УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВУХВОЛНОВОГО ОПТОЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА

Эргашов Кахрамон Михоилович

ст. преподаватель кафедры
"Метрология, стандартизация и менеджмента качества продукции",
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: muxammadboras@gmail.com

IMPROVEMENT OF MEASURING PARAMETERS OF A TWO-WAVE OPTOELECTRONIC DEVICE

Kaxramon Ergashov

Senior Lecturer,
Department of Metrology, Standardization and Product Quality Management,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Представлено двухволновое оптоэлектронное устройство со стабилизацией параметров излучающих диодов, приведена описание и структурная схема его, а также результаты исследования по определению оптимальных параметров устройство. Улучшены метрологические параметры измерительного устройства.

ABSTRACT

A two-wave optoelectronic device with stabilization of the parameters of emitting diodes is presented, a description and a block diagram of it, as well as the results of a study to determine the optimal parameters of the device, are presented.

Ключевые слова: двухволновое оптоэлектронное устройство светодиоды, стабилизация, опорный и измерительный каналы, неразрушающая контроль, временная и температурная нестабильность.

Keywords: two-wave optoelectronic device, LEDs, stabilization, non-destructive testing, time and temperature instability**.**

Введение. В течение последних десятилетий технический прогресс в области разработки и изготовления светодиодов среднего ИК - области идет с захватывающей скоростью. Стремительное развитие технологии производства излучающих структур в последние годы привело к значительным успехам в области повышения качества приборов на их основе, а также улучшены параметры контроля различных видов продукций. Спектральная область 1.5-5 *мкм* актуальна для задач экологии и охраны окружающей среды, поскольку в этой области находятся характеристические полосы поглощения многих природных и промышленных газов (CO, CO_2, CH_4, H_2S, паров воды и др.) [1-5]. Наличие характеристических полос поглощения открывает широкие возможности для разработки оптических методов газового анализа, контроля технологических параметров промышленной продукции, медицинской диагностики и связи.

Однако, имеет место ряд проблем при разработке оптико-электронной аппаратуры различного назначения и её метрологического обеспечения связанная температурной и временной нестабильности основных параметров светодиодов средней ИК – области.

В процессе длительной работы светодиода происходит изменение всех его характеристик, однако, разработчиков, применяющих светодиод, интересует, главным образом их временная и температурная стабильность [6-9].

На производстве требуется достоверная оценка не только параметров произведенных светодиодов, но и прогнозирование их надёжности и срока службы, выполнение этого условия является гарантией качества поставляемых потребителю оптоэлектронных приборов.

Основная часть. Целью исследования является разработка способов стабилизации и улучшения параметров светодиодов ИК – области для компенсации их временной и температурной нестабильности для применения в автоматическом контроле.

Стабилизация интенсивности излучения светодиодов осуществляются: термостатированным; изоляций источника излучения от различного рода дестабилизирующих воздействий; введением в цепь питания источника излучения термочувствительных элементов с обратной температурной характеристикой; выбором оптимальных сопротивлений цепи питания

Библиографическое описание: Эргашов К.М. УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВУХВОЛНОВОГО ОПТОЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 11(92). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12588*

светодиода; введением обратной связи по термозависимому параметру источника излучения. В зависимости от условий эксплуатации и необходимой точности измерений применяют тот или иной метод. Рассмотренные методы, хотя и обладают рядом преимуществ, но не могут применяться для стабилизации интенсивности излучения источника излучения, применяемых в оптоэлектронных устройствах, что не исключается такой дестабилизирующий фактор, как временная и температурная нестабильность.

Оптоэлектронные устройства неразрушающего контроля представляют собой совокупность излучателя и фотоприемника, расположенных определенным образом относительно контролируемого объекта. Одноволновые оптоэлектронные устройства просты, но имеют ряд недостатков, основным из которых является зависимость результата измерения от свойств контролируемого материала. Эти недостатки исключаются введением второй длины волны - опорной. Двухволновые оптоэлектронные устройства позволяют исключить такие факторы, как влияние неинформативных параметров контролируемого объекта, нестабильность фотоприемника, старение светодиода и фотоприемника. Если контролируемая среда многокомпонентная (например, при контроле влажности химических веществ), то для исключения влияния различных компонентов среды вводят дополнительно еще одну опорную длину волны. Трехволновые оптоэлектронные устройства в основном применяются в лабораторных исследованиях. Следует также отметить, что увеличение числа используемых длин волн анализирующего излучения значительно усложняет прибор, снижает его надежность, а в ряде случаев приводит к неоправданным затратам.

В оптоэлектронном двухволновом методе контролируемый объект облучается двумя противофазными прямоугольными последовательностями импульсными патоками излучения с длинами волн, лежащих в максимуме поглощения контролируемым компонентом (измерительной) и в не максимуме поглощения этим компонентом (опорной) [9-10].

Главным условием двухволновых оптоэлектронных устройств является равенства начальных опорных и измерительных потоков излучения, который определяет точность измерения. На рис.1 приведена блок схема оптоэлектронного двухволнового устройства, где: ЗГ – задающий генератор, ДЧ – делитель частоты, МЭ – модулятор экспоненты, Р1 и Р2 – регуляторы, К1 и К2 – электронные ключи, СД1 – излучающий диод на опорной длине волне, СД2 излучающий диод на измерительной длине волны, КО-контролируемый объект, ФП1 – фотоприёмник обратной связи, ФП2 – фотоприёмник измерительный, У – усилитель, ПУ – пороговое устройство, КМ – коммутатор, Сч – счетчик импульсов.

Устройство работает следующим образом: задающий генератор - ЗГ вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов. Этими импульсами с помощью делителя частоты – ДЧ формируется управляющие импульсы, которые подаются на второй вход МЭ, выходными импульсами которого управляют соответствующие регуляторы Р1 и Р2, далее электронные ключи К1 и К2. Сформированные прямоугольные импульсы с выхода К1 подаются на вход опорного излучающего диода СД1, который через него создает импульсный ток и соответственно приводить к излучению светового потока на опорной длине волне прямоугольный формы, а прямоугольный импульс К2 подается на вход измерительного излучающего диода СД2, вследствие которого СД2 излучает световой поток на измерительной длине волны прямоугольной формы. Электрический сигнал с ФП1 контролируется пороговым устройством ПУ и при неравенстве потоков от СД1 и СД2, формируются управляющие воздействия для выравнивания потоков СД1 и СД2 посредством И1 и И2, тем самым достигается стабилизация работы излучающих диодов.

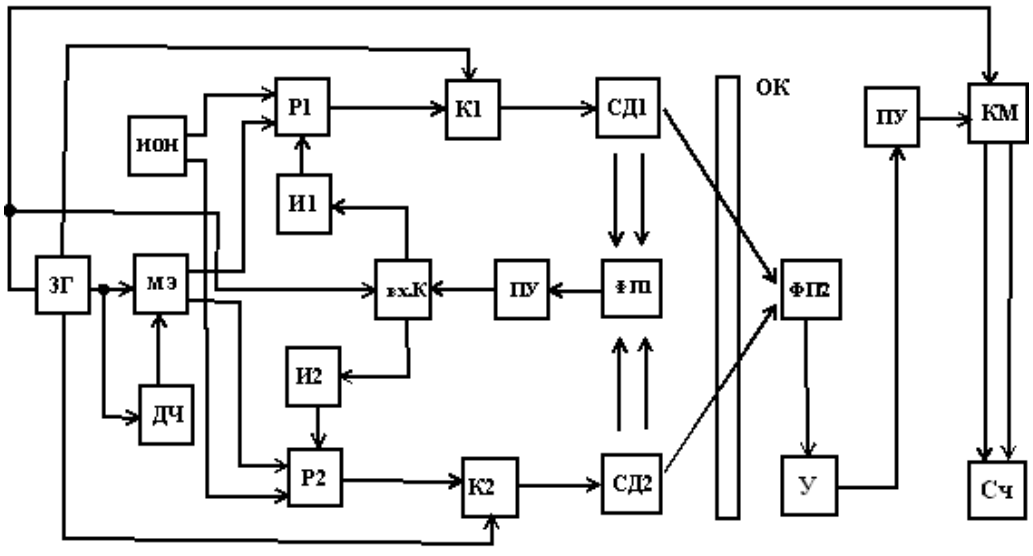

Рисунок 1. Блок схема оптоэлектронного устройства

Светодиоды генерируют потоки излучения, описываемые следующими выражениями:

$$\psi_{1,0}(\lambda_1, t) = \psi_1\left[(i+2) \bmod 2\right] \quad (1)$$

$$\psi_{2,0}(\lambda,t)=\psi_0\exp(-t/T)\left[(i+1)\bmod 2\right], \quad (2)$$

$i = 1,2,3, \ldots, N$

где: $\psi_{1,0}$– поток излучения опорного канала; $\psi_{2,0}$ – поток излучения измерительного канала; i – номер отрезка времени; N – количество отрезков времени в одном цикле измерения; t – время; λ_1, λ_2 – длины волн излучения для опорного и измерительного каналов; T –постоянное время RC– цепочки, формирующее экспоненциальный сигнал. Здесь функция $A \bmod B$ определяет остаток от деления. Отсюда видно, что излучающие диоды во временном интервале работают попеременно. Это позволяет регистрировать потоки одним фотоприемником. Таким образом, создается равные условия приема информации для опорных и измерительных каналов. Для потоков излучения $Ф_1$ и $Ф_2$, прошедших через контролируемый объект, по закону Бугера-Ламберта-Бера, имеем:

$$\psi_1(\lambda_1,t,Q)=\psi_{1,0}\exp(-k_1Q)= \\ =\psi_0\exp(-k_1Q)\left[(i+2)\bmod 2\right] \quad (3)$$

$$\psi_2(\lambda_2,t,Q)=\psi_{2,0}\exp(-k_2Q)= \\ =\psi_0\exp(-k_2Q)\exp(-\frac{t}{T})\left[(i+2)\bmod 2\right] \quad (4)$$

где: Q -измеряемый параметр; k_1,k_2- коэффициенты поглощения на длинах волн λ_1 и λ_2. Таким образом, в фотоприемнике происходит слияние двух дискретных фото откликов от ψ_1 и ψ_2, описываемое следующим выражением:

$$U(t)=f\left[\psi_1(\lambda_1,t,Q)+\psi_2(\lambda_2,t,Q)\right]+U_T(t) \quad (5)$$

$U_T(t)$ - сигнал, обусловленный темновым током фотоприемника

или:

$$U(t)=f\{\left[(i+2)\bmod 2\right]\psi_0\exp(-k_1Q)+ \\ +\left[(i+1)\bmod 2\right]\psi_0\exp(-k_2Q)\exp(-\tfrac{t}{2})\}+U_T(t) \quad (6)$$

Для простоты анализа функцию преобразования f фотоприемника примем единичной и тогда выражение (6) примет вид:

$$U(t)=(i+2)\bmod 2\psi_0\exp(-k_1Q)+ \\ +(i+1)\bmod 2\psi_0\exp(-kQ)\exp(-\tfrac{t}{T})+U_T(t) \quad (7)$$

Далее, сигнал фотоприемника, усиленный МШ – малошумящий усилителем поступает на УН – усилитель напряжения и АК – аналоговый коммутатор.

На выходе схемы формируются импульсы, количество которых пропорционально времени от начала цикла до момента выравнивания потоков ψ_1 и ψ_2, по амплитуде. Рассмотрим алгоритм преобразования контролируемого объекта В непрерывном виде потоки излучающих диодов выражаются:

$$\psi_1(\lambda_1,t,Q)=\psi_0\exp(-k_1Q) \quad (8)$$

$$\psi_2(\lambda_2,t,Q)=\psi_0\exp(-(k_2Q+\frac{t}{Tk_2})) \quad (9)$$

Отсюда из условия равенства потоков ψ_1 и ψ_2, в момент времени

$t=\tau$, получаем:

$$k_1Q=k_2Q+\tau/T \quad (10)$$

или

$$\tau=TQ(k_1-k_2) \quad (11),$$

следовательно,

$$Q=\tau/\left[T(k_1-k_2)\right] \quad (12)$$

Из условия физической реализуемости предложенного способа измерения $k_1>k_2$. Надо отметить что, применяя импульсное преобразование, мы исключаем температурный нестабильность параметров светодиодов и фотоприемников. Так как, излучающие диоды, с длиной волн излучения λ_1 и λ_2, находятся почти в одинаковых температурных условиях, поэтому увеличение температуры вызывает уменьшение потоков $\psi_0(\lambda_1)$ и $\psi_0(\lambda_2)$, на величину $\Delta\psi$:

$$\psi_1(\lambda_1,t,Q)=(\psi_0-\Delta\psi)\exp(-k_1Q), \quad (13)$$

$$\psi_2(\lambda_2,t,Q)=(\psi_0-\Delta\psi)\exp[-k_2(Q+\frac{t}{Tk_2})] \quad (14)$$

В момент времени $t=\tau$ искомая величина Q определяется из равенства потоков ψ_1 и ψ_2 также как (12):

$$Q=\frac{\tau}{T(k_1-k_2)} \quad (15)$$

Таким образом доказывается, что температурная нестабильность световых характеристик фотоприемника не влияет на результат преобразования первичной информации при двухволновом методе контроля. Однако пока неизбежными остаются погрешности преобразования, связанные с различием коэффициентов отражения по λ_1 и λ_2.

Список литературы:

1. Михайлова М.П., Моисеев К.Д., Яковлев Ю.П. Открытие полупроводников AIII BV: физические свойства и применение (Обзор) // Журнал технической физики. – 2019. – Т.3. – С. 291 –308. doi: 10.21883/ftp.2019.03.47278.8998.
2. Алферов Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепция и применения в физике, электронике и технологии // Успехи физических наук. – 2002. – С. 1068 –1086. doi:10.3367/UFNr.0172.200209e.1068.

3. Alferov Z.I.The history and future of semiconductor heterostructures // Semiconductors. – 1998. – T.32. – P.3 – 18. doi: 10.1134/1.1187350.
4. Умаралиев Н., Матбабаев М.М., Эргашев К.М. Установка для изучения оптоэлектронного датчика влажности воздуха //Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2020. – Т. 63. – №. 3. – с. 237-241.
5. Эргашев К.М., Иброхимов Ж.М. Особенности газового разряда при малых межэлектродных расстояниях в ионизационной системе //Евразийский союз ученых (ЕСУ). – с. 59.
6. Ergashov K.M., Madmarova U.A. Technics of the infra-red drying of farm products //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – с. 1351-1355.
7. Ergashov K.M., Madmarova U.A. Research of metrological characteristics optoelectronic of devices for control of humidity of installations //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – с. 1337-1341.
8. Мирзаева З.И., Набиев Г.А., Эргаш К.М. Фотоэлектретное состояние без внешнего поляризующего поля в однородных полупроводниках //Фізична інженерія поверхні. – 2008. – №. 6,№ 1-2. – с. 65-69.
9. Йулдашев Х.Т., Ахмедов Ш.С., Эргашев К.М. Пространственная стабилизация тока в газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом //American Scientific Journal. – 2017. – №. 17-1. – с. 52-53.
10. Kuldashov O.H., Umaraliev N., Ergashev K.M. Stabilization of the parameters of a two-wave optoelectronic device // Scientific-technical journal. – 2021. – Т. 4. – №. 2. – с. 51-61.
11. Эргашев К.М., Мадмарова У. Компьютерная модель микро-ГЭС с использованием потенциальной энергии геотермальных вод //Современные технологии в нефтегазовом деле-2018. – 2018. – с. 376-379.
12. Yuldashev K. et al. Analysis of kinetics of image formation on bismuth films under action of gas discharge // Theoretical & Applied Science. – 2020. – №. 4. – с. 839-843.
13. Эргашев С.Ф. и др. Микро-ГЭС мощностью 5 Квт для индивидуальных потребителей // Известия Ошского технологического университета. – 2019. – №. 2. – с. 168-170.
14. Obidov J.G., Alixonov E.J. Organization of the education process based on a credit system, advantages and prospects // Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – с. 1149-1155.
15. Эргашев С.Ф., Рустамов У.С. Автоматизированная система управления водными ресурсами на основе элементов компьютерной автоматики. – 2020.
16. Мамасадиков Ю., Алихонов Э.Ж. Оптоэлектронное устройство для контроля линейной плотности хлопковых лент с функциональной разветкой // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12426 (дата обращения: 12.11.2021).
17. Ibrokhimov J.M. Features of methods of optimising calculation of parameters the combined solar power installations // Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 5. – с. 1043-1047.
18. Jamoldinovich A.E. The importance of metrology and standardization today Alikhonov Elmurod // International scientific and technical journal “Innovation technical and technology”. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – с. 1-3.
19. Mamasodikov Y., Qipchaqova G.M. Optical and radiation techniques operational control of the cocoon and their evaluation //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – с. 1581-1590.
20. Obidov J.G., Ibrohimov J.M. Application and research of energy-saving lighting devices in engineering networks // Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – с. 1370-1375.
21. Абдумаликова З.И. Исследование кинетика пробоя в газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом // Евразийский союз ученых. – 2019. – №. 10-5. – с. 14-18.
22. Khurshidjon Y. et al. The study of photoelectric and photographic characteristics of semiconductor photographic system ionisation type //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – С. 72-82.
23. Боймирзаев А.Р. Особенности свечения разряда в полупроводниковом газоразрядном преобразователе ИК-изображения // Евразийский союз ученых. – 2019. – №. 10-5. – с. 19-20.
24. Obidov J.G.O. About safety technique and issues of supplying electricity of the textile industry // Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 9. – с. 123-127.
25. Xabibulloogli E.A., Abdukarimovna M.U. Assesment of metrological reliability of measurements using the method of producing functions //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 8. – с. 520-528.
26. Мамасадиков Ю.М. Оптоэлектронный двухволновый метод для дистанционного газового анализа // Современные технологии в нефтегазовом деле-2018. – 2018. – с. 158-160.
27. Yuldashev K.T., Akhmedov S.S., Ibrohimov J.M. Damping cell from gallium arsenide with plasma contacts in an extreme gas discharge cell //Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers. – 2020. – Т. 16. – №. 1. – с. 36-41.