁾Потапова Г.К., ²⁾Воронько А.А., ²⁾Москаленко М.А. ¹⁾АНТК им. Антонова, г. Киев, Украина; ²⁾ГП НТИ микроприборов, г. Киев, Украина

Для исключения возможности формирования ложных навыков пилотирования формируемое системой визуализации авиационного тренажера (АТ) видимое изображение (ВИ) должно быть максимально адекватным моделируемому закабинному пространству (ЗП) летательного аппарата (ЛА).

В докладе представлены результаты анализа геометрии пространства ВИ имитируемого ЗП в различных системах визуализации АТ.

Для решения задач анализа ВИ разработана теория геометрии пространства видимых изображений (ПВИ). На ее основе предложена методика и алгоритм расчета геометрии пространства видимых изображений, наблюдаемых человеком через любую систему оптических поверхностей, например, через остекление кабины пилотов ЛА. Разработана программа и выполнены расчеты перспективно-дисторсионных искажений и искажений по дальности ВИ ЗП широкофюзеляжного транспортного самолета с коническим остеклением кабины пилотов. Получены зависимости геометрии ПВИ ЗП от положения глаз наблюдателя. Показано, что прямая в ПВИ линия визирования является кривой в пространстве предметов. Расчеты позволили оценить искривление линии

визирования в ЗП такого ЛА. Предложен способ, позволяющий исключить погрешность визирования, обусловленную искривлением линии визирования в ЗП при наблюдении из кабины пилотов с неплоским остеклением.

На основе предложенной теории разработаны алгоритм, программа и выполнены расчеты геометрии ПВИ, формируемых в оптико-коллимационной системе визуализации ИПС – в системе мнимого изображения. Рассчитаны перспективно-дисторсионные искажения и форма поверхности ВИ, формируемых оптико-коллимационным устройством (ОКУ). Получены зависимости геометрии ВИ от юстировочных подвижек, положения глаз наблюдателя и геометрии экрана генератора изображения (ГИ).

Разработаны алгоритм и программа расчета ВИ, формируемых многоканальными проекционными системами визуализации АТ. Анализ результатов выполненных по этой программе расчетов позволил разработать метод настройки таких систем, включающий юстировку и программную коррекцию. Метод позволяет обеспечить адекватность угловых координат точек ВИ, формируемого системой визуализации, угловым координатам точек моделируемого ЗП (для заданной точки наблюдения ГИ), в том числе и с учетом вносимых остеклением кабины пилотов перспективно-дисторсионных искажений видимого изображения ЗП.

Ключевые слова: видимое изображение, пространство предметов, пространство изображений, система визуализации, авиационный тренажер, линия визирования.

УДК 621.384.4.082.73

ПЬЕЗОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Ядрова М.В., Николенко А.А., Одесский национальный политехнический университет,
г. Одесса, Украина*

При решении целого ряда задач точного позиционирования (позиционирование оптических элементов, управление лазерным лучом в сканирующих системах, переключение оптических каналов и др.) перспективным является использование пьезопроводов. Для обеспечения необходимого перемещения (до 1.5 мм) на пьезоэлементах необходимо формировать напряжения высокого уровня (до 300 В). Программа перемещения пьезопровода, обеспечивающая точное позиционирование элементов, задается микроконтроллером.

Согласование пьезопровода с микроконтроллером обеспечивается за счет формирования управляющих напряжений импульсным способом с помощью высоковольтных транзисторных ключей, емкостной нагрузкой которых является пьезоэлемент. Наличие емкостной нагрузки и высокая частота следования импульсов (порядка 50-100 кГц) позволяют сформировать на пьезоэлементе постоянные напряжения заданного уровня, величина которых пропорциональна коэффициенту заполнения поступающих импульсов. Преобразование цифрового кода микроконтроллера во временной интервал (широтно-импульсная модуляция – ШИМ) реализуется достаточно просто известными программными или аппаратными средствами.

Для повышения точности позиционирования и упрощения системы период следования и длительность импульсов управления ключами целесообразно задавать в цифровом коде, используя микроконтроллеры со встроенным модулем ШИМ (например, AT90S8535 фирмы ATMEL). Такой микроконтроллер может функционировать в автономном режиме для построения достаточно простых систем или как устройство непосредственного управления с подчинением ЭВМ более высокого уровня для систем повышенной сложности. При использовании в замкнутых системах управления микроконтроллер может выполнять функции регулятора, поддерживающего заданную точность позиционирования за счет применения отрицательной обратной связи по регулируемой координате. Построение таких систем управления существенно упрощается наличием в микроконтроллере встроенного аналого-цифрового преобразователя.

Применение микроконтроллера для управления перемещением пьезоэлемента повышает точность позиционирования, упрощает систему, облегчает работу оператора.

Ключевые слова: пьезоэлектронные системы, оптические элементы, микроконтроллер, позиционирование.

УДК 535.21

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СПЕКТРОМЕТРА "БИОСКОП"

*Ральцева Г.А., Редчук А.А., Кравченко И.В., Национальный технический университет
Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина*

Необходимым условием внедрения измерительных средств в современных условиях является наличие в составе комплекса средств обработки, анализа и длительного хранения результатов измерений.

Эти функции, как правило, выполняются на двух уровнях: 1) в аппаратной памяти измерительного прибора при помощи специализированных микроконтроллеров (первичная обработка, хранение одного или нескольких последних измерений); 2) при помощи специализированного программного обеспечения, устанавливаемого на персональный компьютер, к которому подключается измерительный прибор. Специализированное программное обеспечение позволяет организовать: наглядное отображение информации, полученной при помощи измерительного комплекса; применение разнообразных методов обработки к полученным данным; длительное хранение информации; просмотр и анализ архивов данных; расширение функций комплекса за счет добавления новых программных модулей.

Кафедрой ОЭП НТУУ "КПИ" создан программный комплекс "БИОСОФТ", обеспечивающий обработку и хранение результатов спектрометрических исследований медицинского спектрометра "БИОСКОП". Таким образом, спектрометр "БИОСКОП" и программное обеспечение "БИОСОФТ" представляют собой единый современный аппаратно-программный комплекс.

Подключение спектрометра к компьютеру осуществляется через стандартный последовательный порт. По команде оператора микроконтроллер

спектрометра считывает данные с ПЗС линейки и передает их для дальнейшей обработки в компьютер. Управление прибором возможно при помощи специальных устройств управления, а также при помощи программного обеспечения. Программное обеспечение позволяет фиксировать следующие результаты измерений: 1)Получение серии измерений - нескольких последовательно снятых с ПЗС линейки спектрометра измерений. Серия измерений может производиться как с заранее заданными, так и с произвольными интервалами. 2)Получение "темнового спектра". Данные "темнового спектра" предназначены для использования при дальнейшей обработке (фильтрация шумового сигнала, коррекция неоднородностей параметров ПЗС линейки). "Темновой спектр" измеряется при выключенном источнике излучения и является общим для всей серии измерений или нескольких серий. При этом в любой из новых серий можно произвести повторное измерение "темнового спектра". 3)Получение "справочного спектра". "Справочный спектр" используется для дальнейшей обработки и анализа данных спектрометра и измеряется для некоторого образца. "Справочный спектр" является общим для всей серии измерений или нескольких серий. При этом в любой из новых серий можно произвести повторное измерение "справочного спектра". Во время проведения серии измерений данные с ПЗС линейки спектрометра непрерывно принимаются программным обеспечением и отображаются на экране. Оператор может зафиксировать (произвести захват) текущих результатов в различных режимах: 1)Ручной режим захвата – производит сохранение результата по команде оператора: при выборе пункта меню или нажатии мышью на кнопке командной панели. 2)Режим захвата по времени – позволяет сохранить результаты в автоматическом режиме через заданные оператором интервалы времени. 3) Режим захвата по кнопке – позволяет сохранить пробные спектры при нажатии выносной кнопки (педали) спектрометра. В этом режиме программа позволяет формировать звуковой или световой сигнал, возникающий при попадании результатов измерений в определенные пределы (заданный критерий измерений).

Оператор комплекса имеет возможность определить следующие настройки процесса измерений (как предварительно, так и оперативно в процессе измерений): Время интегрирования (накопления сигнала) спектрометра. Количество динамически усредняемых спектров. Динамическое сглаживание спектра по пикселям. Программный комплекс предоставляет возможность по окончании серии измерений; производить анализ полученных спектров; сохранять результаты измерений и обработки: в базу данных, в текстовый файл, в Clipboard Windows для вставки изображения спектра в любое приложение, позволяющее производить эту операцию; считывать результаты измерений и обработки из базы данных; печатать результаты измерений. Программный комплекс предоставляет пользователю удобный и интуитивно понятный современный интерфейс.

Ключевые слова: спектрометр, диагностика, обработка, программное средство.

УДК 535.21

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ

МЕДИЦИНСКОГО СПЕКТРОМЕТРА "БИОСКОП"

Ральцева Г.А., Редчук А.А., Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина

Программный комплекс "БИОСОФТ" (далее – БИОСОФТ) предназначен для наглядного отображения, анализа и длительного хранения результатов спектрометрических исследований медицинского спектрометра "БИОСКОП".

БИОСОФТ позволяет: производить настройку фотоприемного модуля; управлять процессом ввода данных из спектрометра в персональный компьютер (количество спектров в одной серии - до 10); производить оперативный анализ вводимой информации; производить подробный анализ и обработку введенной со спектрометра или из сохраненных дисковых файлов информации, используя различные режимы отображения данных спектра и различные режимы анализа. Результаты обработки спектра могут быть сохранены в Базе данных. Данные сохраняются с указанием даты и времени снятия спектра, режима анализа, данных пациента, для которого производились исследования, другой необходимой информации. Сохраненные данные могут быть извлечены из Базы данных в любое время. Данные могут быть рассмотрены, распечатаны, сохранены в текстовый файл или скопированы в Clipboard Windows для вставки изображения спектра в любое приложение, позволяющее производить эту операцию.

Режимы отображения данных спектров.

Каждый спектр серии отображается на отдельной вкладке окна программы и различными цветами на общей вкладке. Реализованы следующие способы отображения спектров: по оси X: в элементах ПЗС линейки (всего 2048 элементов), в нанометрах (в границах спектрального диапазона работы спектрометра); по оси Y: в отсчетах АЦП (всего 4096 отсчетов), в нормализованных единицах (относительно максимального значения каждого спектра). Предусмотрена функция "курсора", позволяющая получить значение спектра в любой точке графика, а также масштабирование графиков спектров по двум осям.

Режимы анализа данных спектров

БИОСОФТ позволяет производить обработку и анализ полученных спектров серии в двух режимах: всех спектров серии одновременно и каждого спектра серии индивидуально. Режимы обработки данных спектров программным комплексом БИОСОФТ представлены в табл. 1. Здесь: i - номер элемента линейки ПЗС; S_0 – результирующий спектр, S – значение спектра от исследуемого образца; D – значение "темнового спектра" (спектра, полученного при выключенном источнике излучения); R – интенсивность "справочного спектра"; A – коэффициент поглощения исследуемого образца. T – коэффициент пропускания исследуемого образца. Q – коэффициент отражения исследуемого образца.

Таблица 1

Режим обработки данных	Вид преобразования	Примечания
Наблюдение	$S_0(i) = S(i)$	Необработанный сигнал с выхода АЦП

Спектрограмма	$S_o(i) = S(i) - D(i)$	
Поглощение	$A(i) = [R(i) - S(i)] / [R(i) - D(i)]$	
Пропускание	$T(i) = [S(i) - D(i)] / [R(i) - D(i)]$	
Отражение	$Q(i) = [S(i) - D(i)] / [R(i) - D(i)]$	
Сравнение	$S_o(i) = [S(i) - R(i)]$	Специальный режим анализа при необходимости получения спектральной информации от нескольких объектов исследования с последующим их сравнением с базовым спектром, в качестве которого выступает "справочный спектр"
Вычисления	Вычисления производятся по стандартным формулам, заданным в программе, либо по формулам, введенным оператором.	Функция позволяет производить вычисления над значениями спектра, указывая длины волн. Вычисления производятся только для отдельных спектров (для спектра в данный момент отображенного на экране).

Ключевые слова: спектрометр, обработка, программное средство, базы данных.

УДК 535.317.1: 681.7.012: 681.782.472

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ

¹⁾Потапова Г.К., ¹⁾Москаленко М.А., ¹⁾АНТК им. Антонова, г. Киев, Украина

Одной из важнейших характеристик систем, в которых осуществляется функция зрительного восприятия изображений объектов, является дальность различных ступеней зрительного восприятия объекта – обнаружения, наблюдения, слежения, захвата, сопровождения, распознавания, идентификации объектов и т.п.

Работа посвящена анализу преобразования информативных параметров сцены «объект на местности», наблюдаемой системой зрительного восприятия, например, оптико-телевизионной системой (ОТС). Исходными параметрами для расчета являются размеры объекта, его яркость и контраст (или яркость объекта и яркость фона). Система рассматривается как информационный тракт, состоящий из последовательных каналов преобразования оптических сигналов. В каждом из каналов определяются коэффициенты преобразования трех информативных параметров оптического сигнала – размера изображения объекта, его яркости и контраста. Например, для ОТС такими каналами являются пространственный (воздушный) коридор между объектом и ОТС, оптическая система и телевизионный канал, параметры оптического изображения на экране которого и являются выходными параметрами. Методика допускает произвольный набор каналов информационного тракта и поэтому может быть использована для расчета дальности действия любой системы зрительного восприятия.

Поскольку внешние условия могут изменяться весьма существенно при

достаточно стабильных собственных параметрах системы, то при упоминании о дальности действия такой системы следует указывать конкретные параметры внешних условий (условия освещенности, наличие подсветки, местоположение, время дня и года, отражательные характеристики фона и объекта, МДВ и т.п.). Поэтому и задача определения дальности действия системы по зрительному восприятию изображений объектов не должна сводиться к расчету дальности, начиная с которой объект может быть воспринят (обнаружен, распознан, идентифицирован и т.п.) с вероятностью не меньше заданной. Эта вероятность, в свою очередь, определяется не только рассмотренными информативными параметрами видимого изображения объекта на выходе системы, но и другими его характеристиками, влияющими на работу зрительного анализатора человека (например, подвижность изображения объекта, частота обновления информации).

Ключевые слова: дальность действия, зрительное восприятие объектов, оптический сигнал, информативные параметры изображения.

УДК 621.757

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОПФ ОБ’ЄКТИВІВ В ІНФРАЧЕРВОНІЙ ОБЛАСТІ СПЕКТРУ

¹⁾Овчар М.І., ¹⁾Гураль Т.І., ²⁾Кучеренко О.К., ²⁾Кравченко І.В., ¹⁾Казенне підприємство
“Центральне конструкторське бюро “Арсенал”, м. Київ, Україна, ²⁾Національний технічний
університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Установка для вимірювання оптичної передаточної функції (ОПФ) об’єктивів в інфрачервоній області спектру є продовженням робіт по створенню вимірювальних стендів для контролю якості об’єктивів (1). Особливості цієї установки пов’язані з вирішенням наступних питань:

1. Розрахунок і розробка освітлювальної частини установки, у якій було виключено світловодний джгут, що поглинав значну частину випромінювання в інфрачервоній області спектру. Одночасно за допомогою інфрачервоних світлофільтрів було скореговано спектральний діапазон джерела випромінювання.

2. Розрахунок і розробка нового фотоприймального пристрою на основі багатоеlementного фотоприймального модуля, що випускається провідною японською фірмою HAMAMATSU. Фотоприймальний модуль створений на основі матеріалу InGaAs і має спектральну чутливість в області спектру 0,7-1,8мкм. та розмір елемента 25мкм.

3. Використання мікрооб’єктиву з обмеженою величиною збільшення 10*.

4. Розробка програмного забезпечення по обчислюванню на основі функції розсіювання лінії (ФРЛ) оптичної передавальної функції об’єктивів з урахуванням таких характеристик фотоприймального модуля як динамічний діапазон, час накопичення сигналу, sinc- корекція та ін.

5. Розробка методики юстування установки.

6. Вирішення питань метрологічної атестації установки за допомогою спеціально розрахованих еталонних об’єктивів.

Експериментальні дослідження, що були проведені на установці підтвердили її ефективність, як метрологічного засобу для контролю якості об'єктів, що призначені для роботи в інфрачервоній області спектру.

Ключові слова: вимірювальна установка, оптична передаточна функція, інфрачервоний діапазон.

Література

1. Ліхоліт М.І., Маркочев А.С., Овчар М.І., Полежаев В.В., Соболев В.П., Тягун В.М., Кучеренко О.К., Кравченко І.В. Вимірювально-обчислювальний комплекс для контролю якості об'єктів // Вісник НТУУ “КПІ”. Приладобудування. – 2003. – №25. – С. 38-45.

УДК 53.082.5:581.5

СПЕКТРОФОТОМЕТР ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Лихолит Н.И., Кочубей С.М., Донец В.В., Чичик П.Д., Милютин В.Н., Донец Л.О., Соболев В.П., Соболев А.В., Онищенко И.В., Алексенко Т.В., Полежаев В.В., Анохина Н.П., Яценко В.А., Хандрига П.А.; Казенное предприятие «Центральное конструкторское бюро «Арсенал»; Институт физиологии растений и генетики НАНУ; Институт космических исследований НАНУ; Институт прикладного системного анализа Национального технического института Украины «Киевского политехнического института», г. Киев, Украина

Применение спектрометрии для дистанционного зондирования поверхности Земли, в том числе растительности, является в настоящее время быстро развивающимся направлением. Натурные испытания разработанных подходов, а также их широкое внедрение в практику в значительной мере задерживается в связи с отсутствием соответствующей спектральной аппаратуры.

Нами разработан спектральный полевой прибор, который осуществляет измерения спектрального распределения коэффициентов отражения растительности в диапазоне 500-800 нм с разрешением до 2 нм. Эти данные используются для расчета содержания хлорофилла в биомассе по оригинальным алгоритмам.

Прибор состоит из двух отдельных блоков - оптического (с измерительным и опорным каналами) и вычислительного. Оптический блок является двухканальным спектрофотометром, который выполнен на базе полихроматора с плоской дифракционной решеткой, зеркальными сферическими объективами и ПЗС в качестве фотоприемного устройства.

Оптический блок имеет внутренний контроллер (с ЖКИ панелью индикации и управления), который обеспечивает управление режимом работы прибора, компенсацию искривления спектральной линии, нормирование шумовых параметров фотоприемного устройства, расчеты коэффициентов отражения, а также запись полного информационного пакета - регистрограммы на носитель информации – флеш-карту.

Наличие визуального канала в оптическом блоке облегчает выбор зоны исследования. Прибор снабжен также дополнительными датчиками: освещенности, температуры, таймером (часами и календарем), а также GPS-приемником, как датчиком географических координат местности, где проводятся измерения. Работает внадир и, как правило, устанавливается на штативе.

Вычислительный блок (на базе внешней ЭВМ с библиотекой спектров) обеспечивает вычисление содержания хлорофилла с учетом коэффициента отражения и ряд дополнительных функций. Разработаны программные средства для связи с вычислительным блоком.

Ключевые слова: спектрофотометр, дистанционное зондирование растительности.

УДК 621:628.94

ПРИМЕНЕНИЕ ЯРКИХ СВЕТОДИОДОВ В КАЧЕСТВЕ СВЕТОСИГНАЛЬНЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ И СИСТЕМАХ

Буруля А.Г., ПК "Светоприбор" ЗАО "Протон", г. Орел, Россия

1. Новые направления в разработке светодиодов на гетероструктурах AlInGaP, AlInGaP_{II}, InGaN, в том числе мощных светодиодов с высокой световой отдачей. Особенности конструкции, преимущества и недостатки перед другими источниками света.

2. Применение ярких светодиодов в качестве светосигнальных приборов:

- в автомобилестроении (дополнительные сигналы торможения, маркерные фонари, автомобильные светодиодные лампы, проблесковые фонари и т.п.); в аэронавигационных системах (отдельные светодиодные лампы и заградительные огни для высотных и протяженных объектов с системами управления, аэронавигационные огни для аэродромов и вертодромов); в системах управления дорожным движением (светофоры, активные знаки, информационные табло); в щитовом оборудовании для ТЭЦ, ГРЭС, АЭС (коммутаторные светодиодные лампы и подсветки транспарантов со схемами управления); в рекламном освещении (светодиодные лампы с цоколем E27 для наружной и внутренней иллюминации, светодиодные подсветки рекламных букв и т.п.). Особенности применения светодиодов. Преимущества использования светодиодов взамен ламп накаливания - энергосбережение и долговечность.

3. Применение ярких светодиодов в качестве осветительных приборов:

- в шахтном оборудовании в качестве твердотельных источников света во взрывобезопасном исполнении (индивидуальные шахтерские фонари, стационарные шахтные светильники); в аварийном освещении взрывоопасных зон (стационарные взрывобезопасные светильники во взрывозащищенном исполнении); в освещении рекламных щитов и архитектурной подсветке (светодиодные прожектора и т.п.). Преимущества и недостатки использования светодиодов. Проблемы отвода тепла для повышения светоотдачи мощных светодиодных источников света.

Ключевые слова: светодиод, источник света, светосигнальные приборы, светильники.

УДК 681.784.83

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФУЗНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА

Гайворонська Г.О., Міхеєнко Л.А. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Використання цифрових мікроскопів (ЦМ) у сучасних дослідженнях має багато переваг та широкі можливості. Однією з важливих проблем є створення освітлювальної системи для ЦМ. Задачею освітлювального каналу ЦМ є забезпечення однорідності освітленості поверхні досліджуваного зразка. Цю задачу вирішують на сьогодні багатьма способами, одна з яких є, наприклад, схема освітленості по Келеру. Але всі вони мають складну багатокомпонентну структуру, яка вимагає низку вимог, щодо елементів, зборки, юстування, тощо. Як перспективу, вважають вирішення цієї задачі за допомогою дифузного випромінювача (ДВ).

В роботі проведено експериментальне дослідження ДВ на базі інтегруючої сфери. Експериментальна установка включала в себе саму інтегруючу сферу з внутрішнім розсіювальним покриттям сульфату барію та одним джерелом випромінювання - світлодіодом АЛ 107 (СД), фотоелектричний мікроскоп (ФЕМ) з фотоприймачем ФД-17К, звуковий генератор синусоїдальних сигналів, селективний підсилювач, осцилограф, та вольтметр. Дослідження проводилися при різноманітних положеннях джерела випромінювання для трьох діаметрів вихідної зіниці ДВ. Діаметр сфери був 80 мм, діаметри вихідної зіниці - 10, 20, 30 мм, відповідно. Об'єкти ФЕМ фокусувалися на края по діаметру вихідної зіниці. Сигнал з вихідної зіниці сприймався фотоприймачем, після чого йшов на селективний підсилювач, на осцилограф та на вольтметр. Результати дослідження показали, що на краях вихідної зіниці ДВ функція розподілу вихідного сигналу мала незначні завали. Сигнал, який фіксувався безпосередньо з вихідної зіниці, мав лінійне розподілення з розходженням нелінійності не більше 0,1 %. При відповідному розмірі діаметра сигнал мав найбільшу амплітуду, коли СД був розташований до центру ДВ. Трохи менша амплітуда спостерігалася при положенні СД від вихідної зіниці. У всіх випадках сигнал мав найменшу амплітуду при положенні СД до вихідної зіниці. Це пояснюється тим, що значна частина випромінювання СД втрачалася, не попадаючи на розсіювальну поверхню, тобто не приймала участі у формуванні вихідного сигналу. Щоб усунути цю проблему запропоновано використання бленди для вихідної зіниці ДВ. Якщо ж судити про величину амплітуди сигналу в залежності від розміру вихідної зіниці, то найбільша амплітуда сигналу спостерігалась при діаметрі вихідної зіниці 30 мм, що перевищує значення амплітуд для попередніх діаметрів зіниці (які, до речі, особливо не відрізнялися величиною амплітуди між собою) в 2 рази.

Отже, можна зробити висновок, що використання ДВ значно спрощує та покращує конструкцію освітлювального каналу для ЦМ, що є, в свою чергу, також і економічно вигідним фактором. ДВ, порівняно з іншими схемами освітлювання, має невеликі габарити, досить просту будову та дає рівномірний розподіл яскравості у вихідній зіниці, що дозволяє рівномірно освітлювати

досліджуваний зразок для ЦМ. Після проведених досліджень було спроектовано освітлювач для ЦМ на базі ДВ. Самі ж експериментальні дані є корисними для розробки експериментальної моделі ДВ.

Ключові слова: цифровий мікроскоп, дифузний випромінювач, експериментальне дослідження.

УДК 681.786.3

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ
ДИСТАНЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КУТІВ ОРІЄНТАЦІЇ ОБ'ЄКТА**

Вустенко В.І., НВК „Фотоприлад”, м. Черкаси, Україна

Задача дистанційного визначення кутів орієнтації деякого об'єкту в наш час є досить поширеною в різних галузях науки та техніки: при монтажі габаритних конструкцій, орієнтуванні об'єктів відносно базової системи координат, при управлінні землерийними та будівельними машинами і т.п.

Для вирішення цих задач відома велика кількість високоточних методів та засобів, в т.ч. оптичних; похибка вимірювань деяких із них не перевищує долей секунди, але переважна більшість із них при цьому мають досить невеликий діапазон контрольованих параметрів – до долей градусів. В той же час існує ряд задач, коли потрібно контролювати розворот об'єкту в межах одиниць, а то і десятків градусів, до того ж одночасно навколо двох або й трьох осей. Так, при випробуваннях моделей літальних апаратів в аеродинамічних трубах кути ковзання треба визначати в межах $\pm 15^\circ$, а кути атаки – в межах мінус 30° – плюс 60° .

В цій роботі зроблена спроба поєднати в одному пристрої дві принципово різні схеми вимірювання кутів орієнтації, обумовлені особливостями самих кутів, а саме: кута скручування α – в площині, перпендикулярній базовій лінії та кута ковзання β – в площині, що проходить через базову лінію.

Пристрій включає в себе приймально-передаючий та вимірювальний блоки (ППБ та ВБ), а також розміщений на контрольованому об'єкті та чутливий до розвороту у відповідній площині елемент, в якості якого виступають: для кутів α – відрізки світло-відбиваючих щілин, для кутів β – слабка телескопічна лінза (система) або оптичний клин. До складу ППБ, загального для обох схем, який формує на виході зфокусований (для α -кутів) або паралельний (для β -кутів) пучок променів та забезпечує приймання відбитих від чутливих елементів променів, входять: безперервний лазер, оптична система із двох об'єктивів, напівпрозоре дзеркало та фотоприймач. ВБ являє собою електропривід, який повертає елемент сканування у вигляді оптичного клину (для α -кутів) або телескопічної лінзи (системи) (для β -кутів), аналогічної чутливому елементу. Відлік кутів орієнтації проводиться з допомогою лімба зі штрихами, трьох оптопар та нескладного обчислювача з дисплеєм.

Експериментальні дослідження пристрою показали, що в указаному вище діапазоні кутів похибка вимірювань не перевищує 1-2 кут.хвилини, що в

більшості практичних випадків достатньо, а поєднання в одному приладі двох схем дозволяє, в залежності від умов підходу до об'єкту, вибрати оптимальний варіант.

Ключові слова: об'єкт, оптична система, літальні апарати

УДК 623.4.023.43

ОСОБЛИВОСТІ КАЛІБРУВАННЯ ВІДДАЛЕМІРІВ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Власюк В.В., Гордієнко В.І. Вустенко В.І., НВК „Фотоприлад”, м. Черкаси, Україна

В даний час віддалеміри, в т.ч. і геодезичні, калібруються по контрольним лініям, нанесеним на відкритій місцевості і атестованим з високою точністю. Такий спосіб досить трудомісткий, значною мірою залежить від погодних умов, виключає можливість оперативного регулювання, а головне – не дозволяє визначати дуже важливий параметр оцінки придатності віддалемірів до експлуатації - порогову чутливість. Тому питання пошуку і вдосконалення методів калібрування віддалемірів в лабораторних умовах досить актуальні.

В доповіді аналізуються особливості калібрування імпульсних віддалемірів (ІВ) з допомогою розробленого імітатора цілі (ІЦ).

Як відомо, в ІВ віддаль визначається через вимірювання проміжку часу, що проходить з моменту посилки старт-імпульсу і до моменту приходу відбитого стоп-імпульсу. Тому ІЦ схематично включає в себе: приймач старт-імпульсу від віддалеміру, випромінювач стоп-імпульсу та блок управління, до складу якого входять двохступеневий кварцовий генератор (ДКГ), синтезатор віддалей та компаратор

Особливостями запропонованого ІЦ є:

1. Термостабілізація ДКГ для забезпечення стабільності формування часу затримки стоп-імпульсу в великому діапазоні температур, що є визначальним для точності калібрування;

2. Можливість визначення порогової чутливості ІВ до долей мікроват. Для цього запропоновано і реалізовано в складі ІЦ схему високостабільного випромінювача на базі генератора світлових сигналів ПГС-11А з десятикратним ослаблювачем револьверного типу.

Атестація такого випромінювача проводиться з допомогою спеціально розробленого та виготовленого еталону пікової потужності, до складу якого входять: пристрій для формування коротких (~ 60 нс) імпульсів, для чого використовується безперервне випромінювання високостабільного ($\leq 2\%$) лазера; довгофокусний коліматор з фотоприймачем в фокальній площині; вимірювач потужності безперервного лазерного випромінювання, наприклад, ИМО-2Н; високочастотні осцилограф та частотомір.

Таким чином, в результаті цієї роботи теоретично і експериментально доведена можливість калібрування, оперативного регулювання та визначення порогової чутливості ІВ в лабораторних умовах.

Ключові слова: чутливість, віддалемір.