

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ульянова Александра Викторовича «Повышение точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.01 Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения)

1. Актуальность темы диссертации

Во многих современных технических системах необходим контроль параметров спектра оптического излучения в динамическом режиме. Такие задачи возникают, например, в системах оптической связи со спектральным уплотнением, при работе источников оптического излучения в импульсных режимах и измерении параметров коротких импульсов оптического излучения, при кратковременном воздействии на источник оптического излучения внешних факторов и др. При этом требования к быстродействию и точности измерения параметров спектра постоянно возрастают. Существующие средства контроля и измерения параметров спектра оптических сигналов, основанные, как правило, на спектральных методах, имеют существенные недостатки: высокую стоимость, низкое быстродействие, крупные габариты. Одним из направлений повышения быстродействия средств измерения параметров спектра оптических сигналов является использование двух фотоприемников с различающимися спектральными характеристиками. Погрешности средств измерения, построенных на основе указанного способа, не удовлетворяют современным требованиям и исследованы недостаточно.

По этой причине тема диссертационной работы А.В. Ульянова, направленная на разработку методов и средств повышения точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов, является актуальной.

2. Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 154 наименования и 2 приложений. Общий объём работы 115 страниц, в том числе 112 страниц основного текста, содержащего 9 таблиц, 42 рисунка, и приложений на 3 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации посвящена анализу существующих методов и средств измерения параметров спектра оптических сигналов, выявлены недостатки методов и средств измерения параметров спектра оптических сигналов. Показаны существующие проблемы при построении систем реального времени для контроля параметров спектра оптических сигналов. Рассмотрены современные быстродействующие способы измерения параметров спектра, выявлены их недостатки, сформулированы выводы и определены пути устранения указанных недостатков.

Вторая глава диссертации посвящена разработке алгоритмов определения параметров спектра узкополосных оптических сигналов с помощью двухканального фотоэлектрического преобразователя (ДФЭП), позволяющих в одном цикле измерения определять центральную длину волны и ширину спектра.

Проанализированы случайные погрешности, возникающие при измерениях центральной длины волны монохроматических оптических сигналов для линейных и гауссовых спектральных характеристик ДФЭП.

Установлено, что случайная погрешность измерения центральной длины волны будет меньше в случае применения ДФЭП с гауссовыми спектральными характеристиками.

Изучено влияние мультипликативной и аддитивной составляющих шума фотоприемников ДФЭП на точность измерения центральной длины волны и ширины спектра оптических сигналов.

Установлено, что наименьшее влияние обеих составляющих шума на погрешность измерения центральной длины волны наблюдается в области пересечения спектральных характеристик фотоприемников.

В третьей главе представлены результаты разработки экспериментальной установки для измерения параметров спектра оптических сигналов с использованием ДФЭП с гауссовыми спектральными характеристиками. Приводится описание принципа работы разработанной установки, проведен анализ ее инструментальной погрешности. Показано, что быстродействие разработанной экспериментальной установки с оптоволоконной схемой составило $0,3 \times 10^6$ измерений в секунду.

В четвертой главе приведены результаты исследования метрологических характеристик разработанной экспериментальной установки. В частности, показано, что зависимость погрешности измерений центральной длины излучения светодиодов от длины волны излучения в рабочем диапазоне установки близка к теоретической зависимости, полученной во 2-й главе. Экспериментально установлено, что среднеквадратическое отклонение разности значений центральной длины волны, измеренных серийным спектрометром и разработанной установкой, составил 1,2 нм для установившегося режима работы светодиода, 4,7 нм для динамического режима работы светодиода и 0,5 нм для оптического излучения лазера.

В заключении диссертации приведены выводы по работе.

3. Научно-технический уровень и научная ценность диссертации

Научная ценность работы заключается в том, что:

- автором предложен способ и разработаны алгоритмы одновременного измерения ширины спектра и центральной длины волны оптических сигналов двумя фотоэлектрическими преобразователями. При этом определены условия повышения точности измерения указанных параметров;

- автором получены оценки влияния мультипликативных и аддитивных составляющих шума фотоэлектрических преобразователей на погрешность измерения параметров спектра;
- автором предложен и разработан способ измерения теплового импеданса светодиодов по изменению его спектра излучения при широтно-импульсной модуляции рабочего тока светодиода.

Разработанная измерительная аппаратура и алгоритмы отражают высокий научно-технический уровень работы.

4. Практическая ценность работы

Одним из наиболее важных практических результатов работы является повышение точности средств измерения центральной длины волны и ширины спектра узкополосного оптического излучения двухканальным фотоэлектрическим преобразователем со спектральными характеристиками гауссовой формы.

Разработанные алгоритмы и средства измерения были использованы при выполнении проекта №1514 «Моделирование и исследование теплоэлектрических процессов в гетероструктурах светоизлучающих приборов при их работе в динамических режимах» базовой части государственного задания в части научной деятельности Задания 2014/232 Ульяновского государственного технического университета, а также в УФИРЭ им. В. А. Котельникова РАН при выполнении НИР по договору № И2014-15 от 02 июля 2014 г. на выполнение составной части прикладных научных исследований по соглашению о предоставлении субсидии от 05.06.2014 г. 14.607.21.0010 между Минобрнауки РФ и НТИЦ микроэлектроники РАН по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

Разработанный способ измерения теплового импеданса светодиодов позволяет повысить точность измерения и повысить верхнюю частоту диапазона измерения.

Разработанные автором способы могут применяться в различных отраслях промышленности при разработке быстродействующих средств измерения параметров спектра оптического излучения, контроле параметров спектра источников оптического излучения.

5. Достоверность и апробация результатов работы

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне. Степень апробации работы путем опубликования основных положений в печати (26 научных работ, включая 10 научных статей, в том числе 6 статей в изданиях из перечня ВАК, 16 тезисов докладов на научно-технических конференциях и семинарах), на мой взгляд, вполне достаточна.

6. Оформление материалов диссертации

Диссертация написана квалифицированно, литературно-техническим языком, снабжена достаточным количеством правильно оформленного иллюстративного материала.

7. Замечания по диссертации

1. Так как измерения параметров спектра оптических сигналов выполняются с помощью двухканального фотоэлектрического преобразователя, то к инструментальной погрешности следует отнести погрешность деления оптического излучения оптическим делителем в соотношении 50/50. Автором в диссертации не приводится оценка влияния величины данной погрешности на точность измерения параметров спектра оптических сигналов: центральной длины волны и ширины спектра.

2. В оглавлении диссертационной работы неверно выполнена нумерация разделов 4 главы.

3. Автор утверждает, что им предложен и разработан новый оригинальный способ измерения теплового импеданса светодиода по амплитуде изменения центральной длины волны излучения светодиода при его питании импульсным током. Однако такие разработки были выполнены другим авторами значительно раньше, например:

- Конюхов Н.Е., Плют А.А., Мишанин Н.Д. Устройство для осаждения термокомпенсирующих покрытий светодиодов// А.С.№ 132949, Б.И. №3, 1987;
- Матюнин С.А., Леонович Г.И. Использование функций Гаусса для аппроксимации спектральных характеристик многокомпонентных оптоэлектронных элементов// "Микросистемная техника", М., 2001. №9, с.33-36;
- Матюнин С.А. Математическое моделирование процессов в термокомпенсированных многокомпонентных оптоэлектронных элементах спектрального взаимодействия// Микросистемная техника, М, -2002., №1, - с.14-16;
- Матюнин С.А. Разработка и исследование термокомпенсированных фотоэлектрических преобразователей и устройств// Диссертация на соискание уч.степени к.т.к., 1982;
- Матюнин С.А. Многокомпонентные оптоэлектронные устройства на основе спектральных преобразований// Диссертация на соискание уч.степени д.т.н., 2001.

Это указывает на недостаточную литературно-патентную проработку.

4. Показано, что спектр излучения светодиодов более точно описывается суперпозицией двух гауссовых функций. Такая аппроксимация позволяет уменьшить погрешность измерения параметров спектра светодиодовДФЭП в 3 раза по сравнению с аппроксимацией спектра светодиода одной гауссианой. Однако такой анализ в более общем виде был проведен в работах других выше указанных авторов.

5. На странице 44 диссертации приведен рисунок 2.7 с наименованием «Графики зависимости абсолютной (а) и относительной (б) погрешностей в зависимости от длины волны излучения и ширины спектра СИД». В наименовании рисунка 2.7 не указано: о какой измеряемой величине идет речь.

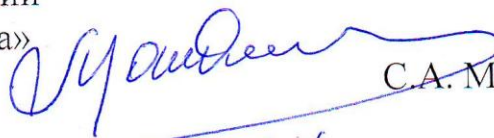
6. В разделе 4.3 диссертации автор указывает на возможность улучшения метрологических характеристик средств измерения, основанных на исследуемом способе, за счет аппроксимации спектра СИД суперпозиции двух гауссиан. Но при этом в диссертации отсутствует оценка возможности реализации такого алгоритма и не приводятся предполагаемые метрологические характеристики средств измерения при аппроксимации спектра источника оптического излучения суперпозицией двух гауссиан.

8. Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Ульянова А.В. является законченной научно-исследовательской работой и может быть квалифицирована как совокупность научно обоснованных технических и технологических решений, внедрение которых вносит вклад в развитие научно-технического прогресса в области приборостроения.

Как следует из вышеизложенного, представленная работа А.В. Ульянова по актуальности, научно-техническому уровню и практическому значению выполненных исследований и технических разработок отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Ульянов А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.01 «Приборы и методы измерения по видам измерений (электрические измерения)».

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор кафедры «Автоматические системы
энергетических установок» федерального
государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет)



С.А. Матюнин

06.12.16

Подпись <u>Матюнин С.А.</u> удостоверяю
Начальник отдела сопровождения деятельности ученых советов Самарского университета
<u>И.И. Васильева</u> Васильева И.
* 06 * <u>декабрь</u> 20 <u>16</u> г.

