

отраженного от протяженного объекта, позволила существенно повысить точность измерений амплитуды маховых колебаний лопастей НВВ.

Список использованных источников

1. Патент на изобретение 2 700 535 С2 Российская Федерация, МПК В64С 11/16 (2006.01). Способ контроля целостности лопастей несущих винтов вертолѐта в соосной схеме их расположения и устройство для его осуществления. Данилин А.И., Жуков С.В., Грецков А.А., Бояркина У.В., - заявл. 01.12.17; опубл. 17.09.2019, Бюл. № 26 – С. 1-5.

2. Жуков С.В., Данилин А.И., Бояркина У.В., Воронцова С.А., Фазовый метод измерения параметров деформационного состояния лопастей несущего винта вертолѐта // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2017. Т.19. №6. - с. 188-192.

3. Артюшенко В. М., Воловач В. И. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от движущегося протяженного объекта // Журнал радиоэлектроники. — 2015. — № 1.

Жуков Семен Викторович, стар. препод. каф. геоинформатики и информационной безопасности, svzhukov@ssau.ru.

Ковалев Михаил Анатольевич, д.т.н., доцент, профессор каф. ЭАТ, kovalev.ma@ssau.ru.

УДК 535.8

СПОСОБ КАЛИБРОВКИ ПЗС-ЛИНЕЙКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАВНОМЕРНОГО СВЕТОВОГО ПОЛЯ

Н. В. Каштанов

УФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск

Ключевые слова: многоэлементная фотоприёмная линейка, неравномерность светочувствительности пикселей, координата светового пятна, оптические измерения.

Современные датчики аэрометрических давлений предъявляют высокие требования к точности функционирования измерительных систем; допускаемая погрешность измерений не превышает 0,1–0,2 %, что определяет актуальность их совершенствования [1].

Датчик давления, показанный на рисунке 1, работает так: световое пятно проходит через отверстие в пластине, связанной с анероидом, и попадает на фотоприёмную линейку. Когда давление меняется, анероид деформируется и смещает пластину, из-за чего пятно на линейке также смещается. Величина этого смещения позволяет вычислить давление.

При использовании многоэлементных фотоприёмных устройств необходимо учитывать эффект неравномерности светочувствительности по пикселям — явление, при котором отдельные элементы линейки демонстрируют различную реакцию на одинаковое световое воздействие. Вследствие этого один и тот же уровень освещённости может давать

разные значения сигнала на выходе разных пикселей, что приводит к систематическим погрешностям при измерениях. Для компенсации данного эффекта требуется проведение индивидуальной калибровки каждой фотоприёмной линейки с целью выравнивания отклика по всей чувствительной области.

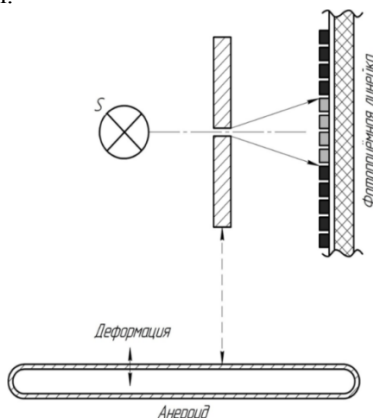


Рисунок 1 – Упрощённая схема датчика давления

Для реализации такой калибровки необходимо сформировать однородное по освещённости световое поле, воздействующее на всю длину линейки. С этой целью была собрана экспериментальная оптическая установка, структура которой показана на рисунке 2.

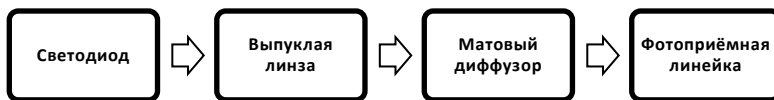


Рисунок 2 – Структура экспериментальной установки

Более подробно методика исследования приведена в работе [2]. В эксперименте исследовались три экземпляра фотоприёмных линеек TCD1304DG. По результатам эксперимента установлено, что СКО чувствительности по пикселям всех трёх линеек составляет менее 3,24 %. Следовательно, согласно правилу «трёх сигм», неравномерность светочувствительности исследуемого образца не превышает 9,72%. Полученное значение согласуется с паспортными данными устройства (не более 10%). В дальнейшем планируется проведение анализа равномерности сформированного светового поля по методике, изложенной автором в работе [3].

В качестве недостатка данного метода можно выделить ряд недостатков. Наиболее существенным из них является сложность обеспечения однородного поля. Также линза обладает различными неоднородностями, которые ухудшают равномерность светового поля.

Чтобы частично компенсировать это явление был применён диффузор. В связи с этим необходимо провести эксперимент другим методом, который не предусматривает создание однородного поля. Один из таких методов приведён в работе [4]. Метод калибровки пространственного распределения светочувствительности матричных приёмников излучения предполагает измерение стабильных по времени распределений интенсивности светового пучка при нескольких различных комбинациях взаимного положения пучка и приёмника излучения. Таким образом, следует провести исследование неравномерности светочувствительности по пикселям на основе предложенного авторами [4] метода с учётом его применения к многоэлементной фотоприёмной линейке.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН (FFWZ-2025-0005).

Список использованных источников

1. Каштанов, Н. В. Оптоэлектронные датчики статического и полного давлений на базе упругих элементов и ПЗС-линеек / И. В. Антонец, Р. А. Борисов, А. А. Черторийский, Л. А. Нигматуллина, Н. В. Каштанов // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники: материалы 24-ой Всероссийской молодёжной конференции - г. Ульяновск: УлГТУ, 2021. – с.215-216.
2. Каштанов, Н. В. Экспериментальное исследование неравномерности светочувствительности пикселей ПЗС-линейки // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники: материалы 28-ой Всероссийской молодёжной конференции - г. Ульяновск: УлГТУ, 2025. – с.401-403.
3. Каштанов Н. В., Черторийский А. А. Установка для исследования и алгоритм оценки неравномерности чувствительности пикселей многоэлементной фотоприёмной линейки // Вузовская наука в современных условиях: сборник материалов 59-й научно-технической конференции (г. Ульяновск, 20–31 января 2025 года). В 2 ч. Ч. 1. Ульяновск: УлГТУ, 2025. – 242 с
4. Стукачёв С. Е., Кожеватов И. Е. Метод калибровки пространственного распределения светочувствительности матричных фотоприёмников // Известия вузов. Радиофизика. – 2011. – Т. 54, № 7 – С. 550-557.

Каштанов Никита Валерьевич, н.с. УФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, аспирант каф. радиотехника, опто- и наноэлектроники УлГТУ, ya@nkashtanov.ru

УДК 621.389

ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА КАТОДА НА ЭФФЕКТИВНЫЙ ТОК ИСТОЧНИКА ИОНОВ

Д.В. Шарафутдинов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: катод, работа выхода, ионный источник, электронный ток, масс-спектрометр.