

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.01

Повестка дня:

Защита диссертации **Ульяновым Александром Викторовичем**
на соискание ученой степени *кандидата технических наук*:

"Повышение точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов"

Специальности:

05.11.01 Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения) .

Официальные оппоненты:

Безуглов Дмитрий Анатольевич, д.т.н., исполняющий обязанности заместителя директора филиала по научной работе, профессор кафедры «Таможенных операций и таможенного контроля», Ростовский филиал государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Российская таможенная академия»

Матюнин Сергей Александрович, д.т.н., профессор кафедры «Автоматических систем энергетических установок» ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Ведущая организация - **ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск**

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.01

от 28 декабря 2016 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Ярушкина Н.Г., председатель Совета	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
2.	Киселев С.К. зам. председателя Совета	д.т.н., доцент	05.11.01	- технические науки
3.	Смирнов В.И., уче- ный секретарь Совета	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
4.	Афанасьев А.Н.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
5.	Афанасьева Т.В.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
6.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
7.	Дьяков И.Ф.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
8.	Крашенинников В.Р.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
9.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
10.	Егоров Ю.П.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
11.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.05	- технические науки
12.	Сергеев В.А.	д.т.н., доцент	05.11.01	- технические науки
13.	Соснин П.И.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
14.	Ташлинский А.Г.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки

Председатель Совета,
д.т.н., профессор

Н.Г. Ярушкина

Ученый секретарь СС
д.т.н., профессор

В.И. Смирнов



Председатель

Уважаемые коллеги!

На заседании диссертационного Совета Д212.277.01 из **21** члена Совета присутствуют 14 человек. Необходимый кворум имеем.

Членам Совета повестка дня известна. Какие будут суждения по повестке дня? Утвердить? (принято единогласно).

По специальности защищаемой диссертации **05.11.01 Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения)** (технические науки) на заседании присутствуют 4 доктора наук.

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Ульяновым Александром Викторовичем** по теме: "Повышение точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов.

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете.

Научный руководитель - **к.т.н., доцент Рогов В.Н.**

Официальные оппоненты:

Безуглов Дмитрий Анатольевич, д.т.н., исполняющий обязанности заместителя директора филиала по научной работе, профессор кафедры «Таможенных операций и таможенного контроля», Ростовский филиал государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Российская таможенная академия

Матюнин Сергей Александрович, д.т.н., профессор кафедры «Автоматических систем энергетических установок» ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Присутствует 1 оппонент.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Ведущая организация - **ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.**

Слово предоставляется **Ученому секретарю** диссертационного Совета д.т.н. **В.И.Смирнову Д212.277.01** для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь

Соискателем **Ульяновым Александром Викторовичем** представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает):

- заявление соискателя;
- копия диплома о высшем образовании (заверенная);
- удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов;
- заключение по диссертации от организации, где выполнялась работа;
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

Все документы личного дела оформлены в соответствии с требованиями Положений ВАК.

Основные положения диссертации отражены **Ульяновым А.В.** в **26** научных работах, в т.ч. в **шести** статьях в изданиях из перечня ВАК. Соискатель представлен к защите **24.10.2016г.** (протокол №10). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ **26.10.2016г.**

Председатель

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю Совета? (Нет).

Есть ли вопросы к **Ульянову А.В.** по личному делу? (Нет).

Александр Викторович, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Соискатель

Уважаемые председатель и члены диссертационного Совета, вашему вниманию представляется диссертационная работа на тему «Повышение точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов».

В настоящее время в различных областях техники и технологий широко используется оптическое излучение, как в качестве технологического воздействия, так и носителя контрольно-измерительной информации. При этом непрерывно возрастают требования к средствам измерения параметров оптического излучения по точности и быстродействию. Такие задачи возникают в оптических информационных системах, в системах мониторинга и задачах диагностики.

В задачах диагностики необходимо контролировать параметры люминесцентного свечения материалов в т.ч. биологических, так как параметры спектра люминесцентного свечения несут в себе важную информацию о источнике оптического излучения, например, температуре, разрушении кристаллической решетки, биологических и химических процессах, протекающих внутри организма.

На данном слайде представлена классификация современных средств измерения параметров спектра оптического излучения. Приведены их основные недостатки.

В ряде работ российских и зарубежных авторов предложены средства измерения параметров спектра оптического излучения. Наиболее близким к теме диссертации являются работы Крайского. В них предполагается измерение центральной длины волны с помощью двух фотоприемников с известными функциями спектральной чувствительности. В работах Крайского выявлены следующие существенные ограничения: способ применим для монохроматического оптического излучения, не исследованы погрешности измерения центральной длины волны, отсутствует анализ влияния шумов на точность измерения. Данные ограничения приводят к снижению точности измерения и значительно ограничивают возможность применения данного способа. Таким образом, задача повышения точности измерения параметров спектра оптического излучения является актуальной.

Цель исследования – повышение точности и расширение функциональных возможностей двухканальных фотоэлектрических преобразователей (ДФЭП) для измерения параметров спектра узкополосного оптического излучения.

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи:

1. Разработаны алгоритмы определения параметров спектра оптических сигналов и оценены погрешности определения параметров спектра.

2. Оценено влияние шумов измерительных каналов на погрешность измерения параметров спектра оптического излучения

3. Разработана экспериментальная установка и исследованы ее метрологические характеристики;

На данном слайде представлена научная новизна работы. На мой взгляд, наибольшую ценность имеют следующие результаты:

1. оценка методической погрешности измерения длины волны монохроматического оптического излучения ДФЭП с различающимися гауссовыми и линейными спектральными характеристиками фотоприемников;

2. способ измерения теплового импеданса СИД по изменению его спектра излучения при широтно-импульсной модуляции рабочего тока.

На следующем слайде представлены положения, выносимые на защиту. Также данные положения представлены в раздаточном материале.

Хочу отметить следующее, что в дальнейшем под параметрами спектра будем понимать ширину спектра и центральную длину волны; а двухканальный фотоэлектрический преобразователь в дальнейшем обозначим как преобразователь и под ним будем понимать устройство, состоящее из светофильтров, фотодиодов, усилителей и АЦП.

В ходе выполнения диссертационной работы были проанализированы известные способы измерения параметров спектра оптических сигналов с помощью двух и более измерительных каналов.

Наибольшее внимание уделено анализу вариантов реализации способа с использованием двухканального преобразователя с гауссовой и линейной спектральными характеристиками при измерении параметров спектра гауссова вида. Функции спектральных характеристик фотопреобразователя и оптического излучения, а также ограничения на параметры спектра приведены в таблице.

В указанной в сноске работе показано, что электрические сигналы на выходе измерительного канала определяются выражениями. Центральная длина волны для гауссовых и линейных спектральных характеристик определяется выражениями. Для преобразователя с гауссовыми спектральными характеристиками для случая монохроматического излучения определение центральной длины волны значительно упрощается. Ширину спектра оптического излучения в обоих случаях можно определить численно, но при линейных спектральных характеристиках потребуется дополнительный измерительный канал с нелинейной спектральной характеристикой.

Относительная погрешность определения центральной длины волны, обусловленная случайным изменением параметров фотопреобразователя, в приближении монохроматического излучения определяется по формулам. Зависимости относительной погрешности измерения центральной длины волны для реальных светофильтров приведены на рисунке. Из графиков видно, что случайная погрешность определения центральной длины волны будет значительно ниже при использовании гауссовых спектральных характеристик. Исходя из выше сказанного, использование преобразователей с гауссовыми спектральными характеристиками предпочтительнее.

На рисунке представлена функциональная схема устройства измерения параметров спектра оптических сигналов. При попадании оптического излучения на фотоприемник, на его выходе возникает сигнал, величина которого зависит от параметров спектра оптического излучения. Устройство обработки сигналов в зависимости от ширины спектра оптического излучения обрабатывает сигналы с измерительных каналов и выдает результат. Для уменьшения систематической погрешности, вызванной разной чувствительностью измерительных каналов, дрейфом нуля, смещением положения максимумов спектральных характеристик в выражение для измерения центральной длины волны можно ввести калибровочные коэффициенты, как показано в выражении.

На рисунке представлены зависимости относительной погрешности измерения центральной длины волны от параметров светофильтров. Из графиков видно, что есть некоторое оптимальное соотношение полосы пропускания и разноса положения максимумов спектральных характеристик светофильтров, при котором погрешность измерения будет принимать минимальное значение. Дополнительными источниками погрешности измерения параметров узкополосного оптического излучения являются: отклонение реальных спектральных характеристик фотоприемников от расчетных, шумы измерительных каналов и аппроксимация спектра оптического излучения.

На этом слайде представлены параметры исследуемых светофильтров производства ООО «Фотооптик». На рисунке изображены спектральные характеристики используемых фильтров.

Результаты аппроксимации спектральных характеристик реальных светофильтров показали, что наибольшее приближение к реальным характеристикам дает сплайн аппроксимация, но применение аппроксимации сплайнами значительно усложняет теоретический анализ алгоритма работы прибора.

На точность измерения параметров спектра значительное влияние оказывает уровень шума. Т.к. шумы фотоприемников имеют нормальный закон распределения, то было принято решение провести анализ влияния мультипликативных и аддитивных составляющих шума, имеющих нормальный закон распределения, на точность измерения параметров

спектра. Моделирование проводилось в среде MathCAD. Моделирование зашумленного сигнала с фотоприемника выполнено в соответствии с выражениями на слайде. Третий фотоприемник использовался для оценки величины показателя сигнал/шум.

На слайде представлены зависимости погрешности измерения параметров спектра от величины шума при различных значениях центральной длины волны оптического излучения.

На следующем слайде представлены аналогичные зависимости, но для различных значений ширины спектра излучения. Из графиков видно, что шумы в наибольшей степени оказывают влияние на точность измерения ширины спектра оптического излучения.

Таким образом, установлено, что погрешность измерения параметров спектра излучения, обусловленная аддитивными шумами, минимальна при центральной длине волны излучения, лежащей посередине между максимумами спектральных характеристик фотопреобразователя. Отношение с/ш при измерении ЦДВ должно быть не менее 40 дБ, ширины спектра – 60дБ.

Здесь представлены результаты аппроксимации спектральных характеристик СИД несколькими функциями. Из результатов видно, что наиболее близкое приближение к реальным характеристикам из рассмотренных функций дает суперпозиция двух гауссиан. Но в этом случае для нахождения параметров функции нужно решить систему из 6 уравнений, решение которой значительно снизит быстродействие средств измерения. Аппроксимация параболой дает приемлемый результат, если пренебречь низкоуровневыми составляющими.

Для реализации и апробации разработанных алгоритмов была создана экспериментальная установка с двухканальным фотоэлектрическим преобразователем со спектральными характеристиками гауссова вида и оптоволоконной схемой деления оптического сигнала.

Функциональная схема экспериментальной установки представлена на слайде. После включения источника излучения световой поток попадает на два измерительных канала, состоящих из светофильтра, фотодиода, усилителя и АЦП. Далее сигналы с усилителей, преобразованные в двоичный код, сохраняются в памяти МК. Измерения повторяются заданное число раз с заранее определенным шагом. После завершения всех измерений МК передает данные на ПК, где по ранее предложенному алгоритму происходит расчет параметров спектра оптического излучения.

На слайде показаны результаты сравнительного анализа измерения ЦДВ на экспериментальной установке и спектрометре в импульсном и установившемся режимах работы СИД.

На данном слайде представлен график относительной погрешности измерения центральной длины волны, полученный теоретическим способом, и разности показаний результатов измерения центральной длины волны на экспериментальной установке и спектральном измерительном приборе. Видно, что теоретические и экспериментальные данные близки друг к другу.

На слайде приведена оценка быстродействия экспериментальной установки. Из таблицы видно, что быстродействие средств измерения параметров узкополосного оптического излучения с использованием двухканального фотопреобразователя при современном уровне развития техники может достигать 10^8 измерений в секунду. Разработанная

экспериментальная установка позволяет регистрировать изменение параметров спектра с шагом в 3,7 мкс.

Известно, что центральная длина волны излучения светодиода и лазера является линейной функцией температуры. Зависимость определяется выражением. Переходную характеристику изменения температуры при включении СИД можно описать выражением.

На рисунке представлена переходная характеристика смещения ЦДВ СИД при подаче ступеньки тока величиной 30 мА. Сдвиг центральной длины волны связан с саморазогревом СИД. На следующем рисунке приведены зависимости смещения длины волны от величины тока.

Учитывая, что температурный коэффициент сдвига электролюминесценции обусловлен фундаментальными свойствами полупроводника, слабо зависит от параметров режима работы СИД, то применение в качестве температурочувствительного параметра ЦДВ с целью определения теплового импеданса СИД позволит повысить точность измерения. Функциональная схема устройства представлена на слайде. Устройство работает следующим образом. На СИД поступает последовательность греющих импульсов тока заданной амплитуды и постоянной частоты. Далее вычислитель на основании полученных массивов центральной длины волны, прямого напряжения на СИД, оптической мощности излучения определяет амплитуду и фазу гармоник греющей мощности и ТЧП соответственно, и далее вычисляет модуль теплового импеданса СИД. Более подробно процесс описан в диссертации.

Таким образом, в рамках диссертационной работы была достигнута поставленная цель: повышение точности и расширение функциональных возможностей преобразователей для измерения параметров спектра узкополосного оптического излучения.

Основные итоги работы можно сформулировать следующим образом. Разработаны алгоритмы определения параметров спектра оптических сигналов и оценены погрешности определения параметров спектра. Оценено влияние шумов фотоприемников на погрешность измерения параметров спектра оптического излучения. Разработана экспериментальная установка и исследованы ее метрологические характеристики. Предложен оригинальный способ измерения теплового импеданса СИД.

Спасибо за внимание.

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

д.т.н., профессор Васильев К.К.

В начале, когда Вы говорили об актуальности, сказали, что Вы проводите измерения для люминесцентных излучений. Откуда Вы знаете, какая форма спектра у этих излучений? Ведь, если иная форма спектра, то Ваш метод не работает.

Соискатель

Да, действительно. Если рассмотреть слайд, то на данном слайде как раз и приводятся ограничения на спектр оптического излучения, т.е. он должен аппроксимироваться гауссовой функцией.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Понятно. Тогда вопрос такой. Почему Вы уверены, что те объекты, которые Вы представляете для измерения, они имеют такие спектры? Вы рассматривали?

Соискатель

Да. Рассматривались спектры светодиодов. Приводилась его аппроксимация.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

У Вас кроме светоизлучающих диодов имеются биологические ткани, люминесцентное свечение материалов и измерение скорости доплеровскими методами и т.д. Откуда берется Форма спектра?

Соискатель

Форму спектра, например, для измерения скорости доплеровским методом, можно задать источником оптического излучения, сигнал с которого будет посылаться на исследуемый объект.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Я правильно понимаю, что, если форма спектра отличается от той, которую мы приняли в модели, то результаты будут совсем другие. По крайней мере с точки зрения реальных спектров. Смотрите. У Вас чуть перекосялся спектр, Вы его аппроксимируете двумя гауссоидами. У Вас сразу колоссальный выигрыш, поскольку Вы точно знаете форму спектра. В реальных условиях Вы можете не знать форму спектра, и тогда, мне кажется, ширину спектра вообще очень трудно измерить. Значит, тогда нужно четко оговорить класс объектов и класс исключений, для которых могут применяться Ваши методы. Вы можете как-то охарактеризовать, не так широко, как в актуальности, а все-таки более конкретно охарактеризовать какие именно виды излучений Вы будете измерять?

Соискатель

Излучения от полупроводниковых источников оптического излучения: лазеры, светодиоды, суперлюминесцентные диоды.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Круг сузили. Хорошо. Что это за фотоприемники с линейными спектральными характеристиками? Я вот с гауссовыми характеристиками могу себе представить. Наверное, это обычные фотоприемники со светофильтром?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А вот, что это за линейные?

Соискатель

Линейные спектральные характеристики. Можно также наложить светофильтры на фотоприемники получить часть участка в виде линейного спектра.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Вы хотите сказать, что рентгеновское излучение тоже будет действовать также? Видите. У Вас постоянное усиление при всех частотах выше, примерно 500 нм. Так не бывает. Что ж получается? Все, что справа до гамма-излучения, Вы все берете?

Соискатель

Нет. Это всего лишь модель.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А где тогда заканчивается справа? И что это за реальные фотоприемники? То есть я хочу сказать, если просто возьмем светофильтр... Я не очень представляю, что с помощью светофильтра можно добиться такого эффекта. Вы представляете?

Соискатель

Сейчас поясню этот вопрос. Во-первых, диапазон данного излучения будет ограничен от 600 до 660 нм, как показано. Спектр оптического излучения не должен выходить за эти границы.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Я понимаю. Как обеспечить эту характеристику?

Соискатель

Один из способов - это взять широкополосный фотоприемник. Учитывая, что он широкополосный, то часть его спектральной характеристики можно принять как линейную. А вторую часть в данном случае вот этот участок.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Вы хотите сказать, что вот эту левую часть Вы можете рассматривать, как линейную?

Соискатель

Допустим, в данном случае вот этот участок будет...

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Но гауссова кривая совсем не очень хорошо аппроксимируется линейной.

Соискатель

Да. Это просто для примера показываю.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Есть реальные?

Соискатель

Реальные мы не рассматривали. Это модель.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

У Вас есть про мультипликативные и аддитивные помехи в диссертации. Откуда берутся аддитивные и откуда берутся мультипликативные помехи? И что это такое?

Соискатель

Во-первых, аддитивная составляющая шума – это шум, который не зависит от уровня принимаемого сигнала, мультипликативная составляющая...

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Нет, нет. Что значит аддитивный, мне понятно. Откуда он берется? Физическая природа аддитивного шума?

Соискатель

Аддитивный шум – это тепловой шум.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Скажите, а у Вас приемник работает при довольно больших уровнях, как я понимаю. А почему там тепловой шум сравним с уровнем сигнала.

Соискатель

В экспериментальной установке отношение сигнала к шуму было получено порядка 50 дБ.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Тогда, значит, шум можно не учитывать? 50 дБ это значит ноль. Правильно я понимаю.

Соискатель

Тем не менее, если оценивать ширину спектра, то 50 дБ это уже довольно значительный шум, будет вносить довольно значительную часть в погрешность. Поэтому и показано, что при отношении сигнала к шуму именно менее 60 дБ, т.е. более 60 дБ, стоит рассматривать ширину спектра.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Мне казалось, под это шум больше подходит погрешность самого измерения. 50дБ это колоссальная величина.

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А мультипликативная откуда?

Соискатель

Мультипликативный шум - это шум, который зависит от измеряемого сигнала.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Я понимаю. Откуда он берется?

Соискатель

Сам источник излучения может выдавать шум, на источник могут наводиться какие-то наводки.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Меня физика интересует. Приведите мне пример в ваших измерениях. У Вас есть светодиод, который Вы измеряете. Что в нем есть мультипликативный шум?

Соискатель

Нет, в нем не было.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А когда он появляется, и как Вы узнаете его характеристики?

Соискатель

Если рассмотреть систему передачи информации, то там светодиод является источником передающей информации и, соответственно, перед

ним стоит усилитель, который усиливает сигнал, если перед этим усилителем попадает помеха, и мы будем менять уровень принимаемого сигнала, то...

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Нет. Вы можете конкретный пример привести? Какой усилитель? В какой системе? Измерение люминесцентных источников, доплера. Где там усилители? Мы видим источник света, мы измеряем. И откуда, какие характеристики этого мультипликативного шума? То есть Вы же исследовали влияние мультипликативного шума. Правильно я понимаю, что Вы взяли модель, но не увязали мультипликативную составляющую с какими-то реальными объектами? Правильно?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Так же как и аддитивную. Теперь вот эти графики, которые как раз у Вас на плакате. Что это такое? Мне не нравится что они такие кривые. Это что, результаты эксперимента или результат ошибок?

Соискатель

Результаты расчетов.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А как они тогда получились. Объясните мне, откуда берется скачок на графике слева? Посмотрите слева сверху. Откуда берется этот треугольничек?

Соискатель

Во-первых, аддитивный шум смоделирован с помощью случайной величины, и не проводилось усреднение.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Не проводилось?

Соискатель

нет, не проводилось.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А почему? Тогда у меня последний вопрос. Вы пишете, что в диссертации использовалась теория случайных процессов. Где использовалась? В каком месте? Я посмотрел и не нашел. Вы мне поясните, где используются методы и теория случайных процессов. Вот здесь мне не понравилась, что Вы не усреднили. В общую кучу

записали. Правильно я понял? В общую кучу с остальными методами. Все-таки реально у Вас случайные процессы, которые отражают динамику во времени, изменения, корреляционные свойства процесса во времени, все-таки такие модели у Вас не использовались. Правильно я понимаю?

Соискатель

Наверное, да.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Спасибо.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Пожалуйста, 20-й слайд откройте. Это функциональная схема экспериментальной установки. Это то, что Вы потом реализовали?

Соискатель

Да. Она была реализована.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Тогда вопрос по существу уже. Какой объем, примерно, информации Вы передаете через интерфейс UART, сколько байт, кбайт?

Соискатель

У нас было 12-ти разрядное АЦП, то есть два канала – это 24 бита на одно измерение. И мы сохраняли максимально 300 результатов измерений и потом передавали в персональный компьютер.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Так объясните, как с помощью этого интерфейса UART вы можете передать за 20 микросекунд, если открыть 23-й слайд, где написано, что время передачи занимает микросекунд? Как Вы при таком интерфейсе умудряетесь передать такую информацию за 20 микросекунд, если у него максимальная скорость 115 кбит.

Соискатель

Если мы выполняем строго одно измерение, то получается данных 24 бита. И эти 24 бита передаем за 20 микросекунд.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Вопрос у меня собственно другой. Вы когда разрабатывали установку, использовали Cortex микроконтроллер, очень серьезный, 32-х разрядный. Зачем Вы использовали этот интерфейс, когда его не найдете у современных персональных компьютеров? Зачем к этому интерфейсу привязались? Есть же более скоростные, тот же USB.

Соискатель

Во-первых, для меня не было принципиально с какой скоростью будут передаваться данные с микроконтроллера, так как у меня данные сохранялись в микроконтроллере. Оперативная память микроконтроллера позволяла сохранить довольно большое количество данных. Соответственно, после того как я включаю светодиод, например, для построения переходной характеристики...

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Извините, я Вас перебыю. Если у Вас это низкое звено. Здесь из 28 микросекунд, что требуется на одно измерение, у Вас львиную долю занимает передача данных. Тогда здесь надо было посмотреть. Очевидно надо было использовать более скоростной интерфейс. Возникает вопрос: Вы действительно реализовали?

Соискатель

Это было действительно реализовано. Дополнительно поясню. Мы сначала измеряли в том диапазоне времени, который нам был интересен, сохраняли в памяти микроконтроллера и затем уже передавали на компьютер, где обрабатывались в среде MathCAD.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Время однократного измерения. Что оно включает? Включает время пересылки?

Соискатель

Нет. Не включает. Время однократного измерения включает переходные процессы в узлах: фотоприемнике, усилителе, АЦП.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Тогда откройте слайд 23. Там написано, что узлы и процессы ограничивающие быстродействие. Четвертая строка: интерфейс передачи данных. Вот у Вас и ограничивает. Значит, это время учитывается. Я правильно понимаю?

Соискатель

Если мы делаем только одно измерение, разовое измерение, то нужно учитывать. Но если мы данные сначала сохраняем в памяти микроконтроллера, то учитывать не имеет смысла, также как и время определения центральной длины волны.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

То есть у Вас расчет длины волны ведется в микроконтроллере?

Соискатель

Нет. В персональном компьютере.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Тогда Вы должны учитывать это время. Я бы понял, что это делает микроконтроллер, а потом он уже не спеша передает всю информацию в компьютер.

Соискатель

Мы же можем сохранить сигналы от измерительных каналов U1 и U2. Сохраненные данные, значений напряжений, передать на компьютер. У меня не стояло задачи измерения в условиях реального времени, поэтому быстродействие не было принципиальным, особенно в передаче данных на персональный компьютер.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

То есть Вас больше интересовало степень повышения точности, а не быстродействия?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Потому что во всех методиках я увидел самое главное, что это быстро. Потому что точность это важно, но в данной ситуации для тех задач, которые Вы говорили, там конечно важно именно быстродействие.

Соискатель

В данном случае можно отметить, что и усилитель сигнала ограничивает время одного измерения 2,5 микросекундами, что довольно много. Я думаю, не составит ни каких проблем это время улучшить. Но такая задача: получить максимальное быстродействие – не стояла.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Слайд 21 откройте, пожалуйста, по погрешностям. Здесь написано, что это результаты сравнения измерений на вашей установке и на спектрометре. А вот где сравнения? Как я понимаю. Два режима: установившейся и импульсный. Тогда надо, наверное, привести результаты измерения на спектрометре Ocean optic и на вашей установке?

Соискатель

В данном случае в таблице приведена разность показаний между спектрометром и экспериментальной установкой. Диапазон разности показаний между экспериментальной установкой и спектрометром в установившемся режиме от $-2,4$ до $2,7$ нм, в импульсном режиме от $-8,7$ до $0,8$ нм. Подробные результаты эксперимента имеются в диссертации в приложении.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Все-таки непонятно, если это разности результатов измерений вашей экспериментальной установки и спектрометра, то по току питания $30, 30$ мА. Смущает стандартное отклонение, соответственно, $\sigma=1,2$, а $3\sigma=0,5$. И в импульсном режиме, почему 3σ меньше? Что это за цифры? Как их трактовать?

Соискатель

Во-первых, стандартное отклонение центральной длины волны показано в абсолютных единицах, в нанометрах, а предельное относительное отклонение – в процентах.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Тогда следующий слайд – 22-й. Кучки измерений по двум длинам волн, тогда тоже поясните. По длине волны 622 нм, вы сделали пять измерений и все их показали?

Соискатель

Да.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

А по 635 нм? Вы подаете, что это погрешность. Какой вывод?

Соискатель

Исследования проводились на двух типах светодиодов с длинами волн 622 и 635 нм. Здесь показана относительная разность показаний между спектрометром и экспериментальной установкой. Имеется теоретическая кривая, которая была получена. И разность показаний довольно близка к теоретическим данным, то есть теоретические данные согласуются с практическими.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

$\delta\lambda$ по оси ординат это у Вас что?

Соискатель

Это относительная случайная погрешность измерения центральной длины волны.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Тогда теоретическая кривая показывает погрешность спектрометра?

Соискатель

Нет. Это погрешность алгоритма, полученная для используемых в экспериментальной установке светофильтров. Имеются светофильтры, которые имеют свои допуски. Для них была построена данная кривая. То есть это теоретическое значение, в которое мы должны попадать. Для сравнения были получены данные разности показаний экспериментальной установки и спектрометра.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Наверное, эти данные надо было как-то обработать, поскольку представлять погрешность кучкой...

Соискатель

В автореферате имеется сглаженная кривая, построенная на основании данных точек.

д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Уточняющий вопрос. На самом деле есть сглаженная кривая. Как она получена?

Соискатель

Сначала проводилось усреднение данных методом гаусса и экстраполяция и интерполяция. Обработка выполнялась в среде MathCAD.

д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

То есть интерполяция выполнялась не по всем данным, а по близлежащим соседям?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Потому что странная кривая. То есть по ближайшим соседям?

Соискатель

По ближайшим соседям.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

В автореферате другая структурная схема. Там есть СИД как источник излучения и дальше идет ОБ. Что это такое? То есть у Вас пропал какой-то элемент из структурной схемы. То есть что это такое и как обеспечиваются лучи от источника излучения? Как они сюда попадают? Там же надо распределить мощность излучения желательнее равномерно или по крайней мере учесть ее погрешность.

Соискатель

Экспериментальная установка с оптоволоконной схемой деления оптических сигналов. То есть имеется оптоволокно которое выравнивает световой поток от источника излучения. Для исследования метрологических характеристик экспериментальной установки использовались светодиоды. Имеется оптическое волокно которое выравнивает оптическое излучение от светодиода и далее установлен коллектор, который делит световой поток.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Девятый плакат открой, пожалуйста. Здесь приводите распределение спектра оптического излучения для гауссовых и линейных характеристик. За счет чего это получилось у Вас?

Соискатель

Реальные измерительные каналы и светофильтры мы не находили. Это математическая модель, которая позволяет оценить насколько будет отличаться погрешность.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет).

Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв? (Нет).
Тогда продолжаем работу.

Слово предоставляется научному руководителю работы **к.т.н. Рогову В.Н.**

к.т.н., доцент Рогов В.Н.

Александр Викторович окончил радиотехнический факультет по специальности «Радиотехника» в 2009 году и сразу же поступил в аспирантуру. Тогда я был деканом факультета, поэтому знаю его еще с этой точки зрения. Учился хорошо. Проявил себя очень упорным. Это его основное качество. Очень упорный студент был и оказался очень упорным исследователем. Самостоятельно освоил математический аппарат довольно глубоко. Умеет работать руками: создал установку и работал на ней. Зарекомендовал себя как человек, постоянно ищущий новые приемы, новые математические методы, экспериментальные методы. Это его основная черта, и я ее одобряю и будущим работодателям рекомендую. Пожалуй, это основное. (Отзыв прилагается).

Председатель

Ученому секретарю Совета предоставляется слово для оглашения заключения организации, где выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа. Затем зачитывает отзыв ведущей организации.
(Заключение и отзыв прилагаются).

Председатель

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов или зачитать их полный текст?

Слово для обзора отзывов, поступивших на диссертацию, предоставляется **Ученому секретарю Совета**.

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.

(Отзывы прилагаются).

1. «Московский технологический университет» МИРЭА

Отзыв подписан профессором кафедры телекоммуникационных систем, к.т.н. Трефиловым Н.А.

Замечания:

- отсутствие патентов на результаты проделанной работы;
- в работе имеются стилистические и грамматические ошибки.

2. ФНПЦ АО «НПО «Марс»

Отзыв утвержден генеральным директором ФНПЦ АО «НПО «Марс», председателем НТС, к.т.н., Маклаевым В.А.

Замечания:

- из автореферата не понятно, в чем заключается новизна и оригинальность алгоритма измерения параметров спектра оптического излучения ДФЭП;
- в автореферате не отражено, чем достигается повышенное быстродействие измерения спектра оптического сигнала разработанной экспериментальной установки.

3. Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Отзыв подписан заведующим кафедрой теоретических основ радиотехники и связи, д.т.н., Горячкиным О.В.

Замечания:

- не приведено описание оптической схемы экспериментальной установки, не приведены расчеты оптической схемы;
- недостаточно полно описан способ формирования мультипликативных и аддитивных составляющих шума;
- имеются стилистические ошибки.

4. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Отзыв подписан д. ф.-м. н., профессором кафедры микро- и нанoeлектроники Зубковым В.И.

Замечания:

- в автореферате отмечено, что спектр излучения светодиодов более точно описывается суперпозицией двух гауссовых функций вместо одного гауссиана, однако физическая аргументация справедливости такого приема отсутствует.

5. ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»

Отзыв подписан доцентом кафедры авиационной техники, к.т.н. Ефимовым А.В.

Замечания:

- отсутствие патентов на результаты проделанной работы;
- не исследован алгоритм определения параметров спектра оптических сигналов при аппроксимации спектральных характеристик фотоприемников сплайнами.

6. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Отзыв подписан профессором кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники, д.т.н., профессором Горловым М.И.

Замечания отсутствуют.

Председатель

Слово для ответа на замечания по заключению и отзывам предоставляется соискателю.

Соискатель

По отзыву ведущей организации. Имеется вопрос, касающийся третьего фотоприемника. В данном случае третий фотоприемник использовался для нормировки спектральных характеристик первого и второго фотоприемника. Расчет центральной длины волны и ширины спектра оптического излучения происходил с помощью двух фотоприемников с гауссовыми спектральными характеристиками.

Замечание, касающееся учета погрешности аналогово-цифрового преобразователя. Действительно, там не все погрешности были учтены. Например, нелинейность аналогово-цифрового преобразователя. При этом в диссертации говорилось, что диапазон измеряемой величины находится в пределах от 2 до 3 В. Эта величина была ограничена нами сознательно, чтобы не допускать снижения напряжения на входе АЦП и не повышать погрешность. Динамический диапазон был от 0 до 3В на АЦП, поэтому погрешность должна соответствовать данным, которые приведены в диссертации.

По отзывам на автореферат.

Имеется замечание, что отсутствуют патенты на результаты проделанной работы. Нами в этом году была подана заявка на патент по устройству измерения теплового импеданса светоизлучающих диодов. Заявка принята. Решение по заявке еще не получено.

Имеется отзыв от НПО «Марс», в котором сказано, что из автореферата непонятно в чем заключается новизна и оригинальность алгоритма измерения спектра оптического излучения. Новизна заключается в том, что в едином цикле измерения происходит одновременно опре-

деление двух параметров: центральной длины волны и ширины спектра оптического излучения.

«В автореферате отмечено, что спектр более точно описывается суперпозицией двух гауссовых функций вместо одной гауссианы. Однако, физическая аргументация справедливости такого приема отсутствует». Это отзыв из Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета. Действительно, в автореферате такая аргументация отсутствует, но по данной тематике имеется статья из журнала из перечня ВАК. В ней описана причина, по которой можно использовать аппроксимацию двумя гауссианами.

С остальными отзывами согласен.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту – **д.т.н. Безуглову Дмитрию Анатольевичу**. Оппонент отсутствует по уважительной причине. Прошу ученого секретаря зачитать отзыв.

Ученый секретарь зачитывает отзыв оппонента.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

Замечание по аппроксимации светофильтров. В диссертации данный материал не приводится, так как он подробно изложен в работе «Сравнительный анализ аппроксимирующих функций для спектральных характеристик серийных светофильтров».

По второму замечанию. Погрешность измерения зависит от источника оптического излучения. Например, погрешность измерения центральной длины волны для светодиодов красного цвета свечения составляет 3,5 нм или 0,6%, для лазера красного цвета свечения – 1,5 нм или 0,23%. Для примера погрешность спектрометра ТКА ВД, который разработан для измерения спектра светодиодов, составляет 0,9%.

С третьим замечанием согласен.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту – **д.т.н. Матюнину Сергею Александровичу**.

(Отзыв прилагается).

д.т.н., профессор Матюнин С.А.

Начну с актуальности. Здесь возникали вопросы по актуальности. Соискатель слишком широко замахнулся и попытался использовать широкий спектр применений для своей разработки. Поэтому получилось так много вопросов. На самом деле мы занимались подобными вопросами очень давно. Вопросами измерения спектров начали

заниматься еще в конце 70-х годов в Уфе в авиационном институте. Потом мы подхватили в самарском космическом университете. И до сих пор работаем в области оптических датчиков и измерений. На эту тему у нас есть много публикаций. Поэтому о чем здесь говорится, я хорошо представляю и могу аргументировано объяснить.

Касаемо актуальности. Мы сейчас столкнулись с интересной проблемой. В частности мы занимаемся разработкой волоконно-оптических датчиков для измерительных систем и систем автоматизации, в том числе на решетках Брегга. Там есть один момент. Сами по себе решетки очень хорошие. Позволяют получить очень хорошие метрологические характеристики. Но вторичные преобразователи к ним: спектрометры высокого разрешения – стоят, как крыло самолета, 2 – 3 миллиона рублей. Быстродействие его оставляет желать лучшего. То есть мы измеряли где-то семь спектров отражения от семи решеток за полсекунды. Применить в реальных системах автоматики такие изделия нельзя. Мало того эти спектрометры не устойчивы к изменениям температуры.

Соискателем предлагается другой интересный подход. Быстродействие здесь намного больше, особенно применительно к измерению таких узкополосных сигналов, а спектры этих сигналов, отраженных от решеток Брегга, хорошо аппроксимируются гауссианой. Если руководитель не будет против, то могли бы дальше рассмотреть вопрос о совместных работах. Поэтому я считаю, что результаты работы очень полезны и актуальны.

В отзыве рассматривается вопрос структуры диссертации, практическая ценность и т.д. Замечания по диссертации. Ряд замечаний уже был озвучен в частности касающихся оптического излучения. Повторяться я не буду. Есть замечания по оформлению: нумерация глав, стилистические ошибки.

В то же время автор диссертации говорит, что им был разработан новый оригинальный способ измерения центральной длины волны оптического излучения. Этот способ описан лет двадцать назад. Поэтому я думаю в заключении диссертационного совета его нужно трансформировать. Поскольку на то, на что я ссылаюсь, предназначено для оптических датчиков перемещения. Там другое применение, соответственно другие модели. Есть и другая задача: создать измерительный прибор, который позволяет контролировать параметры оптического излучения. Поэтому модели здесь отличаются. Но, тем не менее, эта модель там есть. И публикаций там, как минимум, тридцать есть. Здесь приводится выборка из тех публикаций.

Все остальные положения, которые здесь есть, я с ними полностью согласен. Здесь только добавлю по особенностям измерения спектральных характеристик светоизлучающих диодов. Если говорить об светоизлучающих диодах ближнего инфракрасного диапазона, то их спектральные характеристики изумительно аппроксимируются гауссианой. В видимом спектре это сравнительно проблемно. Там нужно две, три или больше таких гауссиан. Мы такие работы проводили и разработали аппроксимацию рядом гауссиан. Здесь есть определенное преимущество аппроксимации непериодических структур спектров гауссианами. Она более выгодна, даже по сравнению с аппроксимацией ортогональными рядами, по количеству членов ряда. Причем, существенно. Для периодических структур гауссианы не конкуренты. А для таких задач это очень удачный прием, который

применил соискатель. Поэтому соискатель и показывает аппроксимацию двумя гауссианами для видимого спектра. Для инфракрасного спектра было бы еще проще и еще эффективнее.

По шуму были замечания. Реально уровень шумов, с которыми приходится работать, точнее уровни сигнал, в системах измерения он колеблется от -10 до -30 дБ. Это причем весь диапазон. Здесь соискатель говорит о том, что он оценил уровень шумов в -40 дБ, а уровень полезного сигнала -30 дБ. Это вообще-то сравнимо. Здесь нельзя говорить, что можно пренебречь таким уровнем шумов. Это не так. Если рассмотреть волоконно-оптическую систему, то там очень много шумов: шумы в самом волокне, шумы в излучателе и т.д. И там есть и аддитивные, и мультипликативные погрешности. И когда полезный сигнал -30 дБ, а уровень шума - -40 дБ, то не учитывать их нельзя. Здесь я полностью согласен с соискателем.

Резюме. Несмотря на указанные недостатки, я считаю, что работа Александра Викторовича является законченной работой, соответствует специальности и требованиям ВАК и я ее полностью поддерживаю. И считаю, что он достоин присуждения звания кандидата наук по специальности.

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

Хочу дополнить. Да, действительно, работы по аппроксимации спектра с помощью гауссовых функций имели место ранее, но в них не приводится влияние способа аппроксимации именно на параметры спектра: центральную длину волны и ширину спектра.

С остальными замечаниями согласен.

Председатель

Кто хочет выступить?

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Начну с того, что задача, решение которой представлено в этой работе, возникла из потребности нашей практики, когда мы начали заниматься исследованиями характеристик светодиодов, диагностикой качества светодиодов, лазеров, полупроводниковых источников излучения. Как сказал уважаемый оппонент, что пытаться измерить спектр или оценить характеристику спектра с помощью спектрометров или монохроматоров, то это в лучшем случае минута. Сидишь и определяешь эти характеристики. Все это достаточно долго. Особенно когда это делается в реальном масштабе времени. Это было в 2008 году, даже раньше. Я в своем филиале радиотехники и электроники задачу ставил своим сотрудникам, но все были заняты исполнением государственного задания. Нужно было найти быстро параметры спектра: центральную длину волны и ширину спектра. Это была середина 2000-х годов. Александр Викторович заканчивает университет. Он несколько раз подходил с просьбой подсказать тему.

Я ему предложил эту задачу. Тем более Виктор Николаевич согласился быть руководителем. И он примерно эту тематику знал, поскольку сам специалист в области цветораспознавания. Мы начали эту методику разрабатывать в 2009 году. В 2010 году Крайский патентует способ. То есть появляется патент, по которому центральная длина волны излучения может быть определена двумя фотоприемниками с различающимися спектральными характеристиками. Нас опередили с точки зрения патентования самого способа. Но анализ метрологических характеристик, быстродействия, определения ширины спектра этого в способе Крайского не было и до сих пор мне работы не попадалось. Александр Викторович это попытался представить и сделать. Мне кажется, основную часть работы он на этом этапе выполнил.

Теперь, что касается квалификации работы по приборам и методам измерения (электрическим измерениям). На самом деле речь идет об обработке электрических сигналов получаемых с помощью фотоприемников. Алгоритмы обработки все конечно связаны с электрическими сигналами. Да, они формируются из оптических сигналов, но дальше оценка метрологических характеристик основывается на параметрах преобразователей, в том числе и усилителей, которые дают разные в том числе и мультипликативные составляющие погрешностей. Поэтому я считаю, что она полностью соответствует заявленной специальности. По объему решенных задач вполне достойная работа. Та задача, которую мы сформулировали в 2006 – 2007 году, решена. Установку, которую он, сделал своими руками, она работает. Она позволяет быстро и оперативно определять центральную длину волны. Что касается ширины спектра, то не буду ничего заявлять, ее можно посчитать и определить, но она нам была не нужна. Потому что мы оценивали разброс реальных объектов по центральной длине волны. А еще важно изменение центральной длины волны под действием внешних факторов. Это все работоспособно, я подтверждаю и призываю голосовать за эту работу.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

И Уважаемый оппонент, и уважаемый Вячеслав Андреевич говорили, что это действительно работает и что это действительно нужно. Как раз то что это работает и что таким образом можно измерять и то что это в определенных автоматических установках будет полезно сомнений не возникает. Но в то же время тема диссертации: «Повышение точности...». Вот с повышением точности у меня осталась наибольшая неудовлетворенность, поскольку те вопросы, которые я задавал, именно вопросы обработки погрешностей, представление этих погрешностей, доказательства, что повышена точность... Повышена точность относительно чего? Непонятно. Такие вопросы остались не до конца понятны. Может быть стоит их списать на неудачное название диссертации, может быть можно было по-другому переименовать: применение фотоэлектрических преобразователей для контроля или других методов. Тогда, может быть, работа по-другому повернулась, и тогда не было бы столь критично взгляда на представление результатов с точки зрения погрешностей, с точки зрения метрологии.

В принципе, если снять эти вопросы погрешностей и их неудачного представления, то весь остальной комплекс, который

требует диссертационное исследование, я считаю, присутствует, новые методы измерения есть. Способ апробирован. Результаты получены. То, что они могут быть полезны подтверждают отзывы на автореферат и члены диссертационного совета. Поэтому я считаю, что работа достойная.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Я задавал вопросы, значит я должен сформулировать ответ на вопрос: соответствует ли диссертация требованиям ВАК? Конечно, мы видим, что здесь есть недостатки. Я считаю, что кроме таких шероховатостей, которые просто требуют более внимательного отношения к некоторым вопросам по существу. Я имею в виду виды погрешностей, виды помех, которые там имеются и другие вопросы. Центральным недостатком является то, что изменение просто частоты, оно известно, а вот измерение ширины спектра была поставлена как новизна. Вместе с тем в диссертации погрешности измерения ширины спектра не исследовались. Это конечно существенный момент, на который надо было обратить особое внимание. Но, тем не менее, есть целый ряд причин для того, чтобы голосовать «за». И центральная причина это то, что Александр Викторович сам собрал экспериментальную установку. Я знаю. Эта установка полезна и Вячеслав Андреевич об этом говорил и которая позволяет проводить эксперименты. Я думаю, взвешивая теоретическую часть с некоторыми недостатками и практическую часть с большими достоинствами, следует проголосовать «за». Я так и сделаю.

д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Работа делалась на нашей кафедре. Поэтому ее становление и результаты были на моих глазах. Мы многократно заслушивали промежуточные результаты. И здесь можно отметить, что эта работа началась с идеи. Именно была идея, что можно вытащить два параметра по двум точкам, по двум спектральным характеристикам. И эта идея росла. В начале тематически, потом методически, потом аппаратно. Вместе с ней рос соискатель и его квалификация. Повторюсь, это было на глазах, и это было видно, как она движется, в том числе и квалификация соискателя. Сергей Константинович отметил, что в силу нелинейности там достаточно сложные вопросы погрешности ширины спектра, они мало исследованы, и другие недочеты. Но в целом я считаю, что соискатель заслуживает присвоения ученой степени. Я буду голосовать «за».

д.т.н., профессор Смирнов В.И.

Мне работа понравилась и задачи, которые были в диссертации интересны, и есть методы решения. Так что здесь все хорошо. Единственное мне осталось непонятным вопрос о быстродействии. Открываю автореферат и вижу: «Низкое быстродействие приборов, построенных на спектральном методе, ограничивает возможности их применения». Я думаю, что и точность важна, и быстродействие тоже важно. И поэтому не совсем понятно, какую роль в вашей схеме, в вашем приборе играет компьютер? Нельзя ли от него отказаться вообще? Или Вы просто привязались к MathCAD-у в связи с

математическими проблемами, скинув все на MathCAD. Тогда о быстродействии говорить не приходится. Мне, кажется, что лучше было бы разобраться и перенести все на микроконтроллер. А компьютер оставить как индикатор и выводить там всю информацию. Тогда у Вас получился бы прибор, который можно было бы применить на практике или даже на рынке. Диссертация вполне достойная у соискателя. Я буду голосовать «за».

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Хочу добавить следующее. На данный момент исследования еще не завершены. Имеется интересный способ измерения параметров спектра, представленного двумя гауссианами. Как и было сказано, для нужно решать системы из шести уравнений, что снижает быстродействие экспериментальной установки. Но есть способ, который возможно позволит обойти данное ограничение и перенести все расчеты на микроконтроллер. Например, взять всевозможные варианты и занести в память микроконтроллера. Микроконтроллер на основании полученных измерений обращался в ячейку памяти, где будут содержаться значения центральной длины волны и ширины спектра. Тогда значительно повышается быстродействие. Потребуется довольно большой объем оперативной памяти, но на данный момент это не является проблемой. В этом направлении ведутся дальнейшие исследования.

Председатель

Переходим к голосованию. Какие будут предложения по составу счетной комиссии? Поступили предложения включить в состав счетной комиссии Васильева К.К., Афанасьева А.Н., Негоду В.Н.

Прошу голосовать. Возражений нет.

Председатель

Прошу счетную комиссию приступить к работе.

(Счетная комиссия организует тайное голосование.)

Председатель

Коллеги! Продолжаем нашу работу. Слово предоставляется председателю счетной комиссии Васильеву К.К.

Оглашается протокол счетной комиссии.
(Протокол счетной комиссии прилагается).

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Протокол счетной комиссии утверждается.

Таким образом, на основании результатов тайного голосования (за - 14, против - 0, недействительных бюллетеней - 0) диссертационный совет Д212.277.01 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Ульянова А.В.** содержит новые решения по повышению точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Ульянову Александру Викторовичу** ученую степень кандидата технических наук по специальностям **05.11.01.**

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Ульянова А.В.** Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? (Нет). Принимается.

Какие будут замечания, дополнения к проекту заключения?

(Обсуждение проекта) .

Председатель

Есть предложение принять заключение в целом с учетом редакционных замечаний. Нет возражений? Принимается единогласно.

Заключение объявляется соискателю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.12.2016 № 14

О присуждении Ульянову Александру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение точности двухканальных фотоэлектрических преобразователей для измерения параметров спектра оптических сигналов» по специальности 05.11.01 Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения) выполнена в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», базовая кафедра «Радиотехника».

Диссертация принята к защите «24» октября 2016 г., протокол №10.

Соискатель Ульянов Александр Викторович, РФ, руководитель отдела головной станции и информационных технологий, АО «ЭР-Телеком Холдинг» филиал в г.Ульяновск.

В 2009 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». В 2012 году соискатель

окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

Научный руководитель – кандидат технических наук, Рогов Виктор Николаевич, профессор кафедры «Радиотехника» ФГБОУ ВО «Ульяновского государственного технического университета».

Официальные оппоненты:

1. Безуглов Дмитрий Анатольевич; доктор технических наук; исполняющий обязанности заместителя директора филиала по научной работе, профессор кафедры «Таможенных операций и таможенного контроля», Ростовского филиала государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Российской таможенной академии».

2. Матюнин Сергей Александрович; доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматические системы энергетических установок» ФГАОУ ВО «Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П.Королева».

Дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск дала положительное заключение (заключение составлено Новиковым Сергеем Геннадьевичем, к.т.н., начальником лаборатории ТЭ НИТИ им.С.П. Капицы УлГУ), где указано, что диссертация является законченным научным исследованием, которая по актуальности, научным и практическим результатам и их значимости соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы

1. **«Московский технологический университет» МИРЭА.** Отзыв подписан профессором кафедры «Телекоммуникационные системы», к.т.н. Н.А.Трефиловым. Замечания: отсутствие патентов на результаты проделанной работы; в работе имеются стилистические и грамматические ошибки.

2. **ФНПЦ АО «НПО «Марс».** Отзыв утвержден генеральным директором ФНПЦ АО «НПО «Марс», председателем НТС, к.т.н., В.А. Маклаевым. Замечания: из автореферата не понятно, в чем заключается новизна и оригинальность алгоритма измерения параметров спектра оптического излучения ДФЭП; в автореферате не отражено, чем достигается повышенное быстродействие измерения спектра оптического сигнала разработанной экспериментальной установки.

3. **Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики.** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Теоретические основы радиотехники и связи», д.т.н., О.В. Горячкиным. Замечания: не приведено описание оптической схемы экспериментальной установки, не приведены расчеты оптической схемы; недостаточно полно описан способ формирования мультипликативных и аддитивных составляющих шума; имеются стилистические ошибки.

4. **ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева».** Отзыв подписан доцентом кафедры «Авиационная техника», к.т.н. А.В. Ефимовым. Замечания: отсутствие патентов на результаты проделанной работы; не исследован алгоритм определения параметров спектра оптических сигналов при аппроксимации спектральных характеристик фотоприемников сплайнами.

5. **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет».** Отзыв подписан профессором кафедры «Полупроводниковая электроника и наноэлектроника», д.т.н., профессором М.И. Горловым. Замечания отсутствуют.

6. **Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).** Отзыв подписан д.ф.-м. н., профессором кафедры «Микро- и наноэлектроника» В.И. Зубковым. Замечания: в автореферате отмечено, что спектр излучения светодиодов более точно описывается суперпозицией двух гауссовых функций вместо одного гауссиана, однако физическая аргументация справедливости такого приема отсутствует.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области исследования по теме диссертации, подтверждаемой публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 26 научных работ общим объёмом 5,2 печатных листа, в том числе 6 статей в научных журналах и изданиях из перечня ВАК, в том числе 2 работы в зарубежных научных изданиях.

Соискателем опубликовано 15 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Сергеев В.А. Методические погрешности определения параметров спектра светодиодов двумя фотоприемниками / В.А. Сергеев, В.Н. Рогов, А.В. Ульянов // Измерительная техника. – №4. – 2013. – С. 42-45.

2. Сергеев В.А. Сравнительный анализ погрешности аппроксимации спектров излучения светодиодов различными функциями / В.А. Сергеев, А.В. Ульянов // Известия вузов. Электроника. – №3. – Т.20. – 2015. – С. 317-320.

3. Ульянов А.В. Методы и средства оперативного контроля параметров спектра узкополосного оптического излучения / В.А. Сергеев, В.Н. Рогов, А.В. Ульянов // Автоматизация процессов управления. – №4. – Т.42. – 2015. С. 115-120.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:
разработаны

- алгоритмы определения в едином измерительном цикле центральной длины волны и ширины спектра оптического излучения по сигналам двухканального фотоэлектрического преобразователя (ДФЭП) с гауссовыми и линейными спектральными характеристиками;

- экспериментальная установка для измерения центральной длины волны и ширины спектра оптических сигналов.

Предложен

- способ измерения теплового импеданса светоизлучающих диодов с использованием ДФЭП, позволяющий сократить время измерения по сравнению со стандартными измерителями импеданса, использующими гармонический тестовый сигнал, и снизить погрешности измерения за счет выбора температурочувствительного параметра – центральной длины волны.

Доказано, что

- методическая погрешность измерения центральной длины волны монохроматического оптического излучения будет меньше для ДФЭП с

гауссовыми спектральными характеристиками по сравнению с ДФЭП с линейными спектральными характеристиками;

- погрешность измерения центральной длины волны, обусловленная шумами, минимальна при центральной длине волны излучения, лежащей посередине между максимумами спектральных характеристик ДФЭП при условии равенства полосы пропускания спектральных характеристик;

- имеется оптимальное значение соотношения разноса максимумов спектральных характеристик и полосы пропускания ДФЭП с гауссовыми спектральными характеристиками с точки зрения минимума погрешности измерения центральной длины волны;

- аппроксимация спектра излучения светодиодов суперпозицией двух гауссовых функций позволяет уменьшить погрешность измерения параметров спектра светодиодов ДФЭП в 3 раза по сравнению с аппроксимацией спектра одной гауссианой.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы

методы обработки электрических сигналов, теории погрешностей и методы компьютерного моделирования.

Изложены результаты экспериментального исследования и оценки метрологических характеристик разработанной установки на примере измерения параметров спектра светодиодов в импульсном и установившемся режимах работы.

Изучено влияние мультипликативных и аддитивных составляющих шума фотоприемников и измерительных каналов ДФЭП на погрешность измерения центральной длины волны и ширины спектра оптического излучения.

Приведены рекомендации по повышению точности ДФЭП за счет выбора аппроксимирующей функции реальных спектральных характеристик оптических фильтров.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработаны и внедрены алгоритмы и быстродействующие средства измерения параметров спектра узкополосного оптического излучения 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 НТЦ микроэлектроники РАН по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

Определены пути повышения точности ДФЭП путем выбора функции, аппроксимирующей спектральные характеристики реальных оптических фильтров с минимальной погрешностью.

Представлены результаты измерения переходной характеристики смещения центральной длины волны светодиода под действие протекающего тока.

