

ISSN 1684-8853

ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

6(73)/2014

6(73)/2014

INFORMATSIONNO- UPRAVLIAIUSHCHIE SISTEMY (INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS)

REFEREED EDITION

Founder
«Information and Control Systems», Ltd.

Publisher
Saint-Petersburg State University
of Aerospace Instrumentation

Editor-in-Chief
M. Sergeev
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Deputy Editor-in-Chief
E. Krouk
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Executive secretary
O. Muravtsova

Editorial Council
L. Chubraeva
RAS Corr. Member, Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

L. Fortuna
PhD, Professor, Catania, Italy

A. Fradkov
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

V. Kozlov
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

C. Christodoulou
PhD, Professor, Albuquerque, New Mexico, USA

B. Meyer
Dr. Sc., Professor, Zurich, Switzerland

A. Ovodenko
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Y. Podoplyokin
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Yu. Shokin
RAS Academician, Dr. Sc., Phys.-Math., Novosibirsk, Russia

V. Simakov
Dr. Sc., Tech., Professor, Moscow, Russia

V. Vasilev
RAS Corr. Member, Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

R. Yusupov
RAS Corr. Member, Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Editorial Board
V. Anisimov
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

B. Bezruchko
Dr. Sc., Phys.-Math., Saratov, Russia

N. Blaunstein
Dr. Sc., Phys.-Math., Professor, Beer-Sheva, Israel

A. Dudin
Dr. Sc., Tech., Professor, Minsk, Belarus

I. Dumer
PhD., Professor, Riverside, USA

V. Khimenko
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

G. Maltsev
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

V. Melekhin
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Shalyto
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Shepeta
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Smirnov
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Z. Yuldashev
Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Zeifman
Dr. Sc., Phys.-Math., Vologda, Russia

Editor: A. Larionova

Proofreader: T. Zvertanovskaia

Design: A. Koleshko, M. Chernenko

Layout and composition: N. Karavaeva

Contact information
The Editorial and Publishing Center, SUAI
67, B. Morskaia, 190000, St. Petersburg, Russia
Website: <http://i-us.ru/en>, E-mail: i.us.spb@gmail.com
Tel.: +7 - 812 494 70 02

THEORETICAL AND APPLIED MATHEMATICS

Balonin N. A., Seberry Jennifer. *Two Level Cretan Matrices Constructed via Singer Difference Sets* 2

INFORMATION PROCESSING AND CONTROL

Pavlov V. S., Turnetskaja E. L. *Spatial Ring-Shaped Direction Finder Synthesis for a Source of Polarized Radio Emission* 6

Krasilnikov N. N. *Mechanisms and Inaccuracies of 3D Spatial Perception by Visual System* 13

Kuchmin A. Yu., Abramyan A. K. *Application of Mathematical Programming for Experimental Data Analysis* 20

Kalashnikov V. S., Ponomarev M. J. *Calculating Correlations for Measurement Data Processing at Near-Field Test-Bench with Planar Scan Surface* 29

INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS

Podoplekin Yu. F., Sharov S. N. *Ship and UAV Joint Motion Landing Control* 36

Filippov A. A., Bazhin D. A., Khlobystov A. N. *Improving Drone Aircraft Control Efficiency under Interference* 45

Chernov V. G. *Entropic Criterion for Decision Making under Total Uncertainty* 51

Rzayev R. R., Goyushov A. I. *Intelligent System of Telecommunication Service Quality Assessment* 57

Branishtov S. A., Shirvanyan A. M., Tumchenok D. A. *Railway Capacity Estimation Methods. Part II. Parametric Models, Optimization, Simulation* 68

SYSTEM AND PROCESS MODELING

Peregudov M. A., Boyko A. A. *Model Procedure of Random Multiple Access to the Environment Type S-ALOHA* 75

Maierov N. N., Fetisov V. A. *Airport Capacity Simulation Assessment* 82

Golubkov V. A., Smirnov A. O., Sharafudinov T. T., Lukyanenko I. N. *Mathematical Model of Reducer Step Vibration* 87

HARDWARE AND SOFTWARE RESOURCES

Maltsev G. N., Pankratov A. V., Makunin A. A. *Analysis of Project Source Files for Programmable Logic Integrated Circuits* 94

INFORMATION CODING AND TRANSMISSION

Malichenko D. A. *Transport Layer Coding in Irregular Networks* 101

INFORMATION CHANNELS AND MEDIUM

Blaunstein N., Cristodoulou Ch., Sergeev M. B. *Capacity and weight coefficients in mimo wireless communication channels based on adaptive multi-beam antennas in urban environment with fading* 107

INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS

Alieva K. J. *Filter Bandpass Adaptive Shift to Compensate for Emission Spectral Shift in Optic-Electronic Measuring Systems* 118

CONTROL IN MEDICAL AND BIOLOGICAL SYSTEMS

Balashova E. S. *Assessment of Production Reserves Helping to Form an Efficient Production System* 123

Tushavin V. A. *Service Provider Staff Optimization* 129

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Contents of the journal «Informatsionno-upravliaiushchie sistemy (Information and Control Systems)» for 2014 141

6(73)/2014

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Учредитель
ООО «Информационно-управляющие системы»

Издатель
Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Главный редактор
М. Б. Сергеев,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Зам. главного редактора
Е. А. Крук,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Ответственный секретарь
О. В. Муравцова

Редакционный совет:

Председатель А. А. Оводенко,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ
В. Н. Васильев,
чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ
В. Н. Козлов,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

К. Кристоделу,
д-р наук, проф., Альбукерке, Нью-Мексико, США
Б. Мейер,
д-р наук, проф., Цюрих, Швейцария

Ю. Ф. Подоплёкин,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ
В. В. Симаков,
д-р техн. наук, проф., Москва, РФ

Л. Фортуна,
д-р наук, проф., Катания, Италия
А. Л. Фрадков,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Л. И. Чубраева,
чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, С.-Петербург, РФ
Ю. И. Шокин,
акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., Новосибирск, РФ
Р. М. Юсупов,
чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Редакционная коллегия:

В. Г. Анисимов,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Б. П. Безручко,
д-р физ.-мат. наук, проф., Саратов, РФ
Н. Блаунштейн,
д-р физ.-мат. наук, проф., Беэр-Шева, Израиль

А. Н. Дудин,
д-р физ.-мат. наук, проф., Минск, Беларусь
И. И. Думер,
д-р наук, профессор, Риверсайд, США

А. И. Зейфман,
д-р физ.-мат. наук, проф., Вологда, РФ
Г. Н. Мальцев,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. Ф. Мелехин,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ
А. В. Смирнов,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. И. Хищенко,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ
А. А. Шальто,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

А. П. Шепета,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ
З. М. Юлдашев,
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Редактор: А. Г. Ларионова
Корректор: Т. В. Звертановская
Дизайн: А. Н. Колешко, М. Л. Черненко
Компьютерная верстка: Н. Н. Караваева

Адрес редакции: 190000, Санкт-Петербург,
Б. Морская ул., д. 67, ГУАП, РИЦ
Тел.: (812) 494-70-02, e-mail: ius.spb@gmail.com, сайт: http://i-us.ru
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12412 от 19 апреля 2002 г.
Перерегистрирован в Роскомнадзоре.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-49181 от 30 марта 2012 г.

Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук».

© Коллектив авторов, 2014

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Balotin N. A., Seberry J. Two Level Cretan Matrices Constructed via Singer
Difference Sets 2

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

Павлов В. С., Турнецкая Е. Л. Синтез пространственно-кольцевого
пеленгатора источника поляризованного радиоизлучения 6

Красильников Н. Н. Механизмы и погрешности восприятия
3D-пространства зрительной системой 13

Кучмин А. Ю., Абрамян А. К. Применение математического
программирования для анализа экспериментальных данных 20

Калашников В. С., Пономарев М. Ю. Выбор расчетных соотношений
для обработки результатов измерений на стенде ближнего поля
с плоской поверхностью сканирования 29

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Подоплёкин Ю. Ф., Шаров С. Н. Совместное управление движением
судна и беспилотного летательного аппарата при посадке 36

Филиппов А. А., Бажин Д. А., Хлобыстов А. Н. Повышение эффективности
управления беспилотного летательного аппарата в условиях помех 45

Чернов В. Г. Энтропийный критерий принятия решений
в условиях полной неопределенности 51

Рзаев Р. Р., Гоюшов А. И. Интеллектуальная система оценки качества
телекоммуникационных услуг 57

Браништов С. А., Ширванян А. М., Тумченко Д. А., Методы оценки
пропускной способности железных дорог. Часть 2. Параметрические
модели, оптимизация, моделирование 68

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Перегудов М. А., Бойко А. А. Модель процедуры случайного
множественного доступа к среде типа S-ALOHA 75

Майоров Н. Н., Фетисов В. А. Метод оценки пропускной способности
аэровокзального комплекса с помощью имитационного
моделирования 82

Голубков В. А., Смирнов А. О., Шарафудинов Т. Т., Лукьяненко И. Н.
Математическая модель расчета вибрации ступени редуктора 87

ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

Мальцев Г. Н., Панкратов А. В., Макунин А. А. Анализ структуры
исходных файлов проекта для программируемых логических
интегральных схем 94

КОДИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Маличенко Д. А. Кодирование сообщений на транспортном уровне
в неравномерных сетях 101

ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

Blaustein N., Cristodoulou Ch., Sergeev M. B. Capacity and Weight
Coefficients in MIMO Wireless Communication Channels Based
on Adaptive Multi-beam Antennas in Urban Environment with Fading 107

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Алиева К. Д. Метод адаптивного смещения полосы пропускания
фильтра для учета смещения эмиссионного спектра излучателя
в оптико-электронных измерительных системах 118

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Балашова Е. С. Оценка резервов производства, способствующих
формированию эффективной и результативной
производственной системы 123

Тушавин В. А. Методика оптимизации численности
персонала провайдера 129

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Содержание журнала «Информационно-управляющие системы»
за 2014 г. [№ 1–6] 141

Сдано в набор 29.10.14. Подписано в печать 22.12.14. Формат 60×84^{1/8}.
Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookS. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 16,7. Уч.-изд. л. 20,7. Тираж 1000 экз. Заказ 672.

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском центре ГУАП.
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

Отпечатано с готовых диапозитивов в редакционно-издательском центре ГУАП.
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

Журнал распространяется по подписке. Подписку можно оформить
через редакцию, а также в любом отделении связи по каталогу «Роспечать»:
№ 48060 — годовой индекс, № 15385 — полугодовой индекс.

УДК 535.31; 681.7

МЕТОД АДАПТИВНОГО СМЕЩЕНИЯ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ФИЛЬТРА ДЛЯ УЧЕТА СМЕЩЕНИЯ ЭМИССИОННОГО СПЕКТРА ИЗЛУЧАТЕЛЯ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

К. Дж. Алиева^а, старший преподаватель, диссертант^аАзербайджанский технический университет, Баку, Азербайджанская Республика

Постановка проблемы: известные исследования свойств лазера Nd:YVO₄ показали, что при изменении температуры от 16 до 80 °С имеет место уширение спектральной линии и смещение максимума эмиссионного сечения поглощения в сторону больших длин волн. Такое температурное смещение длины волны излучаемой радиации характерно и для светоизлучающих диодов. Цель исследования — осуществить синтез оптико-электронной системы, где спектральное смещение максимума излучателя компенсируется путем адаптивного управления полосой пропускания интерференционных фильтров. **Результаты:** показано, что асинхронный температурный дрейф спектральной кривой эмиссии излучателей и полосы пропускания интерференционных фильтров может привести к существенному увеличению погрешности в оптико-измерительных системах. Разработан метод адаптивного управления плотно примыкающими друг к другу полосами пропускания двухсоставного интерференционного фильтра. Предложена реализация метода, согласно которому адаптивное управление считается законченным, если разница сигналов двух оптико-электронных каналов равна нулю или фиксированной величине. Разработана блок-схема системы, реализующей предлагаемый метод. **Практическая значимость:** применение предложенного метода в системах дистанционной оптико-электронной измерительной техники, где максимально эффективное воздействие всей энергии излучаемого оптического излучателя на конкретный исследуемый объект приобретает особую важность, позволяет повысить их действенность и эффективность функционирования.

Ключевые слова — адаптивность, интерференционный фильтр, оптико-электронные фильтры, измерения.

Введение

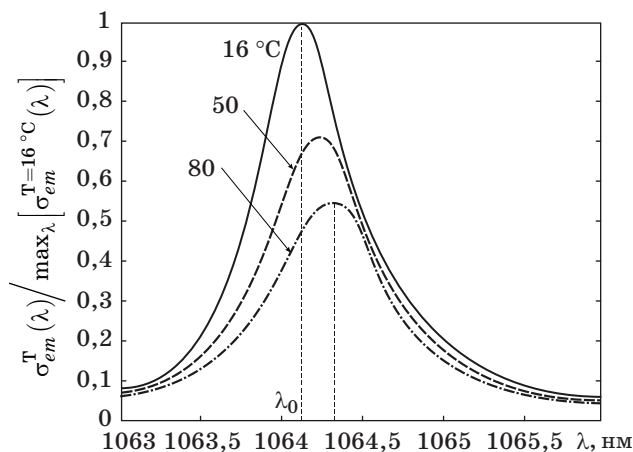
Можно с уверенностью сказать, что температурное смещение спектральных пиков в оптике является общей закономерностью, вызванной физическими закономерностями, действующими на молекулярном и атомном уровне. Кривые Планка и закон Вина являются ярким подтверждением спектрально-температурной зависимости, существующей в оптике. На практике вышеуказанная зависимость применительно к различным излучателям (лазерам, светоизлучающим диодам и т. д.) формально означает температурное смещение пика спектрального излучения, хотя физический механизм такого смещения в лидарах и в светоизлучающих диодах совершенно различен [1–7]. Кроме излучателей, температурно-зависимые спектральные изменения также присущи другим оптическим элементам, участвующим в формировании полезного вида спектра сигнала, поступающего на вход фоточувствительного приемника. Одними из таких элементов являются интерференционные фильтры, полоса пропускания которых может смещаться из-за воздействия таких факторов, как температура, влажность, угол падения входной оптической радиации и т. д. [8–11].

В настоящей статье будет проанализирована возможность компенсации искажений в оптико-электронных измерительных системах, вызванных температурным смещением спектрального пика излучателя, с помощью управляемых по предлагаемому алгоритму интерференционных фильтров.

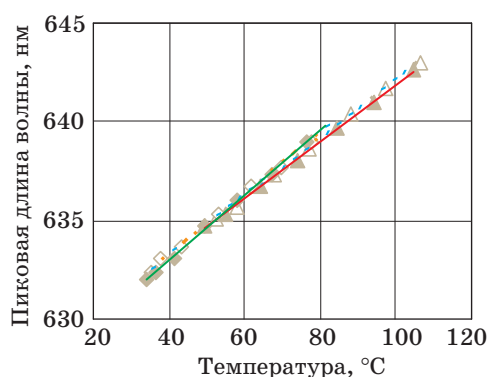
Постановка задачи учета смещения эмиссионного спектра излучателя

Прежде всего, рассмотрим особенности температурного смещения пика в спектре излучения твердотельных лазеров. Измерение температурных характеристик твердотельного Nd:YVO₄ лазера показало, что при изменении температуры от 16 до 80 °С происходит уширение спектральной линии и смещение пика эмиссионного сечения поглощения в сторону больших длин волн (рис. 1) [1].

Как было отмечено выше, температурное смещение длины волны излучаемой радиации ти-



■ Рис. 1. Смещение пика эмиссионного спектра лазера при увеличении температуры



■ **Рис. 2.** Зависимость пиковой длины волны светодиодов от температуры: широтно-импульсный ток (Δ) и неизменный постоянный ток (\blacktriangle) через стык с изменением температуры внешней среды; неизменная температура внешней среды: температура стыка изменяется путем изменения широтно-импульсно-смодулированного тока (\diamond) и величины непрерывного тока (\blacklozenge) через стык

пично и для светоизлучающих диодов. По характерным зависимостям смещения спектральных пиков излучения от температуры для красных светодиодов (рис. 2) [5] видно, что общий характер изменения спектрального смещения пика достаточно линеен и однозначен.

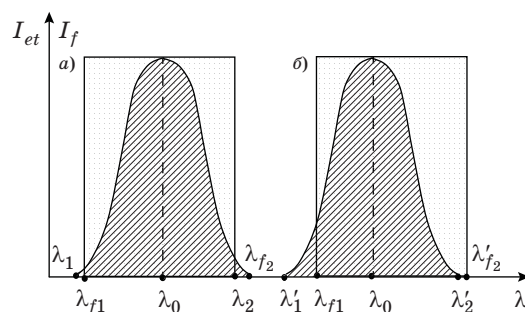
Существует ряд областей оптико-электронной измерительной техники, где важность приобретает максимально эффективное воздействие всей энергии оптического излучателя на конкретный исследуемый объект. При этом некоторое смещение спектра эмиссии источника излучения по длине волны не играет важной роли при выполнении следующего условия: полоса пропускания узкополосного интерференционного фильтра смещается синхронно с эмиссионным спектром излучателя, что позволяет предотвратить следующие нежелательные явления:

- пропускание фонового излучения;
- отсечение части эмиссионного спектра полосы пропускания фильтра.

Таким образом, задача исследования ставится следующим образом. Следует осуществить синтез оптико-электронного измерителя, в котором влияние спектрального смещения пика излучателя максимально компенсируется путем адаптивного управления полосой пропускания интерференционных фильтров.

Решение задачи

Следует отметить, что статическое совмещение полосы пропускания фильтра и эмиссионного спектра излучателя (рис. 3, а) не позволяет исключить соответствующую погрешность, так как скорости температурного смещения эмисси-

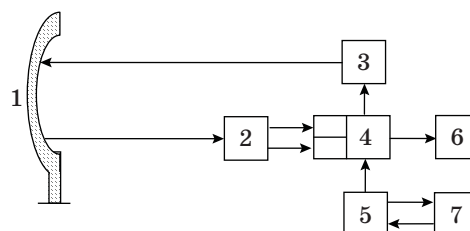


■ **Рис. 3.** Эффект несинхронного смещения полосы пропускания фильтра и эмиссионного спектра излучателя: а — состояние статического совмещения; б — результат асинхронного смещения; λ_1, λ_2 (λ'_1, λ'_2) — начальная и конечная точки несмещенного (смещенного) эмиссионного спектра

онного спектра излучателя и полосы пропускания фильтра различны.

Несогласованные температурные смещения полосы пропускания интерференционного фильтра и эмиссионного спектра излучателя приводят к снижению эффективности оптического тракта (рис. 3, б) из-за 1) частичного усечения кривой эмиссионного спектра и 2) возможности прохождения в оптоэлектронный тракт прибора шумового оптического излучения. При этом невозможно осуществить оперативное управление смещением полосы пропускания фильтра, так как непонятно, левая или правая часть эмиссионного спектра излучателя усечена смещенной полосой пропускания фильтра.

Для исключения погрешностей, вызванных эффектом асинхронного температурного смещения эмиссионного спектра излучателя и полосы пропускания интерференционного фильтра, предлагается метод, основанный на использовании двухсоставного интерференционного фильтра, реализованный в системе, представленной на рис. 4.



■ **Рис. 4.** Блок-схема синтезируемой оптико-электронной системы: 1 — исследуемый объект; 2 — разделитель отраженной с объекта радиации; 3 — излучатель; 4 — двойные фильтры; 5 — узел механического управления углом наклона; 6 — устройство вычисления ΔU ; 7 — устройство управления механическим углом

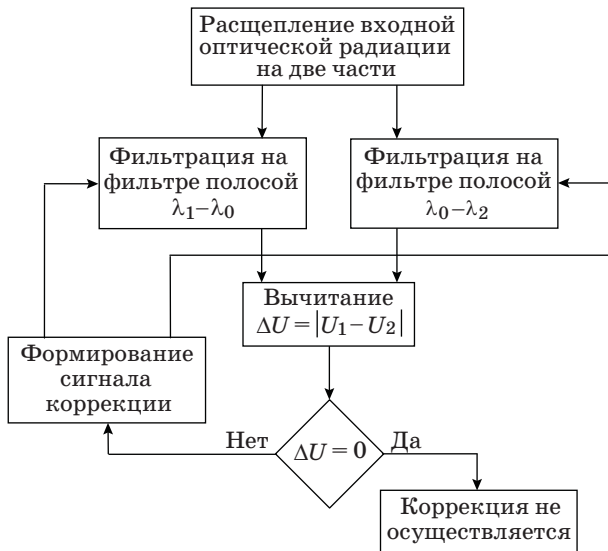
Алгоритм выполнения задачи по предлагаемому методу заключается в следующем (рис. 5).

1. Входная оптическая радиация на приемной части системы дистанционного зондирования разделяется на две равные по энергии части.

2. Первая часть входной оптической радиации пропускается через первый полосовой интерференционный фильтр с полосой пропускания $\lambda_1-\lambda_0$.

3. Вторая часть входной оптической радиации пропускается через второй полосовой интерференционный фильтр с полосой пропускания $\lambda_0-\lambda_2$.

4. При условии полной идентичности полосовых интерференционных фильтров и симметричности контура линии поглощения синхронизм температурного смещения полос пропускания фильтров и эмиссионного спектра излучателя достигается при равенстве сигналов, формируемых на двух оптико-электронных каналах.



■ Рис. 5. Алгоритм реализации предлагаемого метода

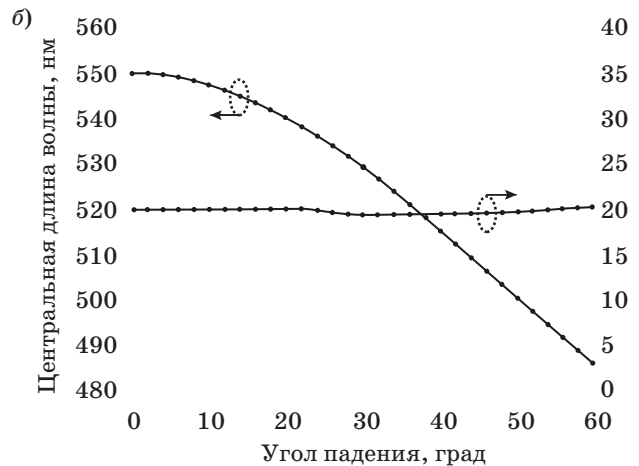
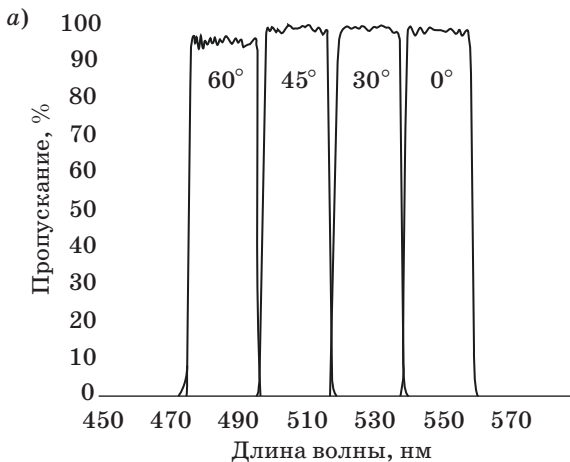
5. В случае нарушения условия равенства сигналов двух оптико-электронных каналов формируются соответствующие управляющие сигналы, воздействующие на полосовые фильтры в целях достижения равенства сигналов двух каналов.

Практическая реализация

Одной из основных трудностей реализации предлагаемого метода является наличие управляемых и идентичных по форме контура полосы пропускания интерференционных фильтров, имеющих практически прямоугольную форму. До недавнего времени отсутствие идентичных фильтров с такими свойствами пропускания являлось основным препятствием. Однако в настоящее время компанией SEMROCK выпускаются регулируемые оптические интерференционные фильтры практически с прямоугольной формой полосы их пропускания [8].

Полосы пропускания управляемого интерференционного фильтра фирмы SEMROCK показаны на рис. 6, а. Управление позицией полосы пропускания фильтра осуществляется путем наклона плоскости фильтра относительно оптической оси оптико-электронного тракта. Характеристика управления полосой пропускания фильтра путем изменения угла падения входной оптической радиации на плоскость поверхности фильтра представлена на рис. 6, б [8].

В плане практической реализации предлагаемого метода адаптивного управления полосами пропускания двухсоставного интерференционного фильтра следует отметить, что отсутствие симметрии в контуре эмиссионного спектра излучателя не является принципиальным препятствием. При отсутствии такой симметрии предикат $\Delta U = 0$, используемый в алгоритме реализации метода (см. рис. 5), заменяется на условие $\Delta U = a$,



■ Рис. 6. Полосы пропускания (а) и характеристика полосы пропускания (б) фильтра SEMROCK

в котором величина a в первом приближении определяется как

$$a = \int_{\lambda_1}^{\lambda_0} S(\lambda) d\lambda - \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S(\lambda) d\lambda,$$

где $S(\lambda)$ — кривая контура эмиссионной линии излучателя.

Заключение

В заключение сформулируем основные выводы и положения проведенного исследования.

1. Показано, что асинхронный температурный дрейф спектральной кривой эмиссии различных излучателей и полосы пропускания ин-

терференционных фильтров является одним из источников погрешностей в оптико-электронных измерительных системах.

2. Предложен новый метод адаптивного управления плотно примыкающими друг к другу полосами пропускания двухсоставного интерференционного фильтра, на вход составляющих которых поступают части расщепленной входной оптической радиации системы.

3. Разработан алгоритм реализации метода, согласно которому адаптивное управление считается завершенным, если разница сигналов двух оптико-электронных каналов равна нулю или фиксированной величине.

4. Предложена блок-схема системы, реализующей предлагаемый метод повышения точности оптико-электронных измерений.

Литература

1. **Delen X., Balembois F., Georges P.** Temperature Dependence of the of Nd:YVO₄ around 1064 nm and Consequences on Laser Operation // Journal of the Optical Society of America B. 2011. Vol. 28. Iss. 5. P. 972–976.
2. **Kohler B., Brand T., Haag M., Biesenbach J.** Wavelength Stabilized High-Power Diode Laser Modules. http://dilas.com/gdresources/downloads/whitepapers/DILAS_PW09_7198_3608_1230.pdf (дата обращения: 15.05.2014).
3. **High-Performance Wavelength-Locked Diode Lasers/** P. Leisher, K. Price, S. Karlsen, D. Balsley, D. Newman, R. Martinsen, S. Patterson // High-Power Diode Laser Technology and Applications VII: Proc. of the SPIE 2009. Vol. 7198–38. doi:10.1117/12.813528
4. **High-Spectral Brightness Pump Sources for Diode-Pumped Solid State Lasers/** W. Hu, F. D. Patel, M. L. Osowski, R. M. Lammert, Se. W. Oh, Ch. Panja, V. C. Elarde, L. Vaissie, J. E. Ungar // High-Power Diode Laser Technology and Applications VII: Proc. of the SPIE 2009. Vol. 7198; 71981R. doi: 10.1117/12.805096
5. **Gu Y., Narendran N., Donq T., Wu H.** Spectral and Luminous Efficacy Change of High-Power LEDs under Different Dimming Methods // Sixth Intern. Conf. on Solid State Lighting: Proc. of SPIE 6337, 63370J. http://www.rc.rpi.edu/programs/solid-state/pdf/Gu_SPIE6337-17.pdf (дата обращения: 15.05.2014).
6. **Zabiliute A.** Temperature Characteristics of LEDs. — Vilnius: Vilnius University, 2013. — 10 p.
7. **Mukai T., Yamada M., Nakamura Sh.** Characteristics of InGaN-Based UV/Blue/Green/Red Light-Emitting Diodes // Japanese Journal of Applied Physics. July 1999. Vol. 38. Part 1. N 7A. P. 3976–3981.
8. **Erdogan T., Wang L.** Semrock Versa Chrome™ — the First Widely Tunable Thin-Film Optical Filters. www.semrock.com (дата обращения: 15.05.2014).
9. **Individual Semrock Fluorescence Filters.** http://www.laser2000.co.uk/microscopy_&_imaging.php. Category=225 (дата обращения: 15.05.2014).
10. **Semrock** — Filter Orientation. <http://www.semrock.com/filter-orientation.aspx> (дата обращения: 15.05.2014).
11. **Semrock.** The Standard in Optical Filters for Biotech and Analytical Instrumentation. <http://www.semrock.com/Catalog/SetDetails.aspx?SetBasePartID=29> (дата обращения: 15.05.2014).

UDC 535.31; 681.7

Filter Bandpass Adaptive Shift to Compensate for Emission Spectral Shift in Optic-Electronic Measuring Systems

Alieva K. J.^a, Senior Lecturer, Researcher, k_alieva_ba@mail.ru

^aAzerbaijan Technical University, 25, Hussein Javid St., AZ1073, Baku, Azerbaijan Republic

Purpose: Researching the features of Nd:YVO₄ laser showed that when the temperature grows from 16 to 80 C, the spectral line widens and the emission cross-section maximum moves towards longer wavelengths. Such a temperature-related shift of the emitted radiation wavelength is also peculiar to light emission diodes. The aim of this work is synthesizing an optic-electronic measuring system in which the spectral shift of the emitter maximum is compensated by the adaptive control over the interference filter bandpass.

Results: It was shown that an asynchronous temperature shift of the spectral emission curve and interference filter bandpass can lead to a significant error in optic-electronic measuring systems. A method was developed of adaptive control over adjacent bandpasses of a double interference filter. A way to implement the method was proposed, in which the adaptive control is considered completed if the difference in signals of two optic-electronic channels is equal to zero or has a fixed value. For the system implementing the suggested method, a chart diagram was developed. **Practical relevance:** The proposed method should definitely be used in remote optic-electronic measuring systems where the maximum effective impact of all the emitted radiation energy on the researched object is especially important. The method can considerably increase the efficiency of these systems.

Keywords — Adaptiveness, Interference Filter, Optic-Electronic Systems, Measurements.

Reference

1. Delen X., Balembois F., Georges P. Temperature Dependence of the of Nd:YVO₄ around 1064 nm and Consequences on Laser Operation. *Journal of the Optical Society of America B*, 2011, vol. 28, iss. 5, pp. 972–976.
2. Kohler B., Brand T., Haag M., Biesenbach J. *Wavelength Stabilized High-Power Diode Laser Modules*. Available at: http://dilias.com/gdresources/downloads/whitepapers/DILAS_PW09_7198_3608_1230.pdf (accessed 15 May 2014).
3. Leisher P., Price K., Karlsen S., Balsley D., Newman D., Martinsen R., Patterson S. High-Performance Wavelength-Locked Diode Lasers. *High-Power Diode Laser Technology and Applications VII. Proc. of the SPIE 2009*, vol. 7198-38. doi:10.1117/12.813528
4. Hu W., Patel F. D., Osowski M. L., Lammert R. M., Oh Se. W., Panja Ch., Elarde V. C., Vaissie L., Ungar J. E. High-Spectral Brightness Pump Sources for Diode-Pumped Solid State Lasers. *High-Power Diode Laser Technology and Applications VII. Proc. of the SPIE 2009*, vol. 7198; 71981R. doi: 10.1117/12.805096
5. Gu Y., Narendran N., Donq T., Wu H. Spectral and Luminous Efficacy Change of High-Power LEDs under Different Dimming Methods. *Sixth Intern. Conf. on Solid State Lighting. Proc. of SPIE*, vol. 6337; 63370J. Available at: http://www.rc.rpi.edu/programs/solidstate/pdf/Gu_SPIE6337-17.pdf (accessed 15 May 2014).
6. Zabaliute A. *Temperature Characteristics of LEDs*. Vilnius, Vilnius University, 2013. 10 p.
7. Mukai T., Yamada M., Nakamura Sh. Characteristics of In-GaN-Based UV/Blue/Green/Red Light-Emitting Diodes. *Japanese Journal of Applied Physics*, July 1999, vol. 38, part 1, no. 7A, pp. 3976–3981.
8. Erdogan T., Wang L. *SemrockVersaChrome™ — the First Widely Tunable Thin-Film Optical Filters*. Available at: www.semrock.com (accessed 15 May 2014).
9. *Individual Semrock Fluorescence Filters*. Available at: http://www.laser2000.co.uk/microscopy_&_imaging.php.Category=225 (accessed 15 May 2014).
10. *Semrock — Filter Orientation*. Available at: <http://www.semrock.com/filter-orientation.aspx> (accessed 15 May 2014).
11. *Semrock. The Standard in Optical Filters for Biotech and Analytical Instrumentation*. Available at: <http://www.semrock.com/Catalog/SetDetails.aspx?SetBasePartID=29> (accessed 15 May 2014).