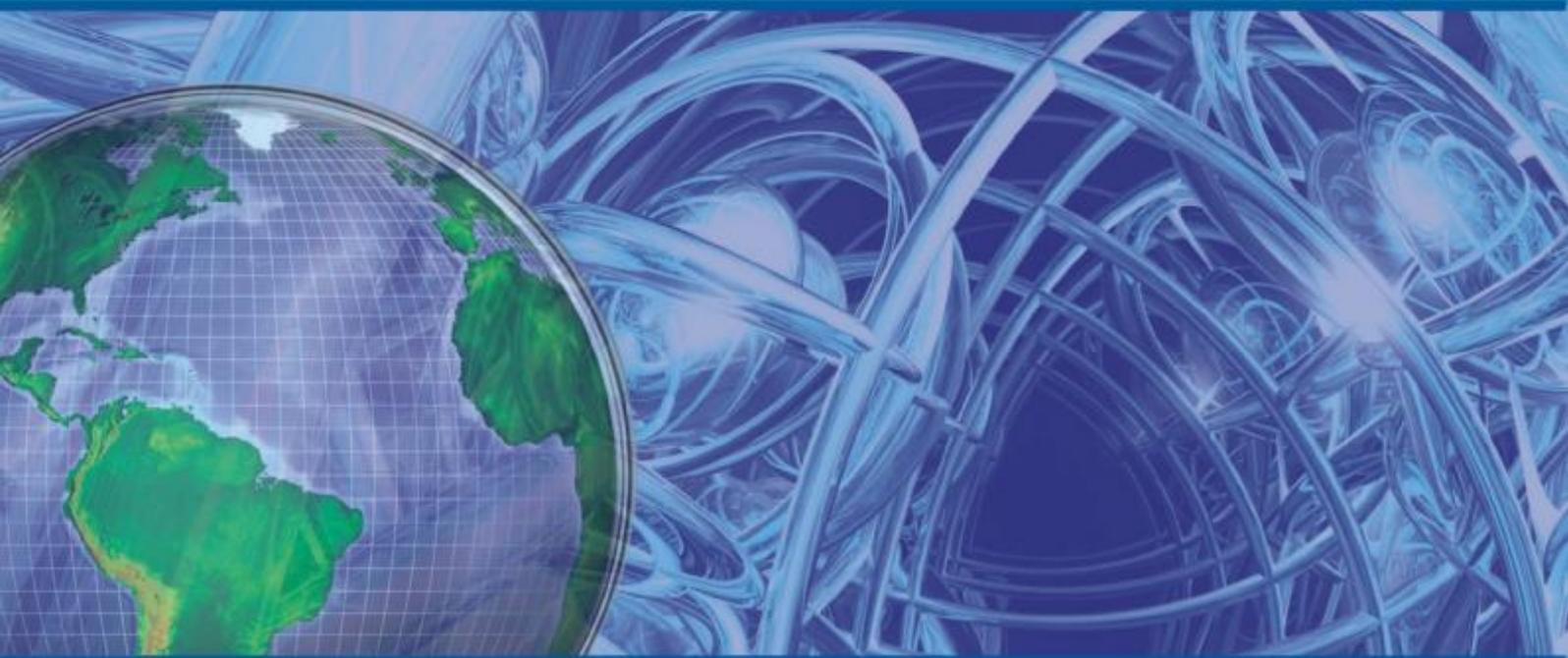


АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВЫПУСКНЫХ
КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ
БАКАЛАВРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ СПбГУ ИТМО



Санкт-Петербург
2010 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

**Аннотированный сборник
научно-исследовательских
выпускных квалификационных
работ бакалавров и специалистов
СПбГУ ИТМО**



Санкт-Петербург

2010

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров и специалистов СПбГУ ИТМО / Главный редактор Начальник НИЧ Л.М. Студеникин. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 133 с.

Сборник представляет итоги конкурсов на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу среди бакалавров и специалистов СПбГУ ИТМО и издается с целью развития творческого потенциала дипломированных специалистов, их навыков научно-исследовательской работы, стимулирования участия студентов в научных исследованиях, усиления роли научно-исследовательской работы в повышении качества подготовки специалистов с высшим образованием, формирования резерва для кадров высшей квалификации.

ISBN 978-5-7577-0365-7



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики» на 2009–2018 годы.

© Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2010

© Авторы, 2010

ВВЕДЕНИЕ

«Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров и специалистов СПбГУ ИТМО» опубликован по результатам конкурсов на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу (НИВКР) среди бакалавров и специалистов университета.

Конкурсы оценивают умение студента проводить самостоятельную творческую исследовательскую работу, показывают профессиональную зрелость выпускника, его способность решать реальные научно-технические задачи. Конкурсы проводятся в целях совершенствования системы подготовки кадров высшей квалификации, в рамках реализации программы развития СПбГУ ИТМО как Национального исследовательского университета на 2009–2018 годы.

Первый этап Конкурсов проводился на выпускающих кафедрах университета. По итогам предзащит ВКР бакалавров и специалистов кафедрами было принято решение о выдвижении лучших работ в Государственную аттестационную комиссию (ГАК). На защите ГАК были определены лучшие НИВКР от каждой кафедры. В итоге по кафедрам состоялось 12 Конкурсов на «Лучшую НИВКР бакалавров», и 9 Конкурсов на «Лучшую НИВКР специалистов».

Второй этап Конкурсов проводился на факультетах университета. По итогам представленных кафедрами работ, деканами факультетов был проведен анализ ВКР бакалавров и специалистов, определены победители Конкурса на факультетах. В итоге по факультетам состоялось 5 Конкурсов на «Лучшую НИВКР бакалавров» и 2 Конкурса на «Лучшую НИВКР специалистов».

Третий завершающий этап Конкурса проводил Научно-технический совет (НТС) университета. Работы победителей второго этапа Конкурса были рассмотрены на заседании НТС, по итогам которого определены «Лучшие НИВКР» среди бакалавров и специалистов за 2010 год.

Статистические данные участия бакалавров и специалистов

Этап	Название конкурса	Приняло участие		Победители	
		Бак.	Спец.	Бак.	Спец.
I	Конкурсы кафедр	158	48	36	16
II	Конкурсы факультетов	36	16	18	10
III	Конкурс университета	18	10	5	2

По итогам Конкурса среди бакалавров было определено 5 победителей на «Лучшую НИВКР университета» и 13 лауреатов, которые стали победителями Конкурсов проведенных на факультетах.

Общее количество бакалавров, участвовавших в конкурсах на «Лучшую НИВКР» составило 158 человек.

По итогам Конкурса среди специалистов было определено 2 победителя на «Лучшую НИВКР университета» и 8 лауреатов, которые стали победителями Конкурсов проведенных на факультетах.

Общее количество специалистов, участвовавших в конкурсах на «Лучшую НИВКР» составило 48 человек.

Организационную работу по Конкурсам проводили следующие структурные подразделения СПбГУ ИТМО: НИЧ, Докторантура, отдел «НИРС».

Основные критерии оценки работ

При оценке НИВКР учитывались следующие критерии:

- соответствие тематики работы основным научным направлениям университета;
- новизна предложенных в работе решений;
- оригинальность предложенных решений;
- наличие актов об использовании результатов работы;
- наличие выигранных грантов, стипендий, в том числе стипендий Президента Российской Федерации;
- наличие публикаций по результатам работы в научных журналах и изданиях (как в российских, так и в зарубежных);
- наличие документов защиты объектов интеллектуальной собственности, созданных в процессе выполнения ВКР;
- наличие заявок на объекты интеллектуальной собственности;
- наличие наград, полученных на всероссийских, региональных и городских конкурсах;
- наличие докладов по тематике ВКР на научных конференциях и семинарах;
- наличие документов о представлении результатов ВКР на различного уровня конкурсах и выставках;
- глубина раскрытия темы, логичность изложения;
- качество оформления (в т.ч. соблюдение ГОСТов);
- степень самостоятельности выполненной работы.

Общие требования к материалам, представляемым на НТС

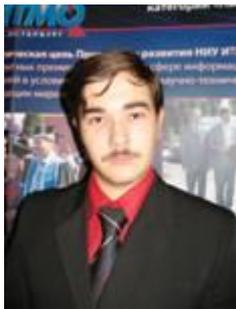
Для окончательного подведения итогов Конкурса на НТС представлялись следующие документы:

- анкета участника Конкурса;
- отзыв научного руководителя;
- рекомендация от кафедры (служебная записка, подписанная зав. кафедрой);
- рекомендация ГАК;
- техническое задание ВКР;
- краткое изложение ВКР в форме статьи до 2 страниц.

К работе прилагались акты о внедрении результатов научной работы, копии патентов, научных статей и тезисов.

Итоги Конкурсов были подведены на заседании НТС университета и оформлены приказами ректора СПбГУ ИТМО № 1294-уч и № 1295-уч от 01.10.2010 г.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРОВ**



Абдршин Альберт Наильевич

Год рождения: 1989

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптоинформационных технологий и материалов, группа 4351

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: mylitabs@mail.ru

УДК 535.372, 535.337

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ЭРБИЯ В КЕРАМИКАХ, СТЕКЛАХ И КРИСТАЛЛАХ

А.Н. Абдршин

Научный руководитель – н.с. В.А. Асеев

Автоматизация различных технологических процессов, эффективное управление различными агрегатами, машинами и механизмами требует многочисленных измерений разнообразных физических величин. В настоящее время измерения температур составляют более 50% от общего количества измеряемых величин. Достоинствами оптических датчиков температуры являются: способность точно измерять температуру в местах с высокой напряженностью магнитных и электрических полей; эффективная интеграция в оптоволоконные системы слежения [1]. Наибольший интерес среди оптических датчиков представляют люминесцентные датчики температуры. Они основаны на изменении интенсивности времени затухания люминесценции или изменении отношений пиков люминесценции от температуры. К их достоинствам относится относительная простота конструкции и высокая точность измерений. В качестве активной среды таких датчиков используются кристаллы и стекла, активированные различными редкоземельными ионами, а также ионами переходных металлов. Ион эрбия является одним из наиболее популярных для использования его в качестве активатора. У этого иона существует два близко расположенных уровня, в которых при увеличении температуры матрицы изменяется баланс населенности [2]. Выбор матрицы для эрбия определяет интенсивность свечения с ап-конверсионных уровней, а также скорость и величину изменения населенности этих уровней, что в конечном случае определяет эффективность работы люминесцентного датчика температуры. Для выбора оптимальной среды были проведены исследования температурной зависимости ап-конверсионной люминесценции ионов эрбия в наностеклокерамике, стеклах и кристаллах.

В качестве объекта исследования для выполнения данной работы, были использованы образцы свинцово-фторидных стекол и наностеклокерамик на их основе, а также кристаллы BaY_2F_8 , активированных различными концентрациями ионов эрбия. Измерение спектров люминесценции происходило в температурном диапазоне 25–450°C, с шагом 25°C при постоянной мощности накачки. Для всех образцов были записаны спектры люминесценции переходов $^4S_{3/2} - ^4I_{15/2}$ и $^2H_{11/2} - ^4I_{15/2}$ для образцов с различной концентрацией и временем вторичной термообработки (для стеклокерамики).

Далее были построены температурные зависимости отношения пиков люминесценции от температуры для всех исследуемых образцов. С увеличением концентрации эрбия и времени вторичной термообработки (для стеклокерамики) увеличивается угол наклона касательной, а соответственно чувствительность материала к изменению температуры. Зависимости отношения пиков люминесценции от

температуры для всех образцов сохраняет экспоненциальный характер на протяжении всего исследуемого температурного диапазона, что позволяет использовать их графики в качестве градуировочных кривых для определения температуры материала. По результатам работы было установлено, что наиболее чувствительным к изменению температуры материалом является свинцово-фторидная наностеклокерамика, что делает ее наиболее эффективным материалом для использования в люминесцентных датчиках температуры в качестве активной среды.

Литература

1. Джексон Р. Новейшие датчики. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
2. Асеев В.А., Жукова М.Н., Федорова Е.М. Влияние концентрации активаторов на вероятность безызлучательного переноса энергии в высококонцентрированных иттербий-эрбиевых стеклах // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2006. – Выпуск 26. – С. 123–126.



Ведяков Алексей Алексеевич

Год рождения: 1989

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра систем управления и информатики, группа 4147

Направление подготовки:

220200 Автоматизация и управление

e-mail: vedyakov@gmail.com

УДК 681.513.675

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ И ЗАПАЗДЫВАНИЙ

А.А. Ведяков

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Бобцов

Целью работы является синтез адаптивного закона управления, позволяющего компенсировать влияние внешней среды в условиях запаздывания, как в канале измерения, так и в канале управления. На сегодняшний день данная проблема управления с учетом обоих факторов (возмущение и запаздывание) не имеет удовлетворительных решений. В отличие от известных аналогов [1–4], разработанный алгоритм позволяет компенсировать параметрически неопределенное смещенное гармоническое возмущение, для линейного объекта любой относительной степени, в условиях запаздывания в каналах управления и измерения, имеет низкую динамическую размерность равную трем и упрощенную структуру.

В данной работе рассматривается линейный объект управления с одним входом и одним выходом. Измерению доступна только выходная переменная объекта. Запаздывание в каналах управления и измерения считаются постоянными и известными. На объект управления действует возмущающее воздействие, которое может быть представлено в виде смещенной гармонической функции. Возмущение не измеряется, параметры воздействия (частота, амплитуда, фаза) неизвестны. Требуется синтезировать закон управления по выходу, обеспечивающий ограниченность переменных состояния, и сходимости выходной переменной к нулю.

Закон управления синтезируется в три этапа. Сначала строится «идеальный» закон управления из предположения об известности параметров возмущающего воздействия. На следующем этапе строится адаптивный идентификатор частоты

возмущающего воздействия. Далее синтезируется физически реализуемый закон управления, компенсирующий эффект возмущения на выходе объекта, основанный на использовании оценки частоты.

Полученный результат имеет математическое доказательство. Для иллюстрации работоспособности алгоритма представлен числовой пример с результатами математического моделирования.

В работе показаны робастные свойства полученного алгоритма по отношению к нерегулярным составляющим возмущения, а также то, что меняя параметры алгоритма, можно управлять показателями качества переходного процесса, увеличивая быстродействие или точность стабилизации.

Целью дальнейших исследований является рассмотрение параметрически неопределенного объекта управления, в том числе нелинейного, а также других видов возмущающих воздействий.

Литература

1. Бобцов А.А. Алгоритм управления по выходу с компенсацией смещенного гармонического возмущения // Известия РАН. Теория и системы управления, 2009. – № 1. – С. 45–48.
2. Еремин Е.Л., Теличенко Д.А. Алгоритмы адаптивной системы с запаздыванием по управлению в схеме с расширенной ошибкой и эталонным упредителем // Мехатроника, автоматизация, управление, 2006. – № 6. – С. 9–16.
3. Бобцов А.А., Пыркин А.А. Компенсация гармонического возмущения в условиях запаздывания по управлению // Известия РАН. Теория и системы управления, 2008. – № 4. – С. 19–23.
4. Бобцов А.А., Пыркин А.А. Компенсация неизвестного синусоидального возмущения для линейного объекта любой относительной степени // Автоматика и Телемеханика, 2009. – № 3. – С. 114–122.



Капойко Юрий Александрович

Год рождения: 1989

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа 4350

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: kapojko@yandex.ru

УДК 535.135

ЭВОЛЮЦИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ГАУССОВОГО НА ВХОДЕ В СРЕДУ ИМПУЛЬСА ИЗ МАЛОГО ЧИСЛА КОЛЕБАНИЙ В ПРОЗРАЧНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Ю.А. Капойко

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор С.А. Козлов

При анализе распространения световых импульсов рассматривается деформация их формы и фазовая модуляция. Когда полный анализ является трудоемким или не необходимым, часто ограничиваются рассмотрением изменения интегральных параметров импульса. Например, широко используются выражения для эволюции

среднеквадратичной длительности квазимонохроматических импульсов произвольной на входе в среду формы [1]. Развитие лазерной техники привело к созданию систем, позволяющих получать импульсы, содержащих лишь одну-две полных осцилляции светового поля [2]. Для таких импульсов неприменим метод медленно меняющейся огибающей, поскольку он основан на приближении квазимонохроматического излучения. Для них перестают быть применимыми и выражения, характеризующие изменение их интегральных параметров.

В работе было использовано волновое уравнение, соответствующее дисперсионному соотношению

$$n(\omega) = N_0 + a_1 \cdot c\omega^2 + a_2 \cdot c\omega^4 + \dots \quad (1)$$

Показано, что выражение (1) при $a_n=0$ ($n \geq 3$) описывает показатель преломления кварцевого стекла с точностью $\Delta < 10^{-4}$ в диапазонах нормальной (610–990 нм), нулевой (1050–1590 нм) и аномальной (1180–1620 нм) групповой дисперсии.

Приводится, что скорость движения центра тяжести импульса, определяется соотношением

$$\frac{d\langle t \rangle}{dz} = \frac{2}{W} \int_{-\infty}^{\infty} tE \left(\frac{N_0}{c} \frac{\partial E}{\partial t} - a_1 \frac{\partial^3 E}{\partial t^3} + a_2 \frac{\partial^5 E}{\partial t^5} \right) dt, \quad (2)$$

где $\langle t \rangle = \frac{1}{W} \int_{-\infty}^{\infty} tE^2 dt$ – момент распределения поля E первого порядка; W – энергия

импульса. В настоящей работе было показано, что выражение (2) является интегралом движения волнового уравнения, поэтому в (2) можно заменить распределение поля E на входное и получить выражение для гауссова импульса в элементарных функциях (приведено в работе).

В предельном случае $t_0 \rightarrow \infty$, соответствующем квазимонохроматическому излучению, это выражение переходит в

$$\lim_{t_0 \rightarrow \infty} \frac{d\langle t \rangle}{dz} = \frac{1}{c} (N_0 + 3\Delta n_{\text{дучн},1} + 5\Delta n_{\text{дучн},2}), \quad (3)$$

что соответствует известным результатам [3].

Если определить длительность импульса как квадратный корень из центрального момента распределения поля E второго порядка [4] и обозначить $D = 1/2 d^2\langle t^2 \rangle / dz^2 - (d\langle t \rangle / dz)^2$ – скорость дисперсионного расплывания, то можно показать, что

$$\frac{d^2\langle t^2 \rangle}{dz^2} = \frac{2N_0^2}{c^2} - \frac{4N_0}{Wc} \int_{-\infty}^{\infty} tEAdt - \frac{2}{W} \int_{-\infty}^{\infty} t^2 ABdt - \frac{2}{W} \int_{-\infty}^{\infty} t^2 E \left(a_1 \frac{\partial^3 B}{\partial t^3} - a_2 \frac{\partial^5 B}{\partial t^5} \right) dt, \quad (4)$$

где $A = a_1 \frac{\partial^3 E}{\partial t^3} - a_2 \frac{\partial^5 E}{\partial t^5}$, $B = \frac{-N_0}{c} \frac{\partial E}{\partial t} + A$. Выражение (4), также как и (2),

является интегралом движения волнового уравнения, поэтому для гауссова входного импульса можно получить выражение в элементарных функциях (приведено в работе).

В предельном случае

$$\lim_{t_0 \rightarrow \infty} D = -\frac{N_0}{c} (10a_2\omega_0^4 + 6a_1\omega_0^2) - 50a_2^2\omega_0^8 - 60a_1a_2\omega_0^6 - 18a_1^2c\omega_0^4. \quad (5)$$

Таким образом, в работе получены аналитические соотношения для скорости движения центра масс и эволюции длительности импульса из малого числа колебаний в прозрачной оптической среде. Показано, что для гауссова входного импульса эти выражения приобретают вид элементарных функций, и доказано, что в предельном

случае квазимонохроматического излучения полученные выражения переходят в известные.

Литература

1. Anderson D., Lisak M. Analytic study of pulse broadening in dispersive optical fibers – в кн. Physical Review A (Jan 1, 1987). – V. 35. – № 1.
2. Nisoli M., de Silvestri S., Svelto O., Szipocz R., Ferencz K., Spielmann C., Sartania S., Krausz F. Compression of high-energy laser pulses below 5 fs – в кн. Opt. Lett., 22. – 1997. – P. 522–525.
3. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 323 с.
4. Ахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 312 с.



Орлов Алексей Анатольевич

Год рождения: 1989

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа 4350

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: alexey.orlov@phoi.ifmo.ru

УДК 535.55; 535.58; 535.016; 538.958

ЭФФЕКТЫ СИЛЬНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИСПЕРСИИ В СЛОИСТЫХ МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОПТИЧЕСКИХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ

А.А. Орлов

Научный руководитель – к.ф.-м.н., в.н.с. П.А. Белов

Исследования в области метаматериалов [1, 2] являются новым направлением в физике, лежащим на стыке электродинамики и физики твердого тела, активно развивающимся в течение последнего десятилетия. Очень важную роль для метаматериалов играет пространственная дисперсия [3], которой обуславливаются оптическая активность и искусственный магнетизм некоторых метаматериалов. Настоящая работа была посвящена исследованию пространственной дисперсии в одном из метаматериалов – слоистом металлодиэлектрическом метаматериале (СМДМ).

Для аналитического описания СМДМ широко используется модель эффективной среды, которая является, однако, приближенным описанием. Точный метод матриц передачи, связывающих компоненты поля на входе в слоистую структуру с компонентами поля на выходе из нее, применяется реже. Мы применяем оба этих подхода и сравниваем полученные результаты с целью выявления несоответствий локальной модели точному решению, что позволит выявить присутствие пространственной дисперсии и оценить, насколько велик ее вклад в электромагнитные свойства СМДМ. Несогласия могут быть обнаружены путем проведения полного дисперсионного анализа собственных резонансных мод СМДМ с построением дисперсионных диаграмм и изочастотных контуров (рисунок).

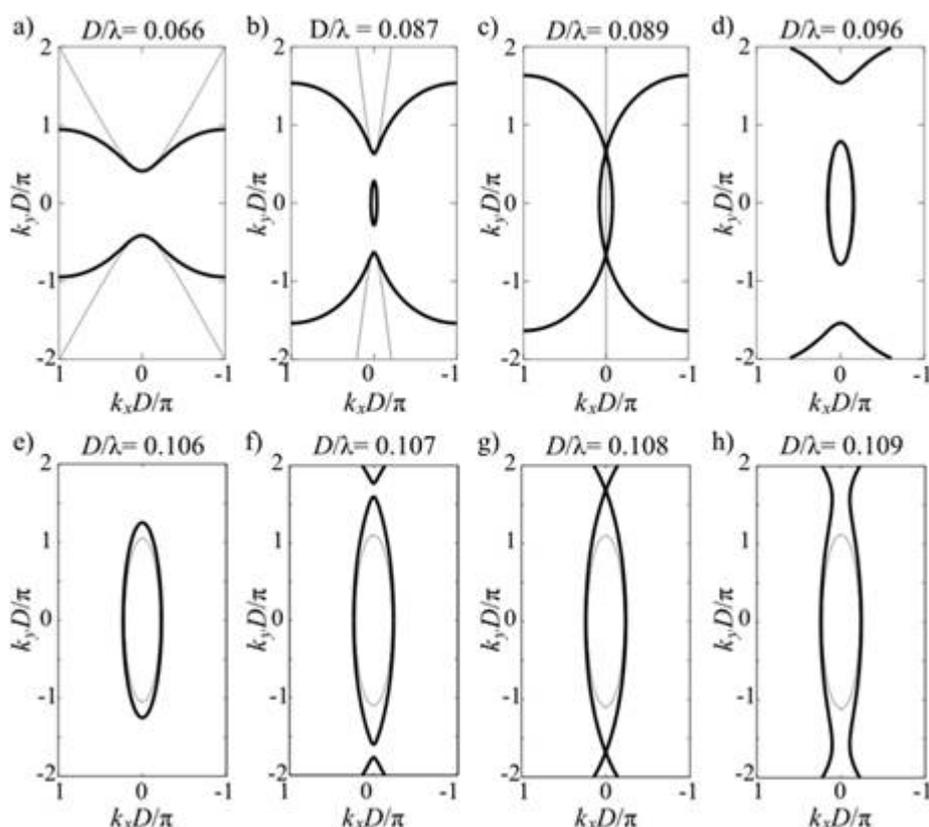


Рисунок. Сравнение характерных изочастотных контуров для СМДМ, полученных при помощи использования локальной эффективной модели и с точным решением методом матриц передачи

Главным обнаруженным эффектом сильной пространственной дисперсии является появление дополнительных собственных мод, приводящих к появлению двулучепреломления. Было также показано, что широко используемая для аналитического описания СМДМ локальная модель эффективной среды предоставляет лишь фрагментарное описание какой-либо одной выделенной модовой ветви СМДМ в крайне узком диапазоне временных и пространственных частот.

Литература

1. D.R. Smith, J.B. Pendry, and M.C.K. Wiltshire. *Metamaterials and Negative Refractive Index*. Science, 2004. – V. 305. – P. 788–792.
2. Capolino F. *Theory and Phenomena of Metamaterials*, NY, CRC Press, 2009. – 979 p.
3. Агранович В.М., Гинзбург В.Л. *Кристаллооптика с учетом пространственной дисперсии и теория экситонов*. М.: Наука, 1979. – 376 с.

**Щедрин Павел Викторович**

Год рождения: 1987

Инженерно-физический факультет, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики, группа 4245

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: golem2k@mail.ru

УДК 539.2+543.421/.422

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛОВ ОРИЕНТАЦИИ НАНОСТРУКТУР ТОНКИХ ПЛЕНОК ПОЛИМЕТИНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНЫХ МОНОИМПУЛЬСОВ**П.В. Щедрин****Научный руководитель – м.н.с. А.А. Старовойтов**

Тонкие пленки полиметиновых красителей имеют множество прикладных применений: они используются в качестве фоточувствительных материалов в индустрии оптических носителей информации, фотоэлектрических преобразователей в ячейках солнечных батарей, а также материалов нелинейной оптики. Интерес и широкое распространение данного материала обусловлены следующими особенностями: во-первых, даже при отсутствии посторонних примесей в пленке присутствуют несколько молекулярных форм одного красителя, обладающие различными фотофизическими свойствами, и, во-вторых, для каждой, из этих молекулярных форм – наноструктур слоя, характерна асимметрия взаимодействия с окружением. Это делает тонкие молекулярные слои особыми средами, фотофизические и фотохимические свойства которых отличаются от свойств паров, растворов и кристаллов тех же соединений. В научных обзорах посвященных наноструктурам полиметиновых красителей [1, 2], как правило, все внимание уделяется *J*-агрегатам – одной из разновидностей молекулярных форм, состоящих из нескольких ассоциированных молекул, в то время как остальные компоненты тонкой пленки обходятся стороной. Однако, в слоях красителя, толщиной несколько молекул, мономолекулярные формы составляют значительную долю всех компонентов, и поэтому также нуждаются в изучении.

В рамках данной работы экспериментально исследовались фотостимулированные изменения углов ориентации молекулярных форм в слое трикарбоцианинового красителя на стекле под действием одиночных импульсов рубинового лазера. В ходе эксперимента, посредством обработки спектров поглощения, определяется компонентный состав слоя, и углы наклона компонентов к подложке. Полученные результаты сравниваются с моделью, предложенной в [3] для дикарбоцианинового красителя, с целью расширения ее на все соединения из класса цианиновых полиметиновых красителей.

Проведенный эксперимент дал сходные результаты с исследованиями слоев молекул того же класса – дикарбоцианинового красителя, с аналогичными электронодонорными свойствами. Переориентация составила $\sim 3^\circ$ для трикарбоцианинового красителя против $\sim 10^\circ$ для дикарбоцианиновых красителей, что, по-видимому, связано с большей протяженностью молекулы, и изначально более пологим расположением в первом случае. Полученные в ходе эксперимента результаты, согласуются с исходной физической моделью, предложенной при исследовании пленки дикарбоцианинового красителя. Таким образом, можно

предположить, что изученные фотостимулированные процессы характерны для всех цианиновых красителей.

Литература

1. Шелковников В.В., Плеханов А.И., Орлова Н.А. Нанометровые пленки полиметиновых красителей в оптической памяти и нелинейной оптике // Российские нанотехнологии: Обзоры, 2008. – Т. 3. – № 9–10. – С. 36–57.
2. Шапиро Б.И. Молекулярные ансамбли полиметиновых красителей // Успехи химии, 2006. – Т. 75. – №5. – С. 485–510.
3. Kaliteevskaya E.N., Krutyakova V.P., Razumova T.K., Starovoytov A.A. Mechanisms of the changes in the conformational composition and spatial reorientation of molecular components of a dicarbocyanine dye layer induced by heating or resonance photoexcitation // Proc. of SPIE, 2007. – V. 6728. – P. 1X–6X.

**ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА
(ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ)
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРОВ**

Богданова Валерия Олеговна

Год рождения: 1989

Факультет точной механики и технологий, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии, группа 4664

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: lerun-89@inbox.ru

УДК 530.1

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ**

В.О. Богданова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.А. Воронцов

В настоящее время теория мультифракталов представляет собой развивающуюся область науки, и основные ее концепции используются для объяснения многих явлений в самых различных областях естествознания [1].

Мультифрактальный анализ является эффективным методом исследования корреляционных свойств нестационарных случайных процессов. Существуют преимущества данного подхода по сравнению с классическим корреляционным анализом при рассмотрении сигналов малой длительности.

Теория фракталов и мультифракталов в настоящее время широко используется для описания свойств самоподобия и сложного скейлинга, наблюдаемых в самых разных физических ситуациях [1].

Использование мультифрактальных представлений в сочетании с общеизвестными методами изучения структур является перспективной основой для разработки методов опознавания сложных трудноразличимых друг от друга структур, методов прогнозирования и контроля физико-механических свойств и повреждаемости поверхности при внешних воздействиях [2].

Целью данной работы являлась разработка методики мультифрактального анализа на примере шероховатости поверхности.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

- Рассмотрены методы определения фрактальной размерности, такие как, метод Ричардсона, метод Колмогорова и метод Миньковского.
- Рассмотрено программное обеспечение. Программное обеспечение представляет скомпилированные (бинарный исполняемый файл) версии многих программ PhysioToolkit. Все программное обеспечение доступно в виде исходных кодов, чтобы алгоритмы возможно было изучать, проверять и изменять в соответствии с конкретными потребностями работы [3].
- Разработана методика мультифрактального анализа измерительных сигналов.

Следует отметить, что данная работа имеет направление развития, а именно интерпретация и анализ результатов мультифрактального анализа.

Литература

1. Павлов А.Н., Анищенко В.С. Мультифрактальный анализ сложных сигналов, 2007. – Т. 177. – № 8.
2. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с.

3. Фрактальные свойства микрогеометрии обработанных поверхностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/mech/majeed/library/st ru.html>, свободный.

Брунов Вячеслав Сергеевич

Год рождения: 1988

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптических технологий, группа 4345

Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: v1cont@mail.ru

УДК 535-31

**ЗАПИСЬ ТРЕХМЕРНЫХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ РЕШЕТОК
В КРИСТАЛЛАХ НИОБАТА ЛИТИЯ**

В.С. Брунов

Научный руководитель – н.с. В.А. Асеев

Показатель преломления некоторых сегнетоэлектрических кристаллов может незначительно меняться (обычно на 10^{-5}) после интенсивного светового облучения [1]. Ниобат лития является преимущественным в некоторых аспектах использования материалом для записи объемных голограмм и брэгговских решеток. Брэгговские решетки обладают целым рядом широко используемых уникальных свойств. Трехмерные голограммы, записанные в ниобате лития, обладают почти максимально возможной дифракционной эффективностью и высокой спектральной и угловой селективностью, что позволяет применять их во многих приборах и спектральных системах.

Модель механизма записи голограмм в кристалле ниобата лития основана на предположении, что изменение показателя преломления вызвано электрооптическим эффектом. Излучение эксимерного наносекундного лазера, проходя через цилиндрическую линзу, падает на кварцевую маску с решеткой. Вследствие дифракции прошедшие лучи попадают на подложку кристалла и создают интерференционную картину, которая регистрируется в материале [2]. Интерес представляет изучение влияния разных режимов записи на характеристики получаемых голограмм. Измерив значение угловой селективности голограммы, можно определить ее толщину в направлении записи решетки и величину амплитуды модуляции наведенного изменения показателя преломления, а сравнение спектральных характеристик облученных и необлученных образцов позволяет сделать выводы о наличии записанной решетки как таковой и возможности ее использования по величине поглощения в образце. В работе было показано, что наиболее пригодные для использования голограммы были получены в двух различных режимах записи – одноимпульсном (с плотностью энергии 660 мДж/см^2) и многоимпульсном (10 импульсов с плотностью энергии 180 мДж/см^2 в импульсе). Остальные режимы с большим количеством импульсов и плотностью энергии ведут к разрушению материала (превышению порог абляции) и, как следствие, к большому поглощению во всем диапазоне длин волн.

Таким образом, максимальная дифракционная эффективность записанной голограммы в направлении записи решетки не превысила 1,5%. Но этого достаточно для получения в плоскости образца объемных голографических элементов для ближней ИК-области спектра с дифракционной эффективностью, близкой к 100%.

Максимальное значение амплитуды модуляции изменения показателя преломления составило $3,37 \cdot 10^{-3}$, при этом толщина слоя с голограммой составила порядка 7 мкм, чего достаточно для создания оптического волновода с голографической решеткой в кристалле ниобата лития поперек оси поляризации.

В результате работы получены голографические решетки вдоль и поперек оси поляризации; выявлены зависимости влияния разных режимов записи на спектральные характеристики образцов; определены оптимальные условия записи голограмм в направлении, перпендикулярном оси поляризации. Результаты данной работы могут найти практическое применение при создании перестраиваемых и фиксированных узкополосных фильтров, оптических частотных мультиплексоров и демультимплексоров, электрически управляемых интегрально-оптических аттенуаторов, модуляторов и переключателей.

Литература

1. Sones C., Valdivia C., Scott J. Ultraviolet laser induced sub-micron periodic domain formation in congruent undoped lithium niobate crystals // Appl. Phys. B 80, 2005. – P. 341–344.
2. Chen K., Ihlemann J., Simon P., Baumann I., Sohler W. Generation of submicron surface gratings on LiNbO₃ by ultrashort UV laser pulses // Appl. Phys. A 65, 1997. – P. 517–518.

Горин Алексей Владимирович

Год рождения: 1989

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра систем управления и информатики, группа 4148

Направление подготовки:

220200 Автоматизация и управление

e-mail: the_gorin_alexey@mail.ru

УДК 007.52

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО РОБОТА И СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

А.В. Горин

Научный руководитель – к.т.н., ассистент С.В. Арановский

В данной работе была поставлена задача разработки мобильного робота, способного выходить в назначенную точку. По техническому заданию, робот должен определять свое местоположение на основе знания исходных координат и данных о скорости вращения двигателей электропривода. Для данной работы был произведен патентный и библиографический поиск. Стоит отметить, что в базе патентов Федерального института промышленной собственности Российской Федерации не было найдено ни одного устройства, близкого по своим функциям к разрабатываемому. Также был произведен патентный поиск в базе патентов США.

Шасси робота представляет собой трехколесную платформу с двумя моторизованными и одним свободным колесом, служащим для создания третьей точки опоры. Функциональная схема мобильного робота представлена на рисунке.

Для определения коэффициента усиления и постоянной времени двигателя было проведено четыре эксперимента, в ходе которых были проведены измерения скорости

вращения вала двигателя и тока якоря. На основании полученных данных была определена передаточная функция двигателя:

$$W(p) = \frac{k}{Tp+1} = \frac{45,5}{0,3p+1}.$$

Управление двигателями осуществляется посредством пропорционально-интегрального регулятора [1]. Передаточная функция дискретной модели регулятора записана в виде:

$$W_p(z) = \frac{k_u T \cdot z}{z-1} + k_1.$$

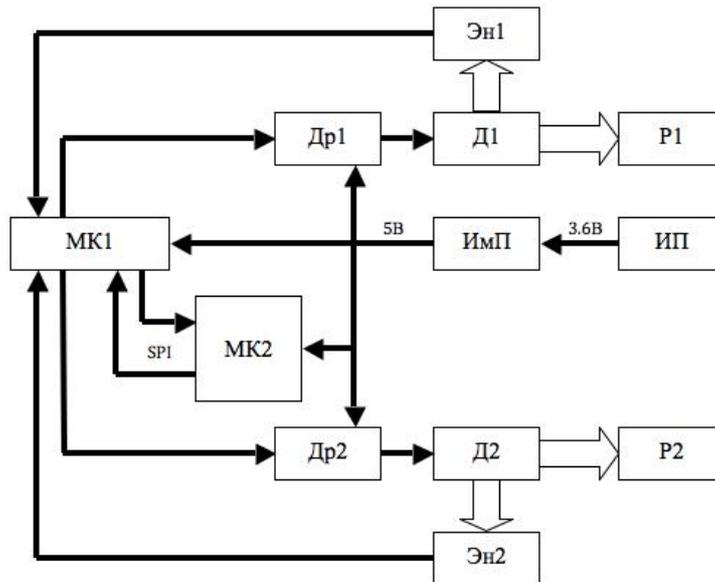


Рисунок. Функциональная схема робота: ИП – источник питания; ИмП – импульсный преобразователь напряжения; МК1 – микроконтроллер 1; МК2 – микроконтроллер 2; Др1 – драйвер двигателя 1; Др2 – драйвер двигателя 2; Д1 – двигатель 1; Д2 – двигатель 2; Эн1 – энкодер 1; Эн2 – энкодер 2; P1 – редуктор 1; P2 – редуктор 2

Для проверки работоспособности робота в целом было проведено пять экспериментов, в ходе которых роботу ставилась задача перемещения в заданную точку. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Таблица. Результаты экспериментов (в сантиметрах)

Номер эксперимента	Точка назначения (x; y)	Результаты измерения (x _k ; y _k)	Показания индикатора робота (x _u ; y _u)
1	(0; 25)	(1; 23)	(0,8; 22)
2	(25; 25)	(23,3; 24)	(22; 23,1)
3	(25; 0)	(21; 1)	(21; 0,5)
4	(25; -25)	(23,8; -23,5)	(23; -22)
5	(0; -25)	(0,5; -22,7)	(0,7; -22,1)

Литература

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб: Профессия, 2003. – 752 с.

До Тан Тай

Год рождения: 1985

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптических технологий, группа 4345

Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: tantaido@yahoo.com

УДК 535.015; 005

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВЕТОФИЛЬТРОВ**

До Тан Тай

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Губанова

Металлодиэлектрические светофильтры находят свое применение в различных отраслях науки и техники: в медицинских приборах, принцип действия которых основан на анализе структуры биологического материала на заданной длине волны; в экологических устройствах, оценивающих состав атмосферы по пропусканию одной или нескольких длин волн, в пищевой промышленности, когда анализ качества продукции основывается на анализе спектра отраженного излучения; в точном приборостроении; в фотолитографии; в приборах наблюдения, и т.д. Описание принципа действия металлодиэлектрических фильтров впервые было упомянуто в 1957 году в работе у Berning P.H., Turner A.F., интерес к металлодиэлектрическим фильтрам никогда не пропадал, поскольку эти фильтры обладают рядом преимуществ: простота в изготовлении, низкая стоимость, широкая зона гашения, возможность работы в ультрафиолетовой области. До сегодняшнего времени в литературе практически отсутствует методика выбора конструкций светофильтров, которая позволила бы создавать светофильтры с заданными характеристиками. Под конструкцией светофильтра понимаются толщина слоев, формирующих светофильтр и материалы, из которых изготовлены эти слои, их чередование. Нет данных о влиянии отклонений в параметрах слоев на оптические характеристики светофильтров. Все перечисленные вопросы являются актуальными и требуют детального анализа.

Целью работы являлось нахождение оптимальной конструкции металлодиэлектрических светофильтров. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи: определение влияния отклонений в толщинах слоев, формирующих зеркала на характеристики светофильтра; определение влияния материала, из которого изготовлены зеркала на характеристики светофильтра; определение влияния материала, из которого изготовлен разделительный слой на характеристики светофильтра. Решение поставленной задачи позволит получить методику конструирования металлодиэлектрических фильтров со строго фиксированными выходными параметрами, а главное, учитывать факторы, влияющие на отклонение параметров светофильтров от заданных в процессе их формирования (изготовления).

Выполненные в работе расчеты позволили сделать следующие заключения: существует толщина металлического слоя, формирующего металлодиэлектрическое покрытие, которая обеспечивает оптимальное значение между контрастностью и максимальным пропусканием светофильтра. В работе показана методика выбора толщины слоя металла. Приведенный в работе расчет скачка фаз между отраженным и падающим излучениями на границе металл-диэлектрик позволяет оценить влияния этой величины на характеристики светофильтра. Приведенные в работе исследования

влияния показателя преломления разделительного слоя на характеристики светофильтра является новым подходом к выбору конструкции фильтров. Приведенные результаты позволят не только создать программу оптимизации выбора конструкций светофильтров, но и дадут основу для разработки технологического процесса изготовления светофильтров с регулируемыми характеристиками.

При выполнении работы были получены результаты, которые требуют экспериментального подтверждения. Для проведения экспериментов необходимо разработать технологический процесс и математическое моделирование изготовления фильтров с заданными параметрами. Расширение объема исследований в этой области вместе с созданием микроспектрометра на пластине для снижения веса и объема приборов является целью дальнейшей магистерской диссертации.

Литература

1. Путилин Э.С. Оптические покрытия. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005.
2. Ершов А.В., Машин А.И. Многослойные оптические покрытия. Нижний Новгород, 2006.
3. Андреев С.В., Губанова Л.А., Путилин Э.С. Оптические покрытия. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006.

Жуков Антон Сергеевич

Год рождения: 1989

Факультет точной механики и технологий, кафедра нанотехнологий и материаловедения, группа 4676

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: jouan2@gmail.com

УДК 544.032.2

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ АРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗАТОРА УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.С. Жуков

Научный руководитель – инженер М.С. Первухина

(ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»)

Работа выполнена на инициативных началах.

Данная работа была посвящена проблеме оценки степени армирования наноструктурированных композиционных порошков. На основе наноструктурированного композиционного порошка с известной степенью армирования возможно получить напыляемые покрытия высокой твердости, износо- и коррозионно-стойкие, а также изделия и детали методами спекания [1]. Не существует точной методики оценки степени армирования наноструктурированных композиционных порошков, поэтому было выдвинуто предположение о возможности ее оценки через анализ удельной поверхности композитов [2].

Цель данной работы – разработка методики определения удельной поверхности наноструктурированных порошков для оценки степени армирования композитов. Для выполнения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: получить исходные образцы наноструктурированных композиционных порошков; измерить удельную поверхность полученных образцов с помощью анализатора удельной

поверхности; исследовать образцы методом электронной микроскопии; сопоставить результаты; уточнить методику проведения эксперимента. В ходе выполнения работы методом сверхскоростного механосинтеза были получены исследуемые образцы [3], была измерена их удельная поверхность [2], построена диаграмма значений удельной поверхности. Были проведены электронно-микроскопические исследования [4].

Из анализа было установлено, что значение удельной поверхности определяется технологическими параметрами сверхскоростного механосинтеза. Электронная микроскопия показала следы взаимодействия исходных компонентов для получения исследуемых образцов; также были обнаружены частицы, не указанные в паспорте на данные компоненты, в связи, с чем необходима оптимизация технологического процесса пробоподготовки и получения образцов. По полученным результатам нельзя однозначно судить о том, что именно степень армирования вносит решающий вклад в изменение удельной поверхности, поэтому их трактовка является предметом дальнейших исследований.

Литература

1. Рыжонков Д.И. Наноматериалы. – М.: Бином, 2008. – 274 с.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – Пер. с англ. 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 306 с.
3. Маренников Н.В., Геращенко Д.А., Бурканова Е.Ю., Самоделкин Е.А. Разработка технологических подходов получения наноструктурированных порошков методом сверхскоростного механосинтеза – СПб, 2008. – 50 с.
4. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2-х т. / Дж. Гоулдстейн, Д. Ньюбери, П. Эчлин, Д. Джой, Ч. Фиори, Ф. Лифшин. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – Т. 1. – 303 с.

Лашманов Олег Юрьевич

Год рождения: 1989

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 4310

Направление подготовки:

200200 Оптехника

e-mail: o.lashmanov@gmail.com

УДК 62-503.56

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АВТОФОКУСИРОВКИ

О.Ю. Лашманов

Научный руководитель – к.т.н. А.В. Краснящих

Неотъемлемой частью современных оптико-электронных приборов является автоматическая фокусировка системы, поэтому изучение и разработка новых универсальных методов является важной задачей для развития оптико-электронного приборостроения в целом.

Проведенный анализ показал, что существуют два основных метода автоматической фокусировки: активный и пассивный. Причем наиболее перспективным является пассивный метод автоматической фокусировки, так как на него не оказывают воздействия прозрачность среды и наличие прозрачных преград на пути излучения.

Принцип действия пассивных систем автоматической фокусировки основан на определении контраста изображения, регистрируемого на матрице фотоприемного устройства. Его можно описать примерно следующим образом: изображение предмета строится объективом, на близко расположенных фоточувствительных элементах фотоприемника. Если же объект расположен вне зоны резкости, то его изображение будет размыто, и как следствие соседние полосы фоточувствительного элемента будут иметь близкую по уровню освещенность, что в свою очередь ведет к уменьшению контраста изображения.

Этот метод фокусировки создает две проблемы. Первая – при измерении контраста неизвестно, в каком направлении следует изменять фокусировку, чтобы достичь максимально резкого изображения объекта съемки. Дело в том, что при фокусировке в сторону камеры или от нее контраст будет изменяться, причем остается неизвестным направление, при котором он будет увеличиваться. Вторая проблема – объекты съемки не показывают ту же самую структуру и не передают те же самые частоты при смене дистанции съемки. Тем не менее, такой способ является наиболее перспективным.

В ходе работы были предложены два метода автофокусировки: метод минимизации границ изображения и метод максимизации частотно-контрастной характеристики. Для их сравнения был построен испытательный стенд, схема которого показана на рисунке.

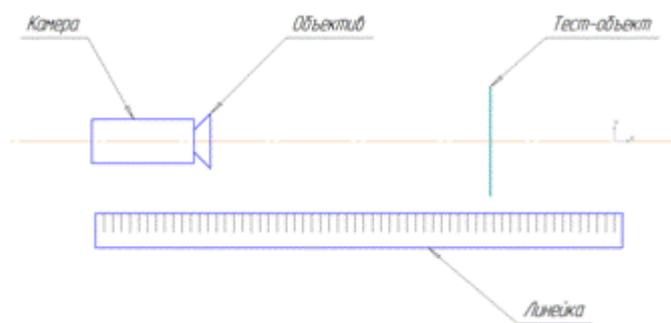


Рисунок. Схема испытательного стенда

В результате стендовой апробации метод максимизации частотно-контрастной характеристики был признан наиболее приемлемым.

В результате данной работы были получены следующие результаты:

- предложены два метода автоматической фокусировки;
- программная реализация предложенных методов;
- построен испытательный стенд;
- произведен сравнительный анализ работы предложенных алгоритмов;
- построен макет оптико-электронной измерительной системы для апробации разработанных методов, их исследования и совершенствования.

Литература

1. Шульман М.Я. Автоматическая фокусировка оптических систем. Л.: Машиностроение, 1990. – 253 с.
2. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 584 с.

Моторин Андрей Владимирович

Год рождения: 1989

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра информационно-навигационные системы, группа 4163

Направление подготовки:

220200 Автоматизация и управление

e-mail: motorin.a@mail.ru

УДК 681.5.015.44

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ МАЛОГАБАРИТНОЙ
ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ
И НАВИГАЦИИ В ПАКЕТЕ MATLAB**

А.В. Моторин

Научный руководитель – д.т.н., профессор О.А. Степанов

Новое направление в морском приборостроении связано с разработкой интегрированных инерциально-спутниковых систем ориентации и навигации (ИСОИ). В подобных системах, комплексная обработка информации, реализуется с использованием фильтров Калмана. При построении таких фильтров применительно к конкретным системам обычно необходимо анализировать потенциальную точность, достигаемую с помощью оптимального алгоритма, а также синтезировать упрощенные, субоптимальные фильтры.

В настоящей работе была проведена оценка потенциальной точности (ПТ) фильтрации, и синтезированы субоптимальные алгоритмы для ИСОИ, включающей инерциальный измерительный модуль на микромеханических датчиках и приемную аппаратуру спутниковой навигационной системы (СНС). Оценка точности производилась с использованием универсальной MatLab-программы, разработанной ОАО Концерн «ЦНИИ Электроприбор» [1]. При этом была разработана настройка программы, позволяющая промоделировать ошибки оценивания оптимального и субоптимального алгоритмов фильтрации ИСОИ.

Результаты анализа ПТ оптимального алгоритма показали, что в обсервационном режиме ошибки оценивания невелики. При отсутствии измерений от СНС ошибки оценивания быстро нарастают. Особенно сильно зависимость от внешней информации проявляется в ошибке по курсу. Таким образом, показано, что в рассматриваемой системе необходимо привлечение внешней информации, в частности от СНС.

Рассмотрены два субоптимальных фильтра с гарантированным качеством оценивания. Их отличительная особенность заключается в том, что матрица, рассчитываемая в ковариационном канале субоптимального фильтра, является оценкой сверху для действительной ковариационной матрицы ошибки оценки, выработанной этим фильтром. Один из алгоритмов, получен методом замены марковских составляющих погрешностей чувствительных элементов белыми шумами, другой – методом замены этих же составляющих винеровскими процессами [2]. Результаты моделирования показали, что проигрыш в точности оценивания по сравнению с оптимальным алгоритмом незначителен для второго алгоритма, в то время как первый существенно проигрывает в точности оценивания по курсу.

В дальнейшем предполагается работа с данными полученными по результатам испытаний, а также привлечение измерений не только от СНС, но и от ЛАГ и магнитного компаса.

Литература

1. Степанов О.А., Кошаев Д.А. Универсальные MatLab-программы анализа потенциальной точности и чувствительности алгоритмов линейной нестационарной фильтрации. // Гироскопия и навигация / ОАО Концерн «ЦНИИ Электроприбор». – Санкт-Петербург, 2004. – №2. – С. 81–91.
2. Тупысев В.А. Синтез алгоритма с гарантированным качеством оценивания на базе редуцированного фильтра калмановского типа // Тр. 9-й Международной Четаевской конф. – Иркутск, 2007. – С. 247–252.

Неганов Виталий Евгеньевич

Год рождения: 1989

Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа 4742

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: neganove@gmail.com

УДК 03.65, 42.50

ПРИНЦИП ТЕЛЕПОРТАЦИИ ОДНОКУБИТНЫХ СМЕШАННЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕРЕЗ КВАНТОВЫЙ КАНАЛ С УЧЕТОМ ШУМА**В.Е. Неганов****Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Г.П. Мирошниченко**

Новым направлением современной информатики – науки о методах передачи, хранения и обработки информации, – являются квантовые оптические информационные технологии [1, 2]. В этих технологиях в качестве носителей (единиц, битов) информации используются кванты света – фотоны. В настоящее время на принципах квантовой оптики действуют протоколы квантовых коммуникаций – квантовая криптография, квантовая телепортация, плотное кодирование. Первая задача данной работы было изучение аналитически и численно закономерностей телепортации смешанного квантового состояния кубита через квантовый канал в присутствии «унитарных» квантовых шумов. Вторая задача – поставить стохастический компьютерный эксперимент и изучить степень качества телепортации состояния в зависимости от интенсивности квантовых шумов, действующих на два перепутанных фотона синглетной белловской пары. В существующих работах [3] изучают протокол телепортации чистых квантовых состояний через не полностью перепутанную Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР) пару в зависимости от степени перепутанности. Неполная перепутанность возникает из-за ошибок в квантовом канале, в работе были рассмотрены шумы общего вида, вносимые с помощью матрицы стохастической фазовой модуляции.

В работе доказано, что синглетное квантовое $|\Psi^-\rangle$ состояние является собственным для прямого произведения любых двух одинаковых матриц $M \otimes M$

$$M \otimes M |\Psi^-\rangle = \det(M) \cdot |\Psi^-\rangle. \quad (1)$$

Как следствие, получено простое выражение для закона преобразования матрицы плотности кубита $\rho_1^{(in)}$ телепортируемого фотона в зависимости от шумов, действующих на оба фотона ЭПР пары

$$\rho_3^{(out)} = \Pi^{(k)} U(\omega_1, \Theta_1)_3 V(\omega_2, \Theta_2)_3^+ \Pi^{+(k)} \rho_3^{(in)} \Pi^{(k)} V(\omega_2, \Theta_2)_3 U(\omega_1, \Theta_1)_3^+ \Pi^{+(k)}. \quad (2)$$

Здесь $\rho_3^{(out)}$ матрица плотности фотона на выходе шумящего канала; $\rho_3^{(in)}$ – матрица фотона на выходе идеального канала; k – номер классического бита информации, полученного при измерении. Матрицы $U(\omega_1, \Theta_1)_3$ и $V(\omega_2, \Theta_2)_3$ описывают унитарный шум, параметризуемый двумя углами поворота.

Основными результатами работы является использование формул (1) и (2) для решения квантомеханической и теоретиковероятностной задач, описывающих преобразование смешанного состояния кубита при его телепортации через шумящий квантовый канал в представлении матрицы плотности и на этой основе проведение численного эксперимента, подтверждающего теоретические положения о зависимости качества телепортации от интенсивности шумов. Показано, что синглетный квантовый канал обладает особой устойчивостью к коррелированным квантовым шумам, по отношению к триплетному каналу. Это свойство необходимо изучить в присутствии шумов, меняющих степень поляризации фотонов белловской пары.

Литература

1. Bouwmeester D., Ekert A., Zeilinger A. The Physics of Quantum Information (Springer, Berlin, 2000).
2. Nielsen M.A. and Chuang I.L. Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, Cambridge, 2000).
3. Pati A.K., Agrawal P. Quantum noise and Probabilistic teleportation, Proceedings of SPIE, 2003. – P. 92–103.

Синев Дмитрий Андреевич

Год рождения: 1991

Инженерно-физический факультет, кафедра лазерных технологий и экологического приборостроения, группа 4245

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: sinev_dm@mail.ru

УДК 53.043

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛН ПРОПУСКАНИЯ В СИТАЛЛЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ YAG:Nd-ЛАЗЕРА

Д.А. Синев

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.А. Шахно

Локальное фазово-структурное изменение (модификация) стеклокристаллических материалов (стеклокерамик, ситаллов) является перспективной технологией, позволяющей создавать разнообразные микрооптические элементы с заданными параметрами [1]. Вследствие необходимости достижения в материале высоких температурных градиентов не существует альтернативы лазерной обработке в этой области. Известно, что локальное воздействие лазерного излучения ближнего ИК-диапазона на ситалл может вызывать колебательный процесс смены фазового состояния обрабатываемого материала в области воздействия из-за различного поглощения в кристаллическом и аморфном ситалле [2]. Исследование термооптических процессов, происходящих в ситалле при локальном воздействии излучения ближнего ИК-диапазона, представлял собой предмет настоящей работы.

В данной работе было проведено исследование воздействия непрерывного излучения YAG:Nd-лазера (длина волны 1,06) на ситалл марки СТ-50-1. В ходе экспериментов удалось получить типовую зависимость пропускания в обрабатываемой области от времени воздействия излучения. Также была получена аналогичная зависимость, проявляющаяся при диафрагмировании пучка. Она имеет вид, отличный от первой; этот факт был объяснен неравномерностью роста кристаллических структур из-за неравномерного распределения температуры в области аморфизации, что подтверждено исследованиями, проведенными с использованием микроскопа и тепловизора.

Была получена экспериментальная зависимость диаметра аморфизированной области от плотности мощности излучения YAG:Nd-лазера. Она также хорошо коррелирует с теоретическими моделями.

Под действием сил поверхностного натяжения в расплаве ситалла аморфизированная область принимает форму двояковыпуклой микролинзы. Были измерены фокусные расстояния полученных микролинз и сделан вывод о том, что их величина растет с увеличением времени обработки.

В ходе работы была поставлена теоретическая задача об исследовании кинетики нагревания тонкой пластины ситалла в центре области обработки при воздействии лазерного излучения с различным распределением интенсивности в пучке; она была решена методом источников.

В работе были теоретически обоснованы и экспериментально выявлены с помощью современного оборудования закономерности, свойственные исследованному процессу: рост диаметра области аморфизации в процессе обработки и его зависимость от интенсивности излучения YAG:Nd-лазера, увеличение количества кристаллических структур в области аморфизации и др. По результатам настоящего исследования могут быть оценены такие параметры процесса, как например распределение температуры на поверхности обрабатываемого материала и диаметр аморфизированной зоны. Перспективными направлениями для дальнейшей работы видятся продолжение исследований в рамках данной конкретной темы, а также изучение воздействия излучения на другие стеклокристаллические материалы.

Литература

1. Скиба П.А. Лазерная модификация стекловидных материалов. Минск: Изд-во БГУ, 1999. – 132 с.
2. Лазерно-индуцированные волны просветления и потемнения в стеклокерамике / В.П. Вейко, Е.А. Шахно, Е.Б. Яковлев, Б.Ю. Новиков // Известия ВУЗов. Приборостроение, 2008. – Т. 51. – № 4. – С. 5–13.

Соколов Юрий Александрович

Год рождения: 1989

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра компьютеризации
и проектирования оптических приборов, группа 4321

Направление подготовки:

200200 Оптехника

e-mail: Sokolov-juri@yandex.ru

УДК 535.42:53.082.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ СВЕТА НА ЗЕРКАЛЬНОЙ ЩЕЛЕВОЙ
АПЕРТУРЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО
ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

Ю.А. Соколов

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Н. Назаров

Рассмотрена возможность создания нового метода дифракционных измерений малых угловых величин на основе зеркальной щелевой апертуры, отличающегося большей чувствительностью и простотой по сравнению с существующими.

Проведена оценка чувствительности методов угловых измерений на основе интерференции двух пересекающихся широких пучков и дифракционного метода на основе двух плоских щелей, установленных вплотную к линзе. Чувствительность дифракционного метода при выбранном ПЗС-приемнике составила 0,036".

Рассмотрены несколько физических моделей зеркальных щелевых апертур.

Данная апертура может быть образована глубокой щелью с отражающими внутренними кромками. При наклонном падении света происходит дифракция на пропускающей части и отражающей кромке; при этом направления на главные максимумы расходятся в пространстве под двойным углом падения. В дальней зоне наблюдается дифракционная картина Фраунгофера от двух щелей – пропускающей части и эквивалентной отражающей щели. При изменении угла падения света расстояние между ними меняется, что приводит к изменению числа полос в главном максимуме.

Математическое моделирование зеркальной щелевой апертуры с частично отражающим торцом показало, что в случае использования размеров типовой апертуры монохроматора картина дифракции в дальней зоне при малых углах падения света подобна картине дифракции на одной щели (т.е. полос в главном максимуме не наблюдается). Результаты экспериментов согласуются с результатами моделирования при различных углах падения света.

Рассмотрено влияние на число полос в главном максимуме размеров зеркальной щелевой апертуры, а именно: ширины пропускающей щели, глубины апертуры, длины отражающей части, а также начального угла падения света.

Проведена оптимизация геометрических размеров апертуры. Выделены два метода регистрации, отличающиеся достижимой чувствительностью (от 2") и требованиями к размерам пропускающей и отражающей частей.

Общие недостатки рассмотренных в работе методов – низкая чувствительность и невозможность реализации на практике геометрических размеров моделей.

С целью устранения недостатков предложено модифицировать зеркальную щелевую апертуру и разнести вдоль оптической оси пропускающую и отражающую части. Рассмотрена возможность их замены двумя нитями и различные модификации такой схемы.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о практической целесообразности применения модифицированной зеркально-щелевой апертуры при

создании автоколлиматоров с высокой чувствительностью. В настоящее время создается экспериментальная база для продолжения исследований.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1970. – 856 с.
2. Назаров В.Н., Иванов А.Н. Дифракционный метод контроля на основе «зеркальной» апертуры // Известия ВУЗов. Приборостроение, 2007. – Т. 50. – № 4. – С. 38–42.
3. Назаров В.Н., Линьков А.Е. Дифракционные методы контроля геометрических параметров и пространственного положения объектов // Оптический журнал, 2002. – Т. 69. – № 2. – С. 76–81.

Тарасов Михаил Юрьевич

Год рождения: 1989

Факультет точной механики и технологий, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии, группа 4663

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: fastmike@bk.ru

УДК 620.171.2

МЕТОДИКА РАБОТЫ С ТРИБОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ «ТРИБАЛ-2» ПРИ НАЛИЧИИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

М.Ю. Тарасов

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов

На протяжении многих лет, начиная с конца 80-х годов, на кафедре Мехатроники Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики ведутся испытания материалов на трение. В течение этого времени разрабатывались новые конструкции испытательных устройств, изменялись методы исследования, и соответственно составлялись новые методики проведения эксперимента [1]. В связи с произведенной в недавнее время последней модернизацией, позволяющей осуществлять автоматический контроль параметров условий проведения эксперимента на трибометрической системе «ТРИБАЛ-2», так же потребовалось разработать новую методику, учитывающую новые возможности установки.

В качестве аналога было принято устройство для испытания материалов на трение, описанное в авторском свидетельстве [2]. Принята идея возвратно-поступательного движения испытуемых образцов относительно друг друга. Движение передается трением скольжения от образцов, приводимых в движение с помощью электропривода, к контрообразцам, закрепленным на упругом подвесе. С помощью датчиков считываются перемещения образцов и контрообразцов, которые в дальнейшем используются для исследования узла трения как входной и выходной сигналы динамического объекта управления [1]. В процессе проведения эксперимента изменение поверхности образцов, истирание, появление абразива в узле трения вносят изменения в условия трения. Ранее оператору приходилось постоянно следить за ходом эксперимента, регулируя по необходимости вручную нагружение в трибосопряжении, что бы обеспечить передачу движения трением скольжения. Настоящая установка была снабжена новым датчиком силы и электронной схемой управления нагружением. Управление осуществляется с персонального компьютера с установленным специальным программным обеспечением. Общая идея состоит в том, чтобы в режиме реального времени определять отклонение контролируемого параметра и, изменяя

значение нагружения, компенсировать отклонение. В качестве контролируемых параметров приняты либо сила нагружения, либо разность в фазах возвратно-поступательного движения нижней и верхней платформ. Автоматическое управление нагружением по значению одного из двух параметров подразумевает то, что перед началом эксперимента, оператор задает значение выбранного параметра, которое должно сохраняться в процессе работы установки. При работе по данной схеме оператору не требуется непрерывно следить за ходом эксперимента и контролировать, в каком режиме работает установка.

В результате была составлена новая методика работы с трибометрической системой «Трибал-2». В дальнейшем она будет использована при проведении учебно-исследовательских работ на базе кафедры Мехатроники.

Литература

1. Мусалимов В.М., Валетов В.А. Динамика фрикционного взаимодействия. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 191 с.
2. А.С. №1821689 СССР, G 01N 19/02. Устройство для испытаний материалов на трение / Г.М. Исмаилов, Б.В. Соханев, В.М. Мусалимов, В.Д. Шиянов Оpubл. 15.06.93. Бил. №22.

Халилов Эльдар Акифович

Год рождения: 1989

Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа 4742

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

УДК 537.621.5

ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ ОЦК СИСТЕМ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АНДЕРСОНА

Э.А. Халилов

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор В.М. Уздин

Работа посвящена анализу магнитного состояния структур с объемноцентрированной кристаллической решеткой (ОЦК) в рамках периодической модели Андерсона. Объектом исследования являются металлические магнитные системы с коллективизированными электронами, в частности, $3d$ -металлы группы железа. Были разработаны алгоритмы самосогласования, применимые в случае существования нескольких магнитных решений. Написана программа, позволяющая провести расчеты магнитных моментов и энергий d -электронов при различных значениях параметров модели и, исходя из полученных данных, построить зависимости магнитного момента и энергии системы от числа d -электронов, локализованных на атоме.

Для микроскопического описания формирования магнитной структуры систем с коллективизированными электронами [1, 2] использовалась периодическая модель Андерсона. Модель предполагает существование двух энергетических зон, отвечающих коллективизированным $4s(p)$ -электронам и локализованным на узлах $3d$ -электронам. Кулоновское отталкивание d -электронов на узле учитывалось в приближении Хартри-Фока. Магнитный момент и число d -электронов на атом находилось методом функций Грина. Плотность состояний d -электронов определялась как мнимая часть от диагональных матричных элементов функции Грина. Гибридизация $s(p)$ и d -электронов приводит к появлению у d -уровней конечной ширины Γ . Для каждого химического элемента модель содержит всего три феноменологических параметра. Эти

параметры определяют положение d -уровня относительно уровня Ферми, кулоновское отталкивание на узле и интеграл перехода d -электронов между соседними атомами. Для определения самосогласованных значений чисел заполнения электронных состояний с проекцией спина α была получена система уравнений вида $n^\alpha = f(n^{-\alpha})$. В отличие от модели Андерсона уединенной примеси [2, 3], в которой плотность состояний представляет собой один лоренцевский контур, в случае ОЦК решетки плотность состояний может иметь несколько минимумов. Это приводит к возможности существования нескольких самосогласованных решений с разным значением магнитного момента для одного и того же набора параметров модели. Был разработан алгоритм, позволяющий находить все решения и рассчитывать энергию соответствующих состояний. Для каждого значения числа d -электронов определены основное и метастабильные состояния.

Показано, что при определенных значениях параметров системы, магнитный момент может исчезать скачком при малом изменении числа d -электронов на атом. Такое поведение характерно для фазовых переходов первого рода в магнитных системах. Существование нескольких метастабильных состояний с разными моментами может быть важным для описания магнитных свойств сплавов $3d$ -металлов, поскольку в таких системах число d -электронов плавно меняется с концентрацией сплава. Разработанные алгоритмы самосогласования могут быть использованы при расчетах магнитных свойств широкого класса металлических систем с коллективизированными электронами.

Литература

1. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1982.
2. Anderson P. W. Localized magnetic states in metals, Phys. Rev., 1961. – 124. – 41.
3. Андерсон Ф. Локализованные моменты и локализованные состояния, 1979. – УФН. – 127. – С. 19–39.

Цопа Юрий Алексеевич

Год рождения: 1987

Факультет точной механики и технологий, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии, группа 4663

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: yuratc@rambler.ru

УДК 62-791.2

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЕРКИ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ

Ю.А. Цопа

Научный руководитель – ст. преподаватель С.С. Гвоздев

Плоскопараллельные концевые меры длины применяются для измерения размеров особо точных изделий и оснастки, наладки приспособлений и станков, проверки калибров, проверки и градуировки различных мер и приборов и т.п. Кроме того, они служат средством хранения и воспроизводства единицы длины при передаче от эталона к изделию [1].

На сегодняшний день на рынке представлены измерительные приборы для проверки концевых мер таких фирм как Tesa Technology [2], Mahr [3], Feinmess Jena [4], Промтрансавтоматика [5]. Устройства большинства этих фирм в основном используют

контактные методы измерения, за исключением устройств фирмы «Feinmess Jena» ЕМР 20/25 в котором предусмотрена возможность измерения с использованием лазерного щупа.

Приборы для поверки концевых мер перечисленных выше фирм используют дифференциальный метод измерения. Более точный метод непосредственного измерения в этих приборах не используется.

Для предотвращения конвекции в ряде устройств при проведении измерения установочная база приборов закрывается специальным экраном, который должен обеспечивать теплоизоляцию. Но при этом экран не обеспечивает поддержание рабочей температуры о зоне измерения и создает неудобства для оператора.

В процессе выполнения работы были подробно рассмотрены особенности блока установки концевых мер найденных устройств и разработана собственная конструкция блока установки концевых мер для методики поверки по одной мере абсолютным методом.

Разработанная конструкция предусматривает установку одной измеряемой плоскопараллельной меры длины в специальный паз. При этом сам блок установки базируется на устройстве с помощью двух штифтов.

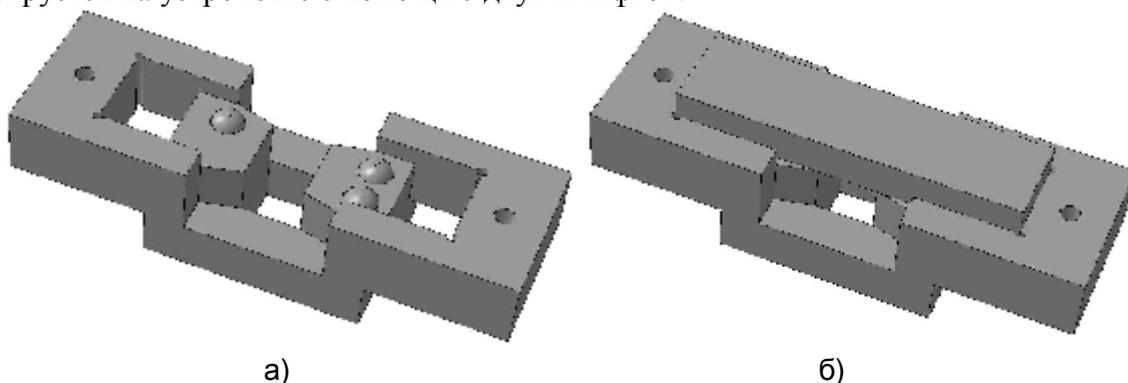


Рисунок. Модель разработанного блока установки: а) с установленными регулировочными винтами; б) с установленной концевой мерой

Измерение концевой меры длины в данном случае осуществляется по пяти точкам на двух рабочих плоскостях меры [6], поэтому для обеспечения доступа к этим точкам в блоке установки предусмотрены три сквозных отверстия. Для удобного снятия и установки измеряемой концевой меры по бокам блока установки были выполнены два углубления, позволяющие снимать меру, как с помощью специальных инструментов, так и вручную. Для того чтобы избежать необходимости обработки плоскости, на которую будет устанавливаться концевая мера, в соответствии с требованиями по шероховатости для концевых мер, в этой плоскости было выполнено три отверстия. В процессе измерения концевая мера устанавливается не непосредственно на плоскость базы, а на специальные регулировочные винты, которые размещаются в данных отверстиях. Наличие регулировочных винтов также дает возможность производить настройку положения концевой меры [7].

Для дальнейшей модернизации устройств для поверки концевых мер можно выделить следующие направления:

- разработка устройства использующего бесконтактный метод измерений;
- полная защита рабочего пространства от внешних воздействий;
- переход от дифференциального метода измерений к методу непосредственной оценки;
- автоматизация процесса измерения.

Литература

1. Плоскопараллельные концевые меры длины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sberbusiness.ru/page/17/, свободный.
2. Измерительный прибор для контроля концевых мер TESA UPC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.koda.ua/products/desc.html?id=267>, свободный.
3. Компаратор концевых мер длины Precimar 826 PC фирма Mahr [Электронный ресурс].
Режим доступа: <http://www.promcontrol.ru/pc/catalog/1147851335/1148618125/p-1177575993>, свободный.
4. Испытательный стенд для концевых мер EMP 100 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.feinmess-jena.de/download/dokumente/ru/datasheets/EMP_100_\(007\).pdf](http://www.feinmess-jena.de/download/dokumente/ru/datasheets/EMP_100_(007).pdf), свободный.
5. УKM-100 установка для поверки концевых мер длины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.td-automatika.ru/catalog/detail.php?ID=33972>, свободный.
6. Суслин В.П. Джунковский А.В. Исследование способов измерения концевых мер длины при калибровке координатно-измерительных машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: elibrary.ru/item.asp?id=9246920, свободный.
7. Цопа Ю.А. Сборник тезисов докладов конференции молодых ученых, Выпуск 2. Труды молодых ученых. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – С. 80–81.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРОВ СПбГУ ИТМО**

УДК 53.01

ЛАЗЕРНЫЙ ФОРМИНГ ТОНКОЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.Д. Кочетов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Петров

Лазерный форминг – метод бесконтактного изменения формы детали, временные, пространственный и энергетические характеристики которого можно контролировать с высокой точностью. В основе лазерной формовки лежит процесс неравномерного лазерного нагрева, следствием которого является появление пластической деформации. В зависимости от режима воздействия механизм проявления изгиба может быть различным [2]. В данной работе рассматривается метод поверхностной усадки, возникающий вследствие того, что поверхность материала имеет гораздо большую температуру, чем нижний слой. Лазерный форминг имеет преимущества перед другими методами формообразования: с его помощью можно юстировать труднодоступные элементы оптических схем [1], изготавливать гнутые изделия сложной формы. Так же можно изгибать хрупкие детали, размеры которых не позволяют использовать традиционные методы.

Воздействие производилось с помощью роботизированного лазерного комплекса на базе твердотельного лазера на алюмоиттриевом гранате с неодимом. Управление движением робота производилось с помощью программы, разработанной и введенной в эксплуатацию в рамках данной работы.

Таблица 1. Характеристики установки

Активная среда	Длина волны, мкм	Частота следования импульсов, Гц	Максимальная средняя мощность, Вт	Длительность импульса, мс	Диаметр пятна на образце, мм
Nd:YAG	1,064	1–50	200	0,2–7	1

Результатом данной работы является выявление зависимости угла изгиба тонких пластин из различных материалов от числа проходов со скоростью сканирования $V=2$ мм/с и диаметром пучка на образце $d=1$ мм. По полученным данным были построены графики зависимости (рисунок) для стали и для титана.

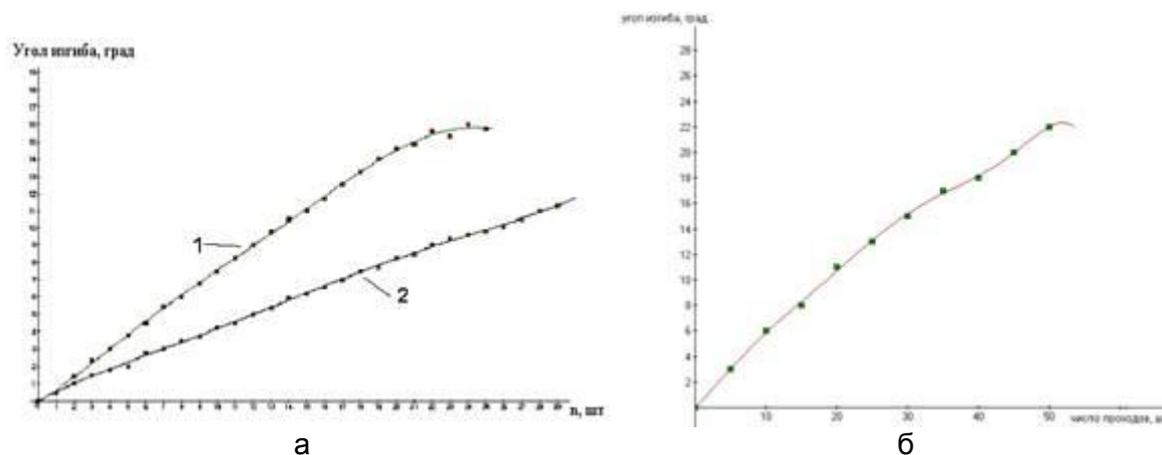


Рисунок. Толщина 1 образца $s = 0,3$ мм, толщина 2-го образца $s = 1,1$ мм, длительность импульса $\tau = 1,5$ мс (а); толщина образца $s = 1,3$ мм, длительность импульса $\tau = 2,5$ мс (б)

Литература

1. Вейко В.П., Петров А.А. Лазерная юстировка положения микродеталей в пространстве, 2005.
2. Vollertsen F. An analytical model for laser bending // Laser in ingeneering, 1994.

УДК 621.79.022

ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ГРАФФИТИ

Ю.В. Чикалев

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.А. Шахно

Рисунки и надписи, выполненные в стиле граффити часто можно видеть на стенах жилых домов и других построек. Большинство граффити не несут в себе никакой эстетической привлекательности. Таким образом, встает вопрос об удалении граффити с архитектурных объектов. Традиционные методы [1], такие как пескоструйная очистка (или схожие методы), а также химическая очистка, не дают приемлемых результатов (частичное удаление, низкая экологичность процесса). Однако, существует и другой метод удаления загрязнений, в том числе и красок, с различных поверхностей, так называемая лазерная очистка [2]. Достоинства метода – удаления широкого спектра веществ, высокая эффективность и др.

Таким образом, было решено изучить возможность применения лазерной очистки для удаления красок, используемых для граффити. Для решения этой задачи был проведен анализ наиболее часто используемых для нанесения граффити красок [3]. Ими оказались нитрокраска, синтетическая краска, битумная мастика и перманентные маркеры. В качестве исследуемых материалов были взяты облицовочные материалы (полированный мрамор, шлифованный мрамор, полированный гранит), а также наиболее часто используемые строительные материалы (штукатурка, кирпич, сталь). Воздействие осуществлялось с помощью CO₂-лазера непрерывного действия, а также волоконного Yb-лазера.

Наиболее трудными для обработки оказались облицовочные материалы. Необходимо было найти режим, при котором краска удалялась бы полностью, но не происходило повреждение подложки. Для гранита порог удаления краски оказался выше порога повреждения камня, однако для полированного мрамора необходимый режим был найден (рисунок).

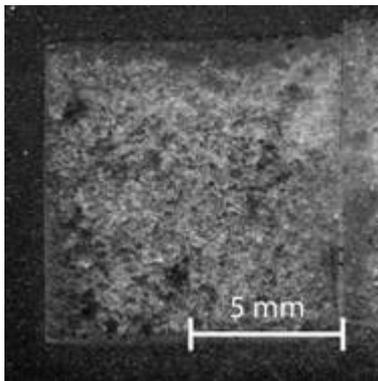


Рисунок. Результат очистки полированной поверхности мрамора от нитрокраски излучением CO₂-лазера непрерывного действия

Кирпичный образец обрабатывался излучением обоих лазеров. И в том и в другом случае краска успешно удалялась, но наибольшей производительности удалось

добиться, используя CO₂-лазер. Для стали были достигнуты наибольшие скорости обработки, для штукатурки – наименьшие.

В работе не только были найдены режимы очистки поверхностей от граффити, но также исследовались особенности взаимодействия лазерного излучения с красками и очищаемыми материалами. Для дальнейшего развития метода, применительно к очистке от граффити, необходимо продолжение экспериментов с другими лазерами и материалами, а впоследствии – создание мобильного лазерного комплекса для очистки от граффити.

Литература

1. АГД-очистка // Aerohydrodynamics. [Электронный ресурс]. URL: <http://agd-russia.ru/agd.php> (дата обращения: 01.02.2010).
2. Шахно Е.А. Физико-технологические основы лазерной обработки систем пленка-подложка, 2002. – 284 с.
3. О технике граффити // Graffitimarket. [Электронный ресурс]. URL: <http://graffitimarket.ru/articles> / О_технике_граффити (дата обращения: 20.01.2010).

УДК 681.513.675

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТНЫМ КОЛЕСОМ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

И.Л. Заяц

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Бобцов

Целью работы являлась разработка системы управления поворотным независимым колесом в контексте мобильного робота. Особенность данного колеса заключается в том, что у него 2 степени свободы: вращение, приводящее робота в движение, а так же поворот вокруг вертикальной оси на $\pm 90^\circ$. На данный момент подобный подход был реализован только с помощью «сложных колес» (omniwheel) [1] и в марсоходах NASA [2]. Первый подход представляет собой сложную конструкцию с низкой проходимостью и долговечностью, второй дорог в реализации. Цель данной работы – объединить плюсы подходов [1, 2], устранив минусы обеих конструкций.

В данной работе рассматривался мобильный колесный робот, у которого все колеса являются тяговыми и рулевыми: могут поворачиваться вокруг вертикальной оси. Сначала разрабатывалась кинематическая схема данного робота и конструкция поворотного колеса, выбирались двигатели (тяговый и поворотный), подбирались датчики обратной связи, так как для системы управления требуется знать, с какой скоростью вращается колесо, и на какой угол вокруг вертикальной оси оно повернуто.

Затем разрабатывалась система управления поворотным независимым колесом. Выбиралась динамическая модель, и синтезировались алгоритмы управления. За основу для синтеза был выбран алгоритм «последовательного компенсатора» [3].

Полученный результат имеет математическое доказательство. Для иллюстрации работоспособности алгоритма был представлен числовой пример с результатами математического моделирования.

Для экспериментального доказательства работоспособности системы был разработан специальный симулятор, который позволяет в визуальном режиме задавать для каждого из колес требуемый угол и скорость, а затем наблюдать за движением робота. Данный симулятор может быть использован для прототипирования алгоритмов управления роботом высшего уровня, что было доказано на примере алгоритма слежения: пользователь ставит метку на рабочей области симулятора, а робот следует к

ней. Данный симулятор должен существенно упростить и ускорить работу разработчиков программного обеспечения для роботов с независимыми поворотными колесами.

Целью дальнейших исследований является улучшение работы системы автоматического управления с целью предоставления возможности гибче настраивать желаемые показатели качества системы, а также расширить возможности симулятора на роботов с количеством колес больше 3.

Литература

1. Rovio: робот для домашнего видеонаблюдения, Интернет-магазин Роботроник.ру, http://www.robotronic.ru/shop/ohrannnye_ustroistva_i_roboty/showitem/rovio_robot_dlya_domashnego_videonablyudeniya/, 2008.
2. Робот K10 NASA, Официальный сайт NASA, http://www.nasa.gov/centers/ames/K10/k10_feature.html, 2007.
3. Бобцов А.А., Николаев Н.А. Исследование метода последовательного компенсатора для систем со структурными возмущениями // XXXVIII научная и учебно-методическая конференция СПбГУ ИТМО, 2009.

УДК 681.513.675

СИНТЕЗ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ЗАДАННЫЙ ЗАПАС УСТОЙЧИВОСТИ

А.О. Прокопенко

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Ушаков

Проектируя систему с помощью канонического алгоритма синтеза модального управления (МУ), использующего концепцию подобия, мы сможем обеспечить системе необходимое быстродействие, но не сможем отследить величину запаса устойчивости по фазе $\Delta\varphi$. Это вызвано тем обстоятельством, что канонический алгоритм основан на использовании аппарата метода пространства состояний (МПС) [1], базирующемся на векторно-матричном формализме линейной алгебры, который изъят в неявной форме из своего инструментария такой показатель, как запас устойчивости (ЗУС) по фазе $\Delta\varphi$, являющийся компонентом инструментария классической теории управления, базирующейся на частотных представлениях. Целью данной работы являлась разработка методов обеспечения запаса устойчивости по фазе в системе автоматического управления (САУ) методом МУ.

В данной работе были проведены исследования распределений мод Баттерворта и Ньютона до пятого порядка. Строились графики зависимости запаса устойчивости по фазе от модифицирующих параметров данных распределений [2]. Делались выводы по поводу способности каждого из распределений мод обеспечивать необходимый запас устойчивости. Выбиралось нужное распределение, и строилась эталонная модель. Кроме того было показано, как можно быстро увеличить быстродействие системы. В техническом задании была взята элементарная непрерывная система третьего порядка, так как сложность системы никак не влияет на суть достижения поставленной цели. Далее строился закон управления для заданной системы, и проводилось комплексное исследование в оболочке Matlab [3].

В ходе выполнения работы были сделаны выводы о влиянии запаса устойчивости по фазе на робастность системы автоматического управления [4]. Ей был обеспечен заданный запас устойчивости $\Delta\varphi \geq 80^\circ$ и время переходного процесса $t_n = 0,2c$. Был сформулирован эффективный и быстрый способ выбора распределения мод для

обеспечения необходимого запаса устойчивости по фазе, который может быть использован для систем и высшего порядка.

Литература

1. Дударенко Н.А., Слита О.В., Ушаков А.В. Математические основы современной теории управления: аппарат метода пространства состояний. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 326 с.
2. Слита О.В., Ушаков А.В., Цвентарный А.Ю. Синтез модального управления, доставляющего непрерывной системе гарантированный запас устойчивости // Мехатроника, автоматизация, управление, 2009. – № 9. – С. 2–6.
3. Образовательный математический сайт: [Электронный ресурс] / Ред. Компания AXSOFT, 2000; Режим доступа: [http:// www. exponenta.ru](http://www.exponenta.ru), свободный. – яз. рус.
4. Бесекерский В.А., Попов Е.Р. Теория систем автоматического управления. – М.: Наука, 1975. – 768 с.

УДК 621.385.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА СРАВНЕНИЯ

Е.В. Попова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.С. Гвоздев

В настоящее время существует колоссальное количество различных станков, приборов и комплексов, изготовленных в уже прошлом веке и нуждающихся в модернизации. Большое количество таких приборов успешно проходит модернизацию и в дальнейшем используется с гораздо большей производительностью, экономией и удобством для оператора (пользователя) [1].

Целью данной работы являлась модернизация осветительной части биологического микроскопа сравнения. Модернизация осветительной части биологического микроскопа сравнения МБС-1 заключается в замене стандартного уже устаревшего как в техническом, так и в экономическом плане блока с лампой накаливания на современный, сконструированный – специально для данного микроскопа со встроенным мощным светодиодом с наилучшими характеристиками.

Микроскоп МБС-1 был оснащен лампой накаливания со специальным осветителем типа СЦ-61 (8 В, 20 Вт). Автором работы был выбран светодиодный модуль, состоящий из светодиода мощностью 5 Вт фирмы Arlight, линзы и оправы той же фирмы, близкой по диаметру к базовому отверстию в корпусе микроскопа. Шунтирование светодиода позволило сохранить температуру его оправы практически постоянной в течение получаса его работы. В процессе макетирования светодиодный модуль помещался в гнездо корпуса микроскопа. Наилучшим положением светодиодного модуля по оси оказалось положение, когда торец светодиодного модуля совпадает с торцом внутренней поверхности корпуса микроскопа. Была разработана конструкция, позволяющая установить светодиодный модуль в корпусе. На рисунке показана 3D-модель конструкции блока фиксации светодиода [2, 3].

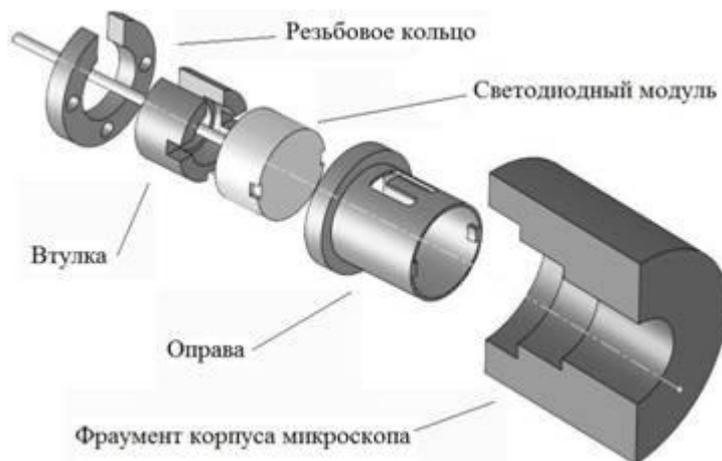


Рисунок. 3D-модель блока фиксации светодиода

Разработанная конструкция отличается простотой, технологичностью и удобством в применении.

В данном микроскопе, помимо источника освещения в проходящем свете, предусмотрено гнездо для осветителя, предназначенного для освещения в отраженном свете. Поэтому можно говорить о дальнейшей перспективе работы с данным микроскопом и модернизации других осветительных частей.

И так как модернизация произведена без изменений основной конструкции микроскопа, т.е. с максимальной экономичностью, то можно сказать, что использование вышеуказанной конструкции возможно в других аналогах биологического микроскопа сравнения МБС-1, осуществляющих работу в проходящем свете и имеющие стандартный корпус.

Литература

1. Попова Е.В. Возможности использования светодиодных конструкций в измерительных приборах // Сборник тезисов докладов конференции молодых ученых, Выпуск 2. Труды молодых ученых. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – С. 55–57.
2. Скворцов Г.Е., Панов В.А., Поляков Н.И., Федин Л.А. Микроскопы. Л.: Машиностроение, 1969. – 511 с.
3. ООО ТРАНЗИСТОР. Мощные светодиоды – [Электронный ресурс]: каталог продукции. – Режим доступа: <http://www.arlight.ru/powerleds/>, свободный.

УДК 62-231.1

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

А.С. Суворов

Научный руководитель – ст. преподаватель С.С. Гвоздев

Кинематическая схема входит в комплект чертежно-конструкторской документации и служит для выявления и изучения связей между кинематическими элементами устройства или прибора. Для построения кинематических схем применяются условные графические обозначения кинематических элементов, которые приведены в ГОСТ 2.770 [1]. Правила построения этих схем даны в ГОСТ 2.703 [2].

В соответствии с этими ГОСТами имеющиеся обозначения кинематических элементов разнообразны и сгруппированы в некоторые пронумерованные группы, такие, например, как группы подшипников или разнообразные типы передач.

Обозначения некоторых кинематических элементов состоит из нескольких более простых кинематических элементов. Например, вращательная двукратная пара представлена двумя вращательными кинематическими элементами соединенными последовательно [3].

В чертежно-графической среде «КОМПАС», имеется библиотека кинематических элементов, состоящая из обозначений входящих в ГОСТ 2.770 [1]. Однако, в среде «КОМПАС» нет графических обозначений соединительных частей звена, неподвижных соединений с валом и пружин: спиральной и листовой. Кинематические элементы, имеющиеся в «КОМПАС», представлены 14 подкаталогами кинематических элементов. Многие кинематические элементы имеют многообразное графическое представление, также как и в ГОСТе 2.770 [1].

В приборостроении используются обозначения кинематических элементов ГОСТа 2.770 [1], а также такие обозначения, которые не указаны в ГОСТе 2.770 [1] Например, такими кинематическими элементами являются: датчики, шкалы, цанги, фиксаторы.

Поэтому предложена классификация кинематических элементов, состоящая из небольшого числа групп:

1. по виду соединения:

- неподвижное;
- подвижное;
- с временной фиксацией взаимного положения;
- соединение нескольких элементов;

2. по виду движения:

- вращательное;
- передача движения;
- преобразователи движения и их элементы;

3. по функции представления информации:

- шкальные устройства;

4. по виду привода:

- ручной привод.

Учитывая предложенную классификацию, была разработана программа построения кинематических схем, написанная в среде Delphi.

Работа с программой производится по следующему алгоритму (рисунок). Вначале осуществляется запуск программы и, последовательно выбирая из базы данных программы обозначения кинематических элементов, оператор добавляет их на область рисования. Затем, задавая угол поворота, коэффициент масштаба, дополнительные параметры и совмещая элементы между собой можно строить кинематические схемы.

УДК 681.3

**ДАТЧИК НАГРУЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕХАНОТРОНА
В ТРИБОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ «ТРИБАЛ-2»****И.А. Уткин****Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов**

В последние годы интенсивно разрабатываются многофункциональные трибометры, позволяющие проводить испытания металлов, керамики, полимеров и композитов при граничном и жидкостном трении, трении без смазочных материалов.

Общий недостаток типовых машин трения заключается в том, что они позволяют проводить исследования только выходных сигналов (износ, температура, действующие усилия и т.д.) [1]. На кафедре Мехатроники Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики ведется исследование основных трибологических параметров и систем на трибологическом комплексе «ТРИБАЛ-2», основанном на базе мехатронной системы. В данной установке реализовано получение входных и выходных сигналов с исследуемых взаимодействующих трибопар, благодаря чему возможно получение динамических характеристик, согласно теории автоматического управления [2].

Методики проведения экспериментов на данной установке, разработанные на кафедре Мехатроники, позволяют проводить эксперименты в четырех различных режимах (режим жесткого тела, режим сдвига фаз кривых перемещений, режим трения и износа, режим отсутствия трения), которые предполагают использование датчиков нагружения (динамометров). До настоящего времени существующая установка данным оборудованием не была оснащена.

Главными требованиями к оборудованию являются: проведение измерения в динамическом режиме при соблюдении необходимой точности, высокая чувствительность, а так же способность передавать данные в виде электрического сигнала, для последующей обработки на компьютере.

В ходе исследования были рассмотрены такие технические решения как пружинные динамометры, тензосопротивления, различные микромеханические устройства и механотроны. Был выбран силоизмерительный датчик на основе механотрона [3]. Была исследована конструкция установки «ТРИБАЛ-2», разработаны прикладная схема включения датчика нагружения в устройство, а так же необходимые чертежи, по которым были изготовлены детали для модернизации прибора.

В результате работы по модернизации трибологического комплекса «ТРИБАЛ-2» в качестве датчика нагружения был выбран силоизмерительный механотронный датчик, а так же была проведена его установка и тарировка, показавшая высокую точность и чувствительность датчика. Установка и применение механотронного датчика нагружения позволили приступить к исследованиям на трибометрической системе «ТРИБАЛ-2» по созданным на кафедре Мехатроники методикам. Примененный механотронный датчик используется для осуществления обратной связи по заданному нагружению.

Литература

1. Институт нанотехнологий МФК [Электронный ресурс], раздел «Продукция» – Режим доступа: <http://www.nanotech.ru/pages/about/mtu-1.htm>, свободный.
2. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. – Л: Энергия, 1969. – 375 с.
3. Карпенко Г.Н., Берлин Г.С., Барсуков И.И. Применение механотронной техники в медико-биологических исследованиях. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1991. – 184 с.

УДК 620.171.2

ОБРАБОТКА ОДНОМЕРНОГО СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТНОГО АНАЛИЗА

М.А. Федотов

Научный руководитель – доцент Е.М. Анодина-Андриевская

В последние несколько лет важнейшей задачей, решаемой разработчиками информационно-измерительных систем являлась повышение качества обработки данных различных физических экспериментов, состояний объектов исследований или технологических процессов, полученных с помощью приборов. Существующие методы обработки базируются в основном на предположении неизменности данных, которые поступают в обработку [1]. Но в реальности, в процессе передачи данных от прибора по каналам связи, они искажаются различными шумами или разрывами.

Реальные сигналы очень часто содержат различные особенности (резкие скачки, разрывы), которые важны для оценки сигнала, и которые необходимо выделить из наложенного шума. При очистке сигнала от шума традиционными средствами, информация о тонких деталях резких изменений сигнала теряется. В отличие от этого, вейвлет-преобразование обеспечивает двумерное представление исследуемого сигнала в частотной области в плоскости частота-положение, что позволяет разделять крупные и мелкие детали сигналов, одновременно локализуя их на временной шкале [2].

Вейвлет-преобразование является самым перспективным из представленных на данный момент способов для анализа, очистки и сжатия различных видов сигналов. В работе были рассмотрены различные виды вейвлетов: грубые, бесконечно регулярные, ортогональные с компактным носителем, биортогональные парные с компактным носителем, комплексные. Был произведен анализ возможности их применения для задачи вейвлетной очистки и сжатия сигнала. На основе полученных данных были выбраны пять вейвлетов, наиболее подходящих для решения данной задачи: вейвлеты Добеши, Хаара, Симлеты, вейвлеты Мейра, биортогональные и обратные биортогональные вейвлеты.

В качестве тестовых сигналов для очистки и сжатия были выбраны три вида сигнала: синусоидальный, пилообразный и прямоугольный. Данные сигналы зашумлялись белым шумом с заранее заданным отношением сигнал\шум. Далее эти сигналы подвергались вейвлетной очистке и сжатию с использованием приведенных выше вейвлетов.

Результаты очистки и сжатия были проанализированы по различным критериям с целью определения лучших, для решения данных задач, вейвлетов. В качестве этих критериев выступают: отношение сигнал\шум между очищенным сигналом и наложенным шумом, коэффициент ковариации между очищенным и исходным сигналом, коэффициент корреляции между очищенным и исходным сигналом, уровень сжатия сигнала.

В результате была разработана программа, реализующая вейвлетную фильтрацию и сжатие сигнала, а также были определены наиболее подходящие для очистки и сжатия сигнала вейвлеты. Для вейвлетной очистки это вейвлет Добеши, а для сжатия – обратный биортогональный вейвлет.

Практическая ценность работы состоит в том, что предложенные методы оценки могут быть использованы для анализа вейвлетов при решении задачи конструирования вейвлетных фильтров для очистки и сжатия сигнала.

Литература

1. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразование. – Новосибирск: НГТУ, 2003. – 104 с.
2. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов и изображений. – М.: Мир, 2005. – 658 с.

УДК 004.932

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ МЕТОДОВ
СЕГМЕНТАЦИИ ТЕКСТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ****А.В. Дырнаев****Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.Ю. Фисенко**

При анализе изображений важной их характеристикой служит текстура, которая присутствует во всех изображениях, начиная с изображений, получаемых с помощью самолетных и спутниковых устройств и заканчивая микроскопическими изображениями в биомедицинских исследованиях. Становится актуальной проблема автоматической сегментации изображений, содержащих в себе те или иные текстуры.

Целью работы являлось исследование и разработка алгоритмов, позволяющих осуществить автоматическую сегментацию текстурных изображений.

Основными задачами, решаемыми в работе, являлись исследование и разработка алгоритмов оценки текстурных признаков на основе матриц смежности и энергетических характеристик Лавса; сокращение пространства признаков текстур; экспериментальное исследование методов сегментации текстур, а также оценка эффективности сегментации.

При решении задачи текстурной сегментации были исследованы и разработаны методы оценки признаков по матрице смежности [1] и по методу Лавса [2] и методы классификации текстурных изображений на основе методов Отсу [3] и нечетких k -средних [4, 5].

Была выполнена оценка оптимальных размеров окна низкочастотной фильтрации энергетических карт и окна для оценки матрицы смежности. Для метода Лавса в связке с методом нечетких k -средних оптимальным является окно размером 13 на 13 элементов изображения.

Была исследована зависимость ошибок сегментации от выбора модели описания текстуры и выбора метода классификации. Показано, что использование метода Лавса в связке с методом нечетких k -средних позволяет повысить вероятность правильной классификации до 95,5%.

Был исследован и разработан алгоритм сокращения пространства признаков [6]. Установлено, что сокращение пространства признаков не повышает эффективность классификации, но позволяет сократить вычислительную сложность сегментации текстурных изображений.

Результат сегментации текстурных изображений представлен на рисунке.

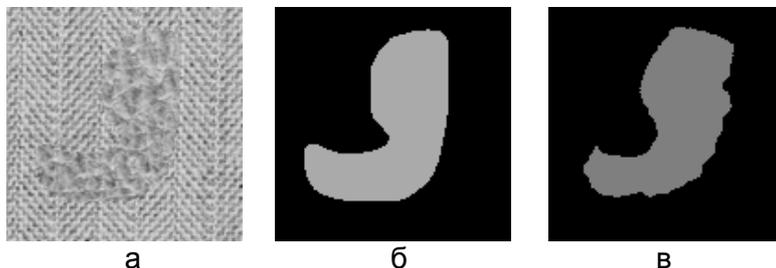


Рисунок. Текстурные изображения (а), синтезированные по маске (б) и результат их сегментации (в)

Литература

1. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстур, ТИИЭР, 1979. – Т. 67. – № 5. – С. 98.

2. Laws K. Rapid texture identification / SPIE Image Processing for Missile Guidance, 1980. – V. 238. – P. 376–380.
3. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histogram / IEEE Transactions on System Man Cybernetics, 1979. – V. SMC-9. – № 1. – P. 62–66.
4. Dunn J.C. A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters / Journal of Cybernetics 3, 1973. – P. 32–57.
5. Bezdek J.C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms / Plenum Press, New York, 1981.
6. Tou Julius T. Feature extraction in pattern recognition / Pattern Recognition 1(1), 1968. – P. 3–11.

УДК 535.399

**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РОСТА НАНОКРИСТАЛЛОВ СЕРЕБРА
ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ
И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

А.П. Соловьев

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.И. Сидоров

Сегодня большой интерес для задач фотоники представляет металлическое серебро, полученное в виде наноразмерных тонких пленок или в виде наноразмерных коллоидных частиц, распределенных в объеме стекла. Коллоидные частицы серебра могут быть получены в стеклянной матрице за счет термической обработки стекла, содержащего серебро в ионной форме. Такой эффект может быть реализован при помощи УФ-облучения фото-термо-рефрактивного стекла, ионной имплантации или облучения электронным пучком. В последнем случае коллоидное серебро выделяется только в тонком приповерхностном слое, что может быть использовано для таких научно-технических направлений, как нанооптика, плазмоника и люминесцентное детектирование биомолекул [1]. Кроме того, достоинством электронно-лучевого метода является его совместимость с электронной литографией. Целью работы являлось исследование влияния температуры и дозы электронного облучения и последующих термообработок на процессы формирования наноразмерных серебряных коллоидных центров в стекле.

В ходе работы было проведено облучение электронным пучком с энергией 20 кэВ образцов фото-термо-рефрактивного стекла при комнатной температуре и температуре в 200°C различными дозами облучения с последующей термической обработкой стекла.

На основе исследований были получены следующие результаты.

1. Показано, что при повышении температуры облучения электронами при малых дозах происходит увеличение скорости образования наночастиц серебра при последующей термообработке. При облучении электронами при температуре 200°C наночастицы серебра могут образовываться уже в процессе облучения.
2. Экспериментально показано, что в случае, если облучение происходит при комнатной температуре, пик поверхностного плазмонного резонанса формируется в более коротковолновой области спектра, чем в случае облучения при повышенной температуре.
3. Методами численного моделирования показано, что на стадии электронного облучения происходит полевая диффузия положительных ионов серебра в область отрицательного объемного заряда, созданного электронами в стекле.
4. Экспериментально и методами численного моделирования показано, что образование слоистой структуры и пространственное распределение электронного

пучка в поперечном направлении приводит к появлению интерференционных эффектов по периметру облученной зоны.

Полученные результаты имеют как научное, так и прикладное значение и могут быть использованы при разработке новых технологий создания плазмонных нано- и микроструктур для интегральной оптики и люминесцентных сенсоров.

Литература

1. Климов В.В. Наноплазмоника / В.В. Климов. – М.: Физматлит, 2009. – 480 с.

УДК 535.372, 535.337

МИНИМИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ КВАРЦЕВЫХ ОДНОМОДОВЫХ СВЕТОВОДОВ С ГЕРМАНОСИЛИКАТНОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ

Д.А. Тыщенко

Научный руководитель – д.т.н., доцент М.А. Ероньян
(ФГУП «НИТИОМ ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова»)

Хорошо известно, что в одномодовых волоконных световодах легированных оксидом германия, наблюдаются избыточные оптические потери, значительно превышающие оценочный уровень фундаментальных потерь (Релеевское рассеяние, фоновое поглощение) и быстро растущие с повышением концентрации легирующей добавки [1]. В одномодовых волоконных световодах с германосиликатной сердцевиной, изготавливаемых MCVD-методом, потери обусловлены наличием германиевых кислородо-дефицитных центров, влияние которых усиливается с увеличением температуры вытягивания волокна и внедрением водорода в сердцевину из опорной кварцевой трубы. Цель работы заключалась в разработке мер по снижению оптических потерь одномодовых германосиликатных световодов, изготавливаемых MCVD-методом.

Результаты исследований показали, что с уменьшением температуры вытягивания дополнительные потери снижаются, однако прочность световодов при этом падает. Разностные спектральные оптические потери световодов, вытянутых при 2200 и 1980°C, показали, что индуцируемые вытяжкой дополнительные оптические потери растут с уменьшением длины волны. В длинноволновой же части спектра при длинах волн более 1,8 мкм это явление не наблюдается. Такое явление обусловлено, вероятно, образованием кластеров из атомов германия, который не пропускает свет с длиной волны более 1,8 мкм [2].

Поглощение света ОН-группами в световодах является серьезной проблемой, однако при определенной их концентрации наличие пика поглощения в области 1,38 мкм не вносит существенный вклад в оптические потери на длине волны 1,55 мкм. Существует много оптических систем, работающих именно на этой длине волны, обеспечивающей наиболее низкие оптические потери.

Для снижения затухания в германосиликатных одномодовых световодах в слой сердцевины при высокотемпературном сжатии заготовки намеренно вводили «воду». Поглощение на длине волны 1,38 при этом увеличивалось, однако в области 1,55 мкм оптические потери снижались по двум причинам. Первая заключалась в снижении релеевского рассеяния из-за снижения фиктивной температуры. Вторая обусловлена ослаблением реакции восстановления диоксида германия водородом, диффундирующим из опорной кварцевой трубы. Намеренное введение ОН-групп в стекло сердцевины смещает реакцию (1) в левую сторону. Количество кислородо-

дефицитных германиевых центров при этом уменьшается, обеспечивая тем самым снижение уровня дополнительных оптических потерь.



По результатам работы было установлено, что снижение температуры вытяжки волокна уменьшает дополнительные оптические потери, но при этом существенно понижается его прочность. При намеренном введении влаги в слой сердцевины при высокотемпературном сжатии заготовки, наблюдалось снижение релеевского рассеяния и дополнительных потерь.

Литература

1. Лихачев М.Е., Бубнов М.М., Семенов С.Л., Хопин В.Ф., Салаганский М.Ю., Гурьянов А.Н., Дианов Е.М. Оптические потери в одномодовых световодах с высокой концентрацией GeO_2 и P_2O_5 , 2004. – С. 241–246.
2. Сайт фирмы «Электро-стекло» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.elektrosteklo.ru/Ge_rus.htm, свободный.

УДК 681.786.67

ПРИБОР НОЧНОГО ВИДЕНИЯ С БЕЗБАТАРЕЙНОЙ СИСТЕМОЙ ПИТАНИЯ

И.А. Ковалев

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.Т. Разумовский

Электронно-оптические преобразователи в составе приборов ночного видения требуют высокого напряжения питания, порядка 15–45 кВ. При использовании химических батарей и аккумуляторов, дающих напряжение порядка 2–24 В, требуется применение сложных схем повышения напряжения. Это увеличивает стоимость, массу и габариты приборов. Также химические батареи и аккумуляторы имеют ограниченный ресурс работы. Альтернативой является возможность использования пьезоэлектрических элементов для питания прибора ночного видения.

В результате патентного поиска были изучены конструкции двух существующих приборов: «НЗТ-П» и «Зенит НВ-Пьезо». При разработке прибора были учтены недостатки данных аналогов. А именно, невысокое время работы от одного цикла сжатия кристаллов (около 10,5 с), высокая нагрузка на нажимном рычаге (около 15 кг) и необходимость держать нажимной рычаг в зажатом состоянии при работе в приборе «НЗТ-П» и использование дорогостоящей высоковольтной электроники при решении этой проблемы в приборе «Зенит НВ-Пьезо».

В результате была разработана конструкция прибора ночного видения с безбатарейным блоком питания, основанным на использовании пьезоэлектрических элементов. Четыре пьезоэлектрических элемента, параллельно включенных в цепь с электронно-оптическим преобразователем, обеспечивают его необходимым питанием. После проведенных расчетов, было установлено, что при одном цикле сжатия кристаллов, прибор работает в течение 30 с. При этом механическое усилие, которое необходимо создать на кристаллах, составило 6,7 кН. Для обеспечения такого усилия, была разработана оригинальная схема сжимающего устройства, создающего необходимое усилие при минимальной нагрузке со стороны наблюдателя. К нажимному рычагу необходимо прикладывать усилие, равное 11,3 кг, что меньше, чем у аналогичных приборов. Также данное сжимающее устройство позволяет вести наблюдение без необходимости удерживать нажимной рычаг в нажатом состоянии (без использования дорогостоящей высоковольтной электроники), что облегчает использование прибора.

Разработанное устройство является простым, недорогим и надежным прибором ночного видения, использующим экологически чистый источник энергии. Перспективным направлением развития является внедрение подобных источников питания в полевые и бытовые приборы. Для повышения КПД возможно использование более современных пьезоэлектрических материалов.

Литература

1. Разумовский И.Т. Приборы ночного видения. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2003.
2. Медведев А.В., Гринкевич А.В., Князев С.Н. Практические достижения в технике ночного видения. Ростов-Дон, 2009.
3. Шарапов В., Мусиенко М., Шарапова Е. Пьезоэлектрические датчики. – М.: Техносфера, 2006.

УДК 681.784.88

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭПИДУРАЛЬНОГО ЗОНДА

П.А. Курицын

Научный руководитель – Д.В. Шпаков

В наше время в медицине требуется повышать информативность и безопасность диагностических манипуляций, проводимых вблизи жизненно важных органов. Особенно это актуально в эпидуральной анестезии. Существующие методы мануальной идентификации эпидурального пространства не отличаются надежностью. Оптические методы идентификации позволяют избежать ошибок и осложнений [1].

В работе была разработана конструкция эпидурального зонда, основанного на оптической идентификации эпидурального пространства, а именно на одном из вариантов – наблюдении биологической ткани, расположенной у наконечника иглы. Необходимо использовать в качестве световода либо волоконно-оптический жгут с регулярной укладкой волокон, либо градиентную линзу достаточной длины. В аналогах был использован первый вариант – но он не позволил получить удовлетворительное качество изображения. Было решено использовать в качестве световода градиентную линзу. Моделирование оптической системы производилось в программе Zemax (рис. 1).

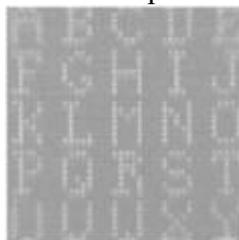


Рис. 1. Изображение тест-объекта оптической системы зонда

Полученные результаты моделирования позволили сделать вывод о высоком качестве получаемого изображения, высокой разрешающей способности и отличной цветопередаче.

В разработанной конструкции зонда (рис. 2) была обеспечена совместимость с эпидуральной иглой типа Crawford 17G и оптоволоконным разъемом SMA905.

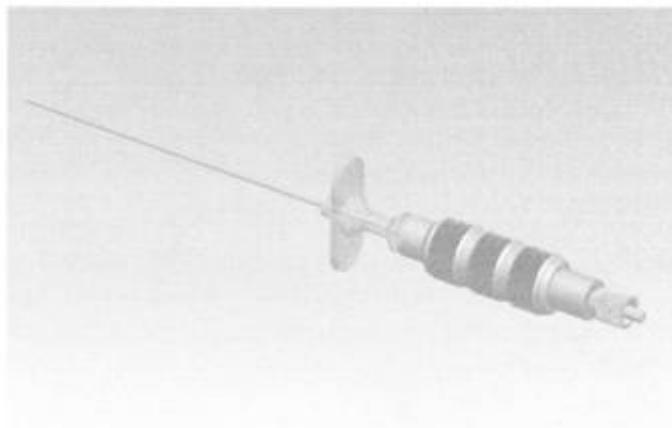


Рис. 2. Внешний вид эпидурального зонда (модель в ProEngineer WF4)

Проведенное исследование позволило установить возможность использования градиентной линзы в качестве световода. Она позволила добиться высокого качества изображения, упростить процесс сборки и юстировки по сравнению с аналогами. Перспективным направлением развития является уменьшение диаметра пункционных игл, а, следовательно, и оптической системы, с сохранением информативности.

Литература

1. Латыев С.М., Егоров Г.В., Волчков В.А. Идентификация биологических тканей оптическими методами // Известия ВУЗов. Приборостроение, 2007. – Т. 50. – №4.

УДК 535.8

РАЗРАБОТКА СВЕТОЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА

А.Г. Оболенсков

Научный руководитель – доцент А.М. Бурбаев

В двухзеркальном телескопе системы Ричи-Кретьена возможна засветка фотоприемника лучами света, идущими к нему, минуя оптическую схему [1, 2]. Чтобы этого избежать, необходимо применять специальные экраны, называемые отсекателями (бленды). Они представляют собою или трубки, вставляемые в центральное отверстие главного зеркала телескопа, или конические раструбы, надеваемые на оправу вторичного зеркала. Появление бленды вторичного зеркала приводит к увеличению центрального экранирования системы. Для его уменьшения, было предложено в ход лучей поставить третью бленду – внешнюю бленду главного зеркала.

Предварительное определение конструктивных элементов таких бленд можно выполнить графически. При этом руководствуются следующим принципом: устранение прямой засветки плоскости изображения возможно при совмещении краев всех бленд вдоль одной прямой, определяющей распространение вредного света. Исследуемая в работе зависимость длины внешней бленды главного зеркала (в миллиметрах) от центрального экранирования и виньетирования, представлена в таблице.

Таблица. Зависимость длины внешней бленды главного зеркала (в миллиметрах) от центрального экранирования и виньетирования

Виньетирование	Центральное экранирование					
	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55
0,00	2992,29	2662,61	2371,47	2112,48	1880,59	1671,77
0,05	2855,60	2546,93	2272,93	2028,06	1807,92	1608,93
0,10	2729,76	2439,87	2181,31	1949,25	1739,81	1549,85
0,15	2617,08	2343,56	2098,53	1877,77	1677,84	1495,92

Графоаналитический расчет позволил разработать чертежи бленд телескопа. При использовании систем «OPAL» и «Компас» была определена зависимость длины внешней бленды главного зеркала от центрального экранирования и виньетирования. На основе этих результатов возможно осуществление быстрой оценки длины полученной бленды. Этот метод может быть рекомендован для экспресс-анализа. Работа по проекту продолжается. Дальнейшими задачами можно считать разработку методики аналитического расчета прямой засветки и составление программы расчета.

Литература

1. Михельсон Н.Н. Оптические телескопы. Теория и конструкция. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976. – 512 с.
2. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. Л.: Машиностроение, 1966. – 564 с.

УДК 67.02

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ МИНИДИСКОВ

В.А. Моисеева

Научный руководитель – ст. преподаватель М.В. Погумирский

В последнее время приборы на основе шепчущих галерей находят все большее применение, например, линии задержки, гироскопы. С 2004 года в базе данных патентов США содержится более 40 новых приборов на основе шепчущих галерей. В работе [1] рассмотрен процесс полировки резонатора шепчущей галереи с конусообразной боковой поверхностью при помощи алмазного абразива. Качество полировки достаточно высокое, что гарантирует незначительное поверхностное рассеивание света. Преимуществом данного метода является высокое значение величины коэффициента затухания $5 \cdot 10^9$, а также обсыпка по краю резонатора достаточно мала. В статье [2] показано, что процесс отжига приводит к существенному увеличению добротности резонаторов шепчущей галереи. Был продемонстрирован резонатор, сделанный из флюорита, который имеет коэффициент затухания превышающий 10^{11} . Особенность данного метода заключается в том, что несколько последовательных операций отжига стекла значительно увеличивают величину коэффициента потерь.

Была поставлена задача о выборе конструкции минидиска. Также было предложено разработать технологию изготовления оптических минидисков, являющихся резонатором для терагерцовых генераторов.

Рассмотрена задача распределения энергии внутри минидиска в зависимости от формы боковой поверхности. По расчетам получилось, что величина энергии для плоской боковой поверхности (17,098 Дж) меньше, чем у конусообразной (21,523 Дж), при одной и той же длине волны 1,55 мкм. Получается, что выгоднее изготавливать диск с конусообразной формой боковой поверхности.

Предложено 3 технологии изготовления оптических минидисков. Технология изготовления тонкого минидиска оказывается неперспективной в связи с тем, что происходит обсыпка по краю и не наблюдается замкнутого контура. Величина коэффициента потерь в данном случае 10^4 – 10^5 . Технология резания CO_2 -лазером считается неперспективной в связи с тем, что при воздействии лазера менее 0,5 секунды происходит закипание детали и образование в ней дефектов в виде пузырей. Лучше всего изготавливать минидиски с конусообразной боковой поверхностью. В данном случае величина коэффициента потерь составила $6 \cdot 10^8$. Обсыпка по краю минидиска с конусообразной боковой поверхностью меньше, чем у тонкого минидиска.

В результате работы было предложено три технологии изготовления оптических минидисков. Также была предложена конструкция минидиска, обладающая необходимыми техническими характеристиками и изготавливаемая простыми технологическими приемами. Такая конструкция минидиска приводит к зигзагообразному распространению волны внутри минидиска, что снижает потери при переотражении. Примененная конструкция обеспечила требуемую величину коэффициента потерь. В дальнейшем планируется собрать установку, которая бы меряла частотные характеристики и величину затухания.

Литература

1. Vladimir S. Pchenko, Anatoliy A. Savchenkov, Jerry Byrd, Iouri. Crystal quartz optical whispering-gallery resonators // OPTICS LETTERS, 2008. – V. 33. – № 14. – P. 1569–1571.
2. Anatoliy A. Savchenkov, Andrey B. Matsko, Vladimir S. Pchenko, and Lute Maleki. Optical Whispering Gallery Mode Resonators with $Q > 10$ and $F > 10$ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.QTuG5.pdf>, свободный.

УДК 543.42

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕКЛ И СТЕКЛОКЕРАМИК, АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ ХРОМА

А.И. Прошанов

Научный руководитель – н.с. В.А. Асеев

Сейчас используется большое количество активированных сред, представляющих собой как стекла, так и кристаллы. В качестве активаторов применяют ионы редкоземельных элементов. С точки зрения современных требований более перспективным становится использование переходных металлов в качестве активаторов, имеющих рекордно широкие полосы вынужденного излучения [1]. Стеклокристаллические материалы обладают спектрально-люминесцентными свойствами активированных кристаллов, но технологический процесс производства и обработки для них, как для стекла (заготовки можно прессовать и вытягивать волокно).

Целью настоящей работы было исследование спектрально-люминесцентных характеристик стекол и стеклокерамик, активированных ионами хрома. Были изучены стекла химического состава $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{V}_2\text{O}_5 + \text{Cr}_2\text{O}_3$ 0,1% вес. В качестве вещества, способствующего образованию кристаллической фазы в объеме образца, добавлялись

P_2O_5 – состав 1 и при другой варке NH_4HF_2 – состав 2. Далее была проведена вторичная термообработка при температурах от 500 до 700°C в течение двух часов. Также были исследованы стеклокерамики состава $SiO_2 - Al_2O_3 - PbF_2 - CdF_2 - ZnF_2 + CrF_3$, с различными концентрациями ионов хрома – составы 3. Были получены и исследованы спектры поглощения при помощи спектрофотометра и люминесценции при возбуждении лазером с длиной волны 532 нм. Результаты показали, что в образцах состава 1 при термообработке не происходит образования кристаллической фазы. У образцов состава 2 с увеличением температуры термообработки появляются спектры люминесценции, характерные для ситуации кристаллического окружения ионов хрома [2]. В спектрах поглощения и люминесценции составов 3 помимо полос ионов Cr^{3+} появляются полосы ионов Cr^{4+} . Также у некоторых образцов составов 3, в которых содержится ZnF , наблюдаются спектры люминесценции, характерные для ситуации кристаллического окружения ионов хрома [2]. Для определения нахождения в объеме образцов составов 3 ионов Cr^{4+} была исследована люминесценция при их селективном возбуждении на длине волны 980 нм. Результаты подтвердили наличие ионов Cr^{4+} в некоторых образцах составов 3.

В результате были измерены и исследованы спектры поглощения и люминесценции стекол и стеклокерамик, активированных ионами хрома, различных составов, и режимов вторичной термообработки. Исходя из полученных данных, на основании спектральных характеристик определено: влияние режима термообработки и состава образцов на спектрально-люминесцентные характеристики; существование кристаллической фазы в различных образцах и вхождение в нее ионов хрома; валентное состояние ионов хрома.

Литература

1. Пржеvusкий А.К., Никоноров Н.В. Конденсированные лазерные среды. Учебное пособие, курс лекций. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 147 с.
2. Василевская Т.Н., Каплянский А.А., Кулинкин А.Б., Феофилов С.П. Люминесценция примесных ионов Cr^{3+} в нанокристаллах и кластерах $Li_2Ge_7O_{15}$ в литиево-германатных стеклах // ФТТ, 2003. – 5 (45). – С. 914–921.

УДК 62-1/-9

АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ДОРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЯРКОСТИ ОЧКОВЫХ СТЕКОЛ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ГЛАЗ

А.А. Смирнов

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Данная научно-исследовательская работа (далее НИР) направлена на решение проблемы отсутствия испытательного оборудования для контроля приведенного коэффициента яркости очковых стекол. Введение в силу стандартов ГОСТ Р 12.4.230.1-2007 и ГОСТ Р 12.4.230.2-2007 привело к необходимости разработки нового испытательного оборудования.

В связи с этим в испытательной лаборатории ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» был разработан макет установки для определения приведенного коэффициента яркости. Задачей НИР являлось проведение всех необходимых мероприятий для подготовки макета к государственной аттестации. В данном случае ими явились:

- проведение анализа нормативно-технической документации на установку для определения приведенного коэффициента яркости;
- описание метода измерения данного параметра и описания принципа работы установки;
- проведение анализа метрологических характеристик установки: получены значения инструментальной погрешности установки ($\epsilon = 3,35\%$) и приведенной погрешности результата измерения ($\epsilon = 3,47\%$).

В результате проведения вышеупомянутых мероприятий были выявлены дополнительные источники погрешности: многократное отражение лазерного излучения от внутренних поверхностей установки и несовершенное крепление испытуемого стекла. Для компенсации их вклада в общую погрешность была проведена доработка макета установки, а именно:

- спроектировано и внедрено новое крепление испытуемого стекла, позволяющее корректно устанавливать светофильтр;
- спроектированы и внедрены перегородки, препятствующие паразитному отражению лазерного излучения от поверхностей установки.

Данные усовершенствования снизили значение приведенной погрешности результата измерения до 2,5%. На основании вышеупомянутых исследований в рамках данной НИР была разработана методика измерения приведенного коэффициента яркости.

Таким образом, были выполнены основные мероприятия для подготовки макета установки к государственной аттестации. Дальнейшее направление исследований заключается в подготовке необходимой документации для проведения аттестации.

Литература

1. ГОСТ Р 12.4.230.1-2007. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования.
2. ГОСТ Р 12.4.230.2-2007. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Методы испытаний оптических и неоптических параметров.
3. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д. Источники и приемники излучения. – СПб: Политехника, 1991.

**УЧАСТНИКИ КОНКУРСА КАФЕДР
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРОВ СПБГУ ИТМО**

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ В ПРОВОДНЫХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Д.В. Абдуллин

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Ресовский
(ФГУП НИИТ)

При передаче видеосигнала в таких объектах, как подводные лодки или международные космические станции существуют некоторые проблемы. Они связаны с тем, что некогда созданные кабельные системы не позволяют передавать видео высокого качества вследствие своей малой пропускной способности. А прокладка новых кабельных систем на уже существующих объектах невозможна. Также, на таких объектах сложная электромагнитная обстановка, что делает невозможным использование аналогового сигнала, получаемого от установленного видео-оборудования.

Проводной канал связи представляет собой обычный коаксиальный кабель. Он состоит из медной сердцевины, окруженной изоляцией, экранирования, которое уменьшает влияние помех и наводок, внешней изоляции. Кабель является бронированным, что уменьшает риск его повреждения при внешних механических воздействиях. Кабель, установленный на рассматриваемых объектах, способен передавать сигнал с рабочей частотой не более 9 МГц.

Целью данной работы было адаптировать старые кабельные системы под новый видеосигнал, более высокого качества. Для этого необходимо было разработать алгоритм кодирования, передачи и последующего декодирования видеосигнала. Для осуществления кодирования видео-потока нужно выбрать подходящий стандарт сжатия.

В качестве основного алгоритма сжатия был выбран стандарт MPEG-2 без обработки компенсации движений, который описывает семантику выходного битового потока и основные алгоритмы преобразований сигнала, оставляя реализацию за программистами-разработчиками. Это позволяет оптимизировать алгоритм для конкретной системы связи и для имеющегося видеосигнала.

В ходе работы был предложен следующий алгоритм преобразований.

- Оцифровка аналогового сигнала.
- Кодирование по стандарту MPEG-2 [1].
- Разбиение потока на пакеты.
- Формирование транспортного потока [2].
- Кодирование по алгоритму HDB3 [3].
- Передача данных.
- Декодирование данных.

Декодирование данных представляет собой декодирование HDB3, вскрытие транспортного потока и декодирование MPEG-2.

Достоинства алгоритма:

- достаточно прост в реализации;
- использованы доступные технологии и алгоритмы.

Недостатки алгоритма:

- использовано большое количество преобразований сигнала;
- некоторые этапы преобразований могут вызвать ошибки.

Также в ходе работы был реализован программный кодер и декодер по алгоритму HDB3.

Литература

1. ISO/IEC 13818-1. Information technology – generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2006. – 958 с.
3. ITU-T G.703 (11/2001). Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces.

УДК 535.672.73

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОСИСТЕМЫ

Е.С. Адеева

Научный руководитель – м.н.с. А.В. Мельников

Спектральные методы оценивания цветопередачи позволяют дать объективную оценку качества цифровой видеосистемы [1]. С использованием спектральных приборов можно достичь результатов оценивания в широком спектральном диапазоне. Это свойство особенно важно в медицине, стоматологии и криминалистике [2]. Задачей настоящей работы стала качественная оценка универсальной видеосистемы на основании нового спектрального метода.

Примененный в данной работе спектральный метод заключался в получении спектральных характеристик цветной видеоматрицы и жидкокристаллического монитора с помощью монохроматора МДР-206. Монохроматор, сканируя диапазон длин волн от 400 до 1100 нм, записывает спектр пропускания цветных светофильтров видеокамеры, а затем, с использованием волоконного жгута, спектр излучения монитора, на который заранее устанавливаются три цвета, точно соответствующим координатам *RGB*: красный, зеленый и синий. Оптическая схема для измерения спектральной характеристики цветной видеокамеры проиллюстрирована на рис. 1, жидкокристаллического монитора – на рис. 2. Все необходимые измерения производились в относительных единицах по средствам программного обеспечения, управляющего работой монохроматора. Преимущество этого метода заключается в том, что для получения оценки цветопередачи цифровой видеосистемы не требуется эталонной видеоматрицы с известной спектральной характеристикой, а используется эталонный фотодиод, что повышает доступность применения предложенной методики.

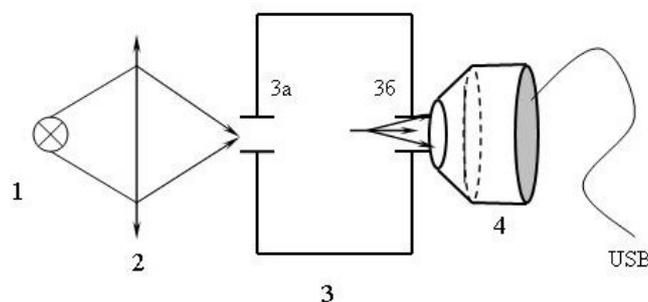


Рис. 1. Оптическая схема для относительного спектрального пропускания цветных светофильтров: 1 – источник излучения; 2, 3 – зеркальный конденсор и монохроматор; 3а, 3б – входная и выходная щели монохроматора соответственно; 4 – приемник излучения

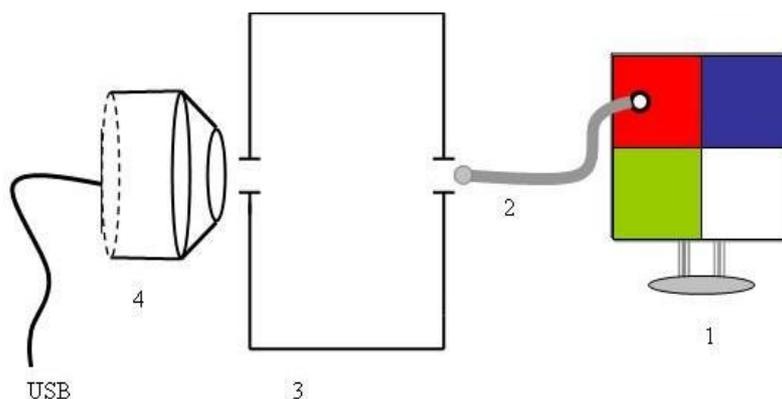


Рис. 2. Оптическая схема для относительного спектрального излучения монитора: 1 – ЖК-монитор; 2 – волоконный жгут; 3 – монохроматор; 4 – фотоприемное устройство

Измеренных спектральных характеристик достаточно для качественной оценки корректности цветопередачи цифровой видеосистемы. Полученные результаты соответствуют теоретическим ожиданиям, и, следовательно, можно судить о применимости данного метода к реальным видеосистемам.

Литература

1. Дамьяновски В. Цифровые и сетевые технологии / Пер. с англ. – М. 2006. – 480 с.
2. Зотин В. Измерение цвета // Публикации журнала «PakkoGraff», 2003. – №6.

УДК 535.42:528.71

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

А.Ю. Бобина

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Ресовский

Реконструкция искаженных изображений является на сегодняшний день весьма актуальной задачей цифровой обработки сигналов. Достижения в этой области важны для аэрокосмических систем съемки и видеонаблюдения. Апертура современных камер для аэросъемки – 1–2 м, что накладывает ограничения на возможное разрешение вследствие влияния функции рассеяния точки (ФРТ) системы.

Целью работы являлось исследование методов цифровой обработки изображений, позволяющих улучшить их характеристики по субъективным и объективным критериям без дополнительных затрат на космическую аппаратуру высокого разрешения. Для исследования взято изображение с размытыми контурами вследствие присутствия облачности, характерное для аэрокосмической съемки [1]. Оно подвергнуто свертке с ФРТ гауссова вида с нулевым математическим ожиданием и дисперсией, равной единице, и наложению шума с нормальным распределением и дисперсией 0,0015 (рис. 1).

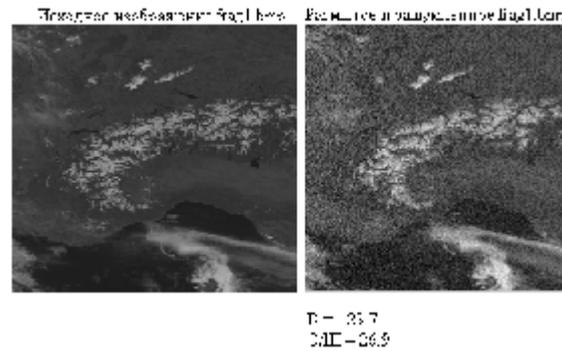


Рис. 1. Тестовое изображение

Исследуемые методы восстановления (фильтрация Винера с использованием автокорреляционных функций, сглаживающая фильтрация методом наименьших квадратов со связью, метод слепой деконволюции) протестированы на искаженном изображении. Результаты восстановления приведены на рис. 2.

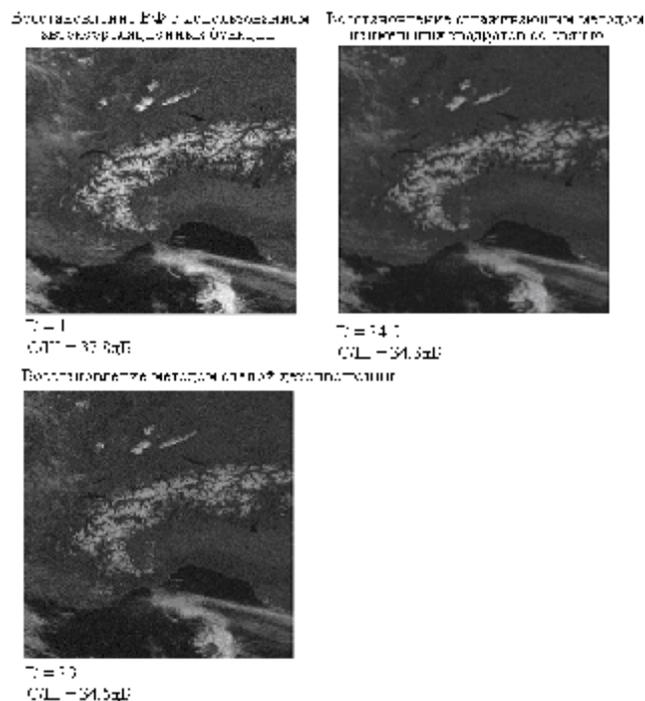


Рис. 2. Результаты восстановления

В результате исследования выяснено, что наиболее эффективным является восстановление фильтром Винера с использованием автокорреляционных функций шума и исходного изображения. Если подобная априорная информация недоступна, может использоваться итерационный метод слепой деконволюции, дающий результаты, сравнимые с другими методами. Он использует значительно больше вычислительной мощности, однако для его применения не требуется никакой априорной информации о ФРТ и шуме [2].

Литература

1. Бейтс Р., Мак-Доннелл М. Восстановление и реконструкция изображений. – М.: Мир, 1989. – 336 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

УДК 004.021

**РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ВЕРИФИКАЦИИ ДАННЫХ ФОРМАТОВ
GML И ISO-8211 В КАРТОГРАФИИ**

И.Н. Жданов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Захаров

Электронная картография получила широкое распространение в последние несколько десятилетий. В мире выпускаются десятки электронных карт и тысячи обновлений к ним. Важной задачей является контроль корректности карты при выпуске карт и обновлений. Электронные карты могут быть представлены в нескольких топологиях. В настоящее время происходит переход от карт топологии спагетти и chain-node [1] к картам полной топологии [2]. В связи с этим приобретает актуальность разработка средств верификации карт полной топологии. В данной работе был реализован компонент, отвечающий за верификацию карт полной топологии, в основе которого лежат разработанные в ходе работы алгоритмы.

Задачей данной работы было выработать критерии верификации карт с полной топологией; разработка компонента, отвечающего за проверку данных карты на корректность; тестирование получившегося компонента на правильность и оценка его быстродействия.

В ходе работы были выработаны следующие критерии верификации:

- корректность ссылок;
- корректность объектов первой группы;
- проверка замкнутости ребер;
- отсутствие пересечений ребер;
- корректность атрибутов feature объектов;
- отсутствие пересечения поверхностей;
- корректность идентификационных номеров;
- корректность имени карты.

На основе данных критериев были составлены и реализованы алгоритмы, вошедшие в программный компонент, отвечающий за проверку карты на корректность. В качестве алгоритма проверки пересекаемости ребер, в отличие от других, был использован существующий алгоритм поиска пересечений у отрезков.

Был протестирован программный компонент на существующей карте полной топологии, в которую постоянно вносились некорректности для того, чтобы верификатор обнаруживал их.

Было измерено время работы каждого алгоритма в отдельности. В ходе измерения были выявлены недостатки оптимизации и предложены пути решения данной проблемы.

В результате работы были выработаны критерии верификации карт полной топологии и на их основе был реализован работоспособный программный компонент, проверяющий карты полной топологии на корректность и выявлены его недостатки в оптимизации.

Литература

1. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data // International Hydrographic Organization. Monaco, Special Publication No. 57. Edition 3.1. November 2000. – 120 p.
2. Alexander L., Brown M., Greenslade B., Pharaoh A. Development of IHO S-100. The New IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data. – 11 p.

УДК 004.42:535.651

**МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ
НА ТРЕХЦВЕТНОМ ВИДЕОМИКРОСКОПЕ****Н.А. Рысев****Научный руководитель – м.л.н.с. А.В. Мельников**

В микроскопии важным параметром микрообъекта является его цвет. Наиболее простой и распространенный подход к получению цветовой информации, использование цветной видеокамеры, обладает рядом недостатков. Главным недостатком является необходимость интерполяции данных для получения результирующего изображения, что вносит значительные погрешности. Спектральные методы получения изображений объектов позволяют наиболее точно передавать цветовые характеристики, а также предоставляют возможность визуализации различных диапазонов спектра [1]. Универсальным подходом для получения спектральной информации по полю изображения является использование источника излучения и монохроматора [2], совмещенных с микроскопом и черно-белой видеокамерой. Достоинствами данного подхода являются высокое спектральное разрешение, а также возможность получения информации о различных диапазонах спектра [3]. Недостатками являются высокая стоимость и громоздкость конструкции. Если заменить гиперспектрометр на трехкомпонентную осветительную систему, состоящую из трех источников, излучающих в смежных диапазонах спектра (например, 400–500, 500–600, 600–700 нм), становится возможным создание компактного и недорогого прибора, обладающего преимуществами спектральных систем. В качестве источников излучения возможно использование либо светодиодов, излучающих в определенном спектральном интервале, либо, что более универсально, светодиодов с широким спектром излучения, а также светофильтров и дихроичных зеркал. Светофильтры в данном случае обеспечивают спектральную селективность, а дихроичные зеркала позволяют избавиться от побочного пропускания светофильтров в области спектра, не входящей в используемую, исключая помехи. Принципиальная схема прибора представлена на рисунке.

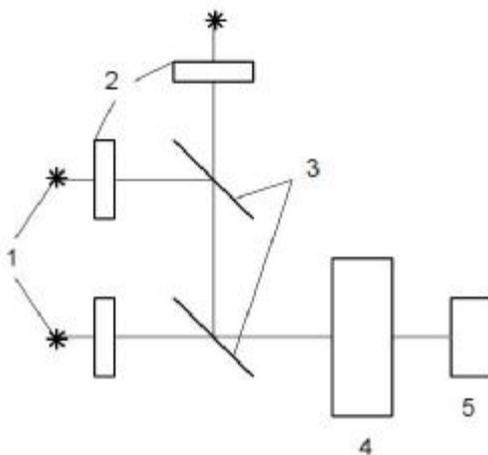


Рисунок. Принципиальная схема прибора: 1 – источники излучения; 2 – светофильтры; 3 – дихроичные зеркала; 4 – микроскоп; 5 – приемник излучения

Задачами данной работы являлись: сборка макета трехцветного видеомикроскопа; разработка программного обеспечения для получения, обработки данных и управления видеомикроскопом; проведение измерений в видимом и инфракрасном диапазонах спектра для качественной оценки результатов.

Полученные результаты позволяют судить о возможной применимости данного прибора в исследованиях биологических и медицинских объектов, предметов искусства, экспертных исследованиях и т.п.

Литература

1. Кривошеев М.И., Кустарев А.К. Цветовые измерения. – М., 1990.
2. Белашенков Н.Р., Гуров И.П., Лопатин А.И., Мельников А.В., Никифоров В.О. Осветительная система для микроскопа с регулируемой цветовой температурой излучения // Известия ВУЗов. Приборостроение, 2006. – Т. 49. – №10. – С. 67–70.
3. Белашенков Н.Р., Гуров И.П., Лопатин А.И., Мельников А.В. Микроскоп-спектрофотометр с матричным фотоприемником // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2007. – №43. – С. 260–265.

УДК 514.172:519.688

АНАЛИЗ, СРАВНЕНИЕ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИПОЛИГОНОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ ВИДИМОСТИ ОБЪЕКТОВ

В.Р. Силина

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Захаров

Во многих приложениях вычислительной геометрии и компьютерной графики, а также в различных графических редакторах и в системах визуализации картографических данных, объекты описываются с помощью многоугольников [2].

Для определения области видимости объектов необходимо использовать алгоритмы, выполняющие операции объединения, пересечения и разности полиполигонов (под понятием полиполигона, подразумевается группа многоугольников). Например, в системах визуализации картографических данных необходимо определять:

- области неофициальных данных на карте;
- области растровых карт с нестандартными единицами измерения и т.д.

В данной работе было произведено теоретическое и экспериментальное сравнение алгоритмов объединения, пересечения и разности полиполигонов применительно к задаче наложения друг на друга нескольких областей разного типа (например, карт различного формата). Кроме того, представлено программное обеспечение, позволяющее наглядно продемонстрировать работу нескольких алгоритмов арифметики полиполигонов.

Существует два различных представления полиполигонов. Полиполигоны могут быть представлены как совокупность границ и пикселей (прямоугольников).

Алгоритм Сазерленда-Ходжмана, алгоритм О'Рурка, Вейлера-Азертонна, триангуляционный алгоритм и алгоритм, предложенный Ласло представляют полигон как совокупность границ [3]. Такой способ представления удобен как для решения задачи заливки, так и обводки.

Алгоритм на основе регионов Windows представляет полигон через совокупность пикселей. Такое представление удобно только для решения задачи заливки.

Перечисленные выше алгоритмы проанализированы со следующих точек зрения:

- универсальность;
- вычислительная сложность;
- удобство для решения задачи заливки;
- удобство для решения задачи обводки.

После сравнения этих алгоритмов были выбраны триангуляционный алгоритм, алгоритм, предложенный Ласло, а также алгоритм на основе регионов Windows, так как только они удовлетворяют условиям корректной обработки полиполигонов за меньшее время. Выбранные алгоритмы в дальнейшем программно реализованы.

Разработанная программа обеспечивает вывод на экран, выбранную пользователем в диалогом окне группу полигонов, с учетом различных пересечений или объединений полигонов (в случае, если к выбранной группе полигонов принадлежат несколько полигонов), таким образом, показывая пользователю только «видную» часть полиполигона. Также предусмотрен выбор пользователем алгоритма, по которому будут производиться необходимые операции над полигонами, и измерено время работы алгоритма на конкретном наборе данных.

Для практических измерений производительности алгоритмов была выбрана задача, типичная для электронной картографии. На экране друг поверх друга рисуются карты нескольких форматов. Необходимо определить область экрана, покрытую картами нужного формата.

Были выбраны три тестовых набора с признаками (числом ребер, количеством горизонтальных, вертикальных и наклонных ребер и т.д.), характерными для электронной картографии.

Сравнивая выбранные алгоритмы, а также время работы программы для различных тестовых наборов, можно утверждать, что алгоритм, предложенный Ласло, является наиболее эффективным при работе с различного рода линиями. Тогда как применение алгоритма на основе регионов Windows наименее целесообразно ввиду длительности обработки наклонных линий.

Очевидно, что алгоритм, предложенный Ласло с точки зрения его применения в системах реализации картографических данных, является, наиболее, приемлемым для решения поставленных задач.

Литература

1. Прапарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение = Computational Geometry An introduction. – М.: Мир, 1989. – С. 478.
2. Скворцов А.В. Построение объединения, пересечения и разности произвольных многоугольников в среднем за линейное время с помощью триангуляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inf.tsu.ru/library/Publications/2002/54.pdf>, свободный.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
СПЕЦИАЛИСТОВ**



Корф Андрей Викторович

Год рождения: 1965

Факультет вечернего и заочного обучения, кафедра технология приборостроения, группа 5809

Специальность:

200107 Технология приборостроения

e-mail: fon_korf@mail.ru

УДК 621.5

МЕТОД ВИРТУАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

А.В. Корф

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Киселёв

В настоящее время методика бесконтактных измерений поверхностной геометрии получает все большее и большее распространение. Действительно, точность измерений постоянно возрастает, а привычные контактные методы весьма ограничены – к погрешностям измерения обязательно добавляется физическая деформация измеряемой детали и/или измерительных элементов. Бесконтактные же измерения лишены этого недостатка. Большинство современных измерительных систем, основанных на этом принципе, к сожалению, малопроизводительны [1–3].

В представленной НИВКР на основе анализа кинематики движения изделия обоснована предложенная конструкция макета автоматизированного рабочего места (АРМ) контролера. Рабочий макет АРМ контролера обеспечивает: ввод номинальных размеров и их допусков на контролируемое изделие; измерение размеров изделия с точностью, обеспечивающей соблюдение допуска на контролируемый размер за время, не более 0,3 секунды; отображение размеров, выходящих за пределы допуска; сохранение результатов измерений в файл – протокол в виде таблицы установленной формы; выдачу сигнала на разбраковку изделий.

Данная установка (рисунок) с успехом может применяться для высокоточного (до 5 мкм) контроля параметров внешнего контура изделий сложной геометрической формы размером до 100 мм в условиях поточного производства.

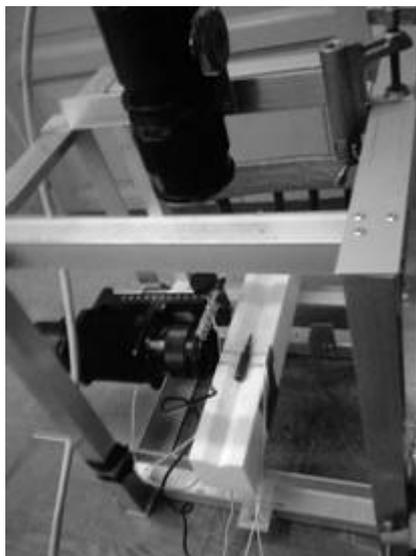


Рисунок. Макет АРМ контролера

Литература

1. Креопалова Г.В. Оптические измерения / Г.В. Креопалова, Н.Л. Лазарева, Д.Т. Пуряев. – М.: Машиностроение, 1987. – С. 38–45, 60–65.
2. Yali A. 2D Object Detection and Recognition: Models, Algorithms, and Networks / Yali A., MIT Press, 2002. – 324 с.
3. Жиганов И.Ю. Бесконтактные устройства измерения геометрических параметров труб / И.Ю. Жиганов – М.: Вузовская книга, 2004. – 272, [2] с.



Толкович Дмитрий Владиславович

Год рождения: 1983

Факультет вечернего и заочного обучения,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа 6870

Специальность:

200101 Приборостроение

e-mail: pyby@inbox.ru, pyby@yandex.ru

УДК 539.143.43, 53.082.7, 53.084.885, 620.179.162

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО МАКЕТА МР-ТОМОГРАФА

Д.В. Толкович

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Козаченко

В учебном процессе студентам необходимо наблюдать ядерно-магнитный резонанс и это можно осуществлять в курсе лабораторных работ «физические основы получения информации» или «учебно-исследовательских работ студентов». На кафедре измерительных технологий и компьютерной томографии Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики существует рабочий мини магнитно резонансный томограф (МРТ) с характеристиками: пространственное разрешение 64×64 пикс/см; область исследования 3 см в диаметре; напряженность магнитного поля 0,125 Тл. Однако характеристики данного МРТ не позволяют проводить полный цикл лабораторных работ, так как он не обладает достаточной разрешающей способностью. Кроме того, томограф не является мобильным.

Разработка переносного учебного макета мини МРТ позволит получать более качественное изображение, расширит возможности применения данного прибора, кроме того, при миниатюризации томографа на нем можно будет оперативно проводить исследования в любой лаборатории [1].

В процессе работы были разработаны: структурная схема; функциональная схема; принципиальные электрические схемы радиочастотного тракта (приемника и передатчика) мини МРТ. Разработанная учебная установка мини МРТ (рисунок) блок постоянного магнита с напряженностью поля 0,3 Тл. Корпус собран из стальных листов для увеличения коэффициента экранирования. Были рассчитаны: параметры генератора; параметры фазовых импульсов; параметры смесителя и коэффициент усиления оконечного усилителя; схема катушек градиентной системы. Разработана синхронизация импульсных последовательностей.

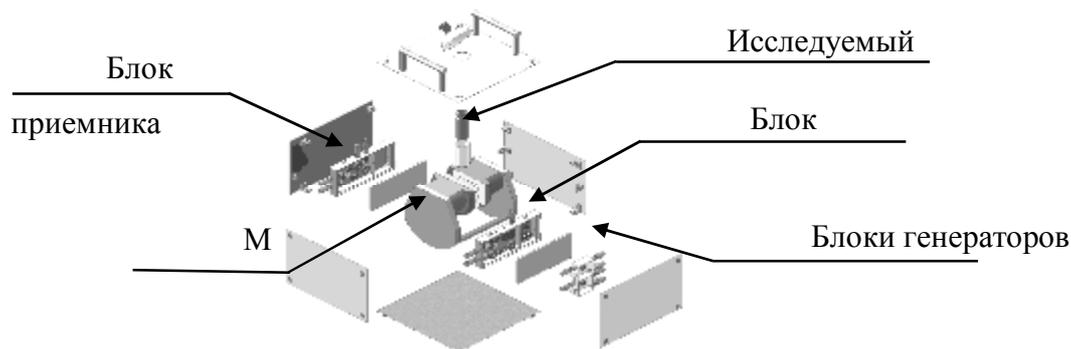


Рисунок. Внешний вид мини МРТ

Практические опыты с генератором и фазоделителем показали высокую стабильность их работы, которая достигает 10^{-3} МГц. Разработанный высокоскоростной предварительный усилитель в блоке приемника обладает чувствительностью 20 пВ и скоростью 13000 В/мкс, что позволяет усилить коротковременные всплески спектра [2]. Разрешающая способность генератора градиентной системы составляет 4096×4096 пикс/см при области исследования 3 см в диаметре [3].

Методы разработки мини МРТ и отдельных его блоков, представленные в данной работе, имеют значительные перспективы промышленного развития в области МРТ.

Литература

1. Разработка учебного макета МР-томографа / Выпускная квалификационная работа / СПбГУ ИТМО; рук. Козаченко А.В., 2010. – 60 с.
2. Модификация входного предварительного усилителя ЯМР-томографа с применением операционного усилителя / отчет о УИРС (промежуточ.): 05–06 / СПбГУ ИТМО; рук. Козаченко А.В., 2009. – 8 с.
3. Толкович Д.В. Задающий генератор градиентных импульсов / Д.В. Толкович, под редакцией В.Г. Кнорринг; Измерения в современном мире. – Сборник научных трудов, СПб ГПУ, 2009. – С. 161.

**ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА
(ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ)
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
СПЕЦИАЛИСТОВ**

Кокин Александр Викторович

Год рождения: 1968

Факультет вечернего и заочного обучения, кафедра систем управления и информатики, группа 6810

Специальность:

220201 Управление и информатика в технических системах

e-mail: a.v.kokin@mail.ru

УДК 68

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПОЛОЖЕНИЕМ ВИДЕОКАМЕРЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО
ПОРТРЕТНОГО АВТОМАТА**

А.В. Кокин

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Быстров

Тема НИВКР выбрана автором самостоятельно, связана с его творческой инициативой и выполнена по индивидуальному плану.

Система, предназначена для изменения положения видеокамеры в вертикальной плоскости с установленной скоростью и в заданном диапазоне, с помощью шариково-винтовой направляющей, которая жестко соединена с мотор-редуктором постоянного тока. Для поддержания частоты вращения коллекторного электродвигателя была использована плата управления с установленными на ней микроконтроллером и драйвером управления.

Существует множество систем автоматического привода, которые различаются по типу привода, а также по варианту исполнения схем управления регулировкой частоты вращения двигателя [1].

1. Система, на базе сервопривода (www.electroprivod.ru). Выбор сервопривода обоснован в случае, когда необходима долговечность, точность позиционирования и плавность перемещения. В нашем случае, эти достоинства кажутся излишними, и выявляют два существенных недостатка: цена комплекта (сервомотор + блок управления) и сложность настройки.
2. Система привода, основанная на линейном актуаторе (www.gearmotor.ru), представляет собой двигатель, редуктор и винт, интегрированные в единый механизм, имеет ряд недостатков: большие габариты, большая масса, сложность монтажа, высокий шум, высокая стоимость.
3. Система автоматического привода на основе коллекторного двигателя постоянного тока (www.electroprivod.ru), со встроенным мотор-редуктором. Нагрузкой системы является шариково-винтовая направляющая.

К достоинствам системы относится: большой ресурс работы; малошумность; низкая стоимость; легкость монтажа; низкое собственное энергопотребление.

Последняя предложенная система за счет лучшего соотношения цены и качества и была выбрана для данного проекта.

При выборе системы, были рассчитаны и выбраны [2]: редуктор, двигатель, датчик.

Произведен динамический расчет ПИД-регулятора модальным методом [3], и получены показатели ошибки при движении системы с постоянной скоростью (рисунок).

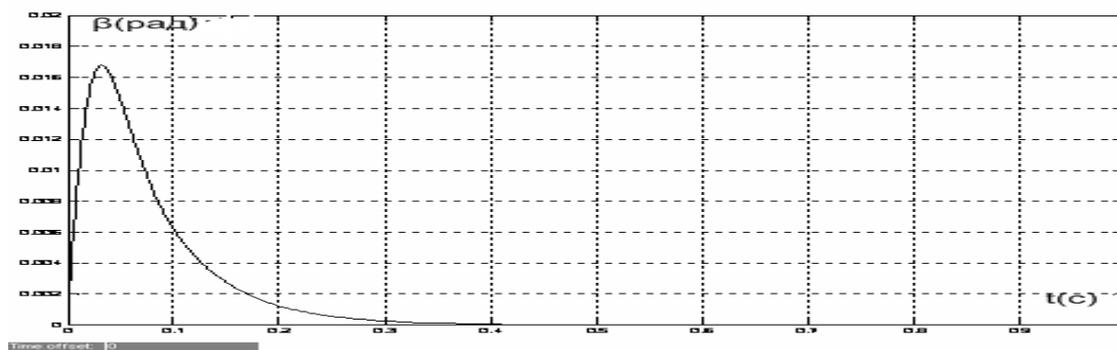


Рисунок. График движения системы с ошибкой при движении с постоянной скоростью и постоянном входном сигнале

Полученные результаты позволяют с уверенностью считать данную систему законченной разработкой, надежной, экономически обоснованной. Все выше перечисленное позволяет в перспективе от разработанной полезной модели перейти к товарному выпуску данного устройства, на производство которого уже есть потенциальные заказчики.

Литература

1. Методические указания по выбору двигателя для систем автоматического управления. – Л.: Кафедра автоматики и телемеханики, СПб: СПбГУ ИТМО, 1987.
2. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т. 2 / Под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 688 с.
3. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 и Simulink 5 в математике и моделировании. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 576 с.

Антонов Максим Евгеньевич

Год рождения: 1987

Гуманитарный факультет, кафедра менеджмента, группа 5051

Специальность:

080507 Менеджмент организации

e-mail: m-a-x@mail.ru

УДК 65

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ФГУП «НИИ «ВЕКТОР»

М.Е. Антонов

Научный руководитель – доцент В.В. Абакумов

Многие промышленные предприятия, в настоящее время, не имеют в своем распоряжении современного высокотехнологического оборудования, специально оборудованных площадей и систем информационного обеспечения производства, которые смогли бы обеспечить выпуск продукции отвечающей самым строгим требованиям заказчика. Поэтому задача переоснащения, и как следствие повышения конкурентоспособности отечественного промышленного производства на основе технического перевооружения предприятий является одним из национальных приоритетов развития страны на ближайшие годы [1].

Цель ВКР заключалась в том, чтобы на основании госзаказа и технологии производства Изделия «А» (высокоавтоматизированная система связи) разработать проект технического перевооружения ФГУП «НИИ «Вектор» с последующим экономическим обоснованием целесообразности реализации проекта. Главной целью технического перевооружения исследуемого предприятия является обеспечение своевременного и полнообъемного выпуска изделия госзаказа, с соответствующими требованиями заказчика качеством, ценой и характеристиками.

В рамках проделанной работы по разработке проекта технического перевооружения ФГУП «НИИ «Вектор» был разработан ряд мероприятий, в основном, по разделу «инженерное проектирование производственных систем».

Так, исходя из режима работы предприятия, трудоемкости по конкретным видам работ и с учетом коэффициента резервирования, было определено требуемое количество технологического оборудования. Расчетным путем, с использованием специальных формул и укрупненных нормативов, было определено требуемое, для выполнения госзаказа, количество работников по всем категориям. По удельным нормам и нормативам на одну единицу технологического оборудования и на одного рабочего, с учетом коэффициента использования площадей была рассчитана потребность в производственных и иных площадях необходимых для выполнения госзаказа.

Общий объем капитальных вложений требуемых для реализации проекта технического перевооружения ФГУП «НИИ «Вектор» составляет 143130 тыс. руб. Себестоимость годовой программы выпуска равняется 768750 тыс. руб. Последовательный расчет основных технико-экономических показателей показал, что вложение в техническое перевооружение государственные инвестиции в указанных объемах позволит обеспечить годовой выпуск продукции в сумме 861000 тыс. руб. (без НДС) в ценах 2009 г. при уровне рентабельности 12,0%, при этом чистая прибыль составит 73800 тыс. руб.

Экономический эффект за расчетный период составит 309620 тыс. руб. Период окупаемости капитальных вложений и оборотных средств составит 2,47 года, а бюджетная эффективность составит 218195 тыс. руб.

Таким образом, вложение в техническое перевооружение инвестиций целесообразно и экономически оправдано.

Литература

1. Мантуров Д.В. Решение III Конгресса машиностроителей России по вопросам обеспечения эффективности реализации проектов технического перевооружения промышленных предприятий. – 2008.

Попова Ольга Александровна

Год рождения: 1987

Гуманитарный факультет, кафедра менеджмента, группа 5050

Специальность:

080507 Менеджмент организации

e-mail: lelik3212@mail.ru

УДК 65.01

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПЕРЕОБОРУДОВАНИЯ КИНОТЕАТРА

О.А. Попова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.К. Прохоров

В Санкт-Петербурге появляется много новых кинотеатров, которые используют современное оборудование, поэтому кинотеатру «Киностар Сити» необходимо не отставать от своих конкурентов. В ВКР было предложено усовершенствовать систему кинопоказа, используя более современное цифровое оборудование. Преимущества цифрового кинопоказа для различных сегментов киноиндустрии:

- для производителей кинопродукции. Высочайшее качество изображения и звука будет теперь доступно в любом кинозале, оборудованном соответствующими технологическими системами воспроизведения.
- для дистрибьюторов кинопродукции цифровой оригинал позволяет отказаться от дорогостоящей печати экранных копий и расходов на доставку традиционных кинолент в кинотеатры. Цифровые кинотехнологии обеспечивают круглосуточную доставку кинофильмов в кинотеатры, разбросанные по всему миру, а также возможность быстрой смены репертуара во многих кинотеатрах одновременно.
- для прокатчиков цифровые кинотехнологии дают возможность менеджерам кинотеатров гибко управлять процессом проката. Появляется возможность разработки новых способов рекламы и продвижения кинофильмов, которые существенно увеличат прибыль от работы кинотеатров.
- для зрителей цифровые технологии обеспечивают получение прекрасного изображения и звука, такого качества, которое закладывают в кинопроизведение его создатели. Картинка остается стабильной, чистой, без грязи в течение всего времени проката [1].

В работе было предложено переоборудовать два небольших зала кинотеатра из обычных пленочных в цифровые. Обычно дистрибьюторы требуют не менее одного месяца с момента уведомления об установке цифрового кинопроектора до момента получения первых цифровых кинокопий, что связано с достаточно трудоемкой процедурой регистрации оборудования в различных базах данных дистрибьюторов и лабораторий, генерирующих ключи [2]. Так как в залах будут показываться цифровые фильмы в формате RealD или Digital, то необходимо заключить договора с основными партнерами, которые поставляют фильмы. Необходимо подобрать и заказать нужное оборудование для залов. Стоимость цифрового кинопроектора iS15-2K равна 2,64 млн. руб., а стоимость «серебряного» экрана – 0,69 млн. руб. [3]. Помимо проектора и экрана необходимо также купить очки, стоимость которых около 30 рублей. Когда оборудование будет доставлено, его необходимо установить и протестировать, а в залах повесить новые экраны и провести косметический ремонт.

Цифровой проектор – дорогостоящее оборудование, при его установке появляется ряд экономически важных преимуществ:

- затраты на оплату труда уменьшаются на 0,79 млн. руб. в год вследствие сокращения количества киномехаников;

- цифровые проекционные системы менее энергоемки, что приводит к снижению затрат электроэнергии;
- выручка увеличится на 51,36 млн. руб. в год;
- чистая прибыль после нововведений увеличится на 23,94 млн. руб. в год по сравнению с настоящим, а срок окупаемости проекта составит 5,5 месяцев.

Литература

1. Сорокоумов Б. Качество кинотеатрального показа // Техника и технологии кино, 2008. – № 1. – С. 31–33.
2. Устинов В. Цифровое производство видеоматериалов // Техника и технологии кино, 2006. – № 11. – С. 15–17.
3. Основные характеристики цифрового проектора NEC STAR*Beam iS 15-2K [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitalcinema.ru/content/nec2.php>, свободный.

Смирнова Анна Николаевна

Год рождения: 1987

Гуманитарный факультет, кафедра менеджмента, группа 5050

Специальность:

080507 Менеджмент организации

e-mail: Anna_Smirnova@mail.ru

УДК 65.01

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЕТ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

А.Н. Смирнова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.К. Прохоров

Актуальность темы работы заключалась в том, что конкурентоспособность предприятия, эффективность его функционирования зависит от требований рынка. В условиях кризиса на рынке древесных плит и фанеры значительно изменились приоритеты спроса. Квадратная большеформатная фанера, которая является доминантной в производстве ОАО «Севертара», становится невостребованной на рынке, в то время как спрос на фанеру размером 1220×2440 мм растет. Увеличивается спрос на ламинированную фанеру, которая стоит дешевле по сравнению с облицовочными материалами из более ценных хвойных и тропических лиственных пород древесины [2]. По оценкам экспертов в 2010 году в лесопромышленном секторе начнется рост производства, а к 2013 году Россия выйдет на докризисные показатели в лесопромышленном производстве [3].

Повысить эффективность деятельности ОАО «Севертара» можно за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции с целью выхода на новые рынки сбыта, привлечения новых клиентов и партнеров, усиления экспортных позиций предприятия. Для этого необходимо ввести в эксплуатацию новый цех на имеющихся производственных площадях.

Целевая производительность для проведения расчетов составляет 35000 м³/год клееной березовой фанеры форматом 1220×2440 мм. Технические характеристики и номенклатура планируемой к выпуску продукции для проведения расчетов были

выбраны в соответствии с выводами обзора рынка фанеры и древесных плит и опытом собственного производства и продаж [1].

Был определен состав работ и объектов по вводу нового производственного цеха в эксплуатацию, разработан календарный график планирования работ [1]. Так как предприятие самостоятельно занимается лесосводкой и лесопилением, при планировании следует учитывать фактор сезонности работ по заготовке древесины. Рабочая документация должна быть готова к началу работ по лесосводке. Все работы выполняются служащими и рабочими предприятия.

Оборудование выбиралось путем сравнения альтернативных технологий производства фанеры заданного формата 1220×2440 мм. Стоимость комплектной производственной линии составит 125 млн. руб. Суммарные затраты на ввод нового цеха в эксплуатацию составляет 126 млн. руб. Себестоимость производства м³ фанеры марки ФСФ составит 8894 руб. Себестоимость производства м³ фанеры ламинированной составит 9542 руб. Цену на продукцию назначаем на основе среднерыночных цен. Эффективность проекта:

- годовая чистая прибыль предприятия при реализации новой продукции составит 151,85 млн. руб. В настоящий момент предприятие имеет 72,206 млн. руб. чистой прибыли;
- срок окупаемости предложенного проекта составит 10 месяцев. При таком горизонте окупаемости проекта появляется реальная возможность найти инвестора.
- рентабельность продукции составит по расчетам 47%, на сегодняшний день рентабельность составляет 25%.

Литература

1. Экономика предприятия // Финансовый директор, 2006. – № 5.
2. Новые технологии производства фанеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cniif.ru>, свободный.
3. Обзор рынка производства фанеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fanera-bazar.ru>, свободный.

Левкоева Александра Игоревна

Год рождения: 1988

Естественнонаучный факультет, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа 5741

Специальность:

050501 Профессиональное обучение

e-mail: sunny-levk@yandex.ru

УДК 378.147:535:747.012

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ РАЗВИВАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ ОПТИКИ СПбГУ ИТМО (ЗОНА 1)**

А.И. Левкоева

Научный руководитель – ст. преподаватель О.Б. Ушакова

Все более популярными становятся музеи, активно использующие образовательные технологии для создания интерактивных экспозиций. Таким образом, традиционные естественнонаучные музеи превращаются в образовательные центры, в которых посетитель становится активным участником процесса обучения.

На сегодняшний день в Санкт-Петербурге существует интерактивная образовательная экспозиция «Музей оптики» Санкт-Петербургского государственного

университета информационных технологий, механики и оптики (СПбГУ ИТМО), которая создавалась в течение нескольких лет. Это первая, уже реализованная часть проекта «Интерактивного центра по оптике», который требует продолжения и развития.

Цель ВКР заключалась в проектировании интерактивной развивающей среды в рамках образовательной экспозиции «Музея оптики» СПбГУ ИТМО. Для решения поставленной задачи были изучены русские и зарубежные музеи-аналоги, выявлены их достоинства и недостатки. На основании полученных результатов были сформированы требования [1] к проектированию музейной среды.

Предпроектный анализ, как один из этапов работы данного проекта, определил возможности и ограничения проектирования. Именно предпроектный анализ стал основой всего проектирования. По результатам обмеров были выполнены все необходимые чертежи и модель помещения под музейный зал. Проведена перепланировка и функциональное зонирование помещения.

При проектировании оборудования были учтены эргономические требования, проанализированы достоинства и недостатки оборудования в музеях-аналогах. Кроме того были соблюдены требования к доступности среды для людей различных возрастов и людей с ограниченными возможностями.

Были созданы эскизные модели интерактивных экспонатов и информационные стенды к ним для зоны 1. Экспонаты расставлены на плане, созданы фотореалистичные изображения экспонатов и интерьера для зоны 1 (рисунок).



Рисунок. Вид зоны 1

Значимость данного проекта заключается в создании развивающей среды «Музея оптики», которая реализует эффективное взаимодействие между учащимися и экспонатами музея. В дополнение к проекту был создан журнал-проект, где представлены фотореалистичные изображения залов с экспонатами. Данный журнал может быть использован руководством музея как способ привлечения инвестиций для развития интерактивного «Музея оптики» СПбГУ ИТМО.

Литература

1. Рунге В.Ф. Эргономика в дизайне среды/ В.Ф. Рунге, Ю.П. Манусевич. – М.: Архитектура-С, 2009. – 328 с.

Дайнеко Александра Юрьевич

Год рождения: 1988

Естественнонаучный факультет, кафедра инженерной и компьютерной графики,
группа 5741

Специальность:

050501 Профессиональное обучение

e-mail: son-day@yandex.ru

УДК 378.147:535:747.012

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ РАЗВИВАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ ОПТИКИ СПбГУ ИТМО (ЗОНА 2)**

А.Ю. Дайнеко

Научный руководитель – ст. преподаватель О.Б. Ушакова

В последние десятилетия по всему миру начали появляться музеи, активно использующие образовательные технологии для создания интерактивных экспозиций. Развитие современных научных музеев направлено на создание образовательных центров, в которых посетитель становится активным участником процесса обучения.

На сегодняшний день в Санкт-Петербурге существует интерактивная образовательная экспозиция «Музей оптики» СПбГУ ИТМО – выставочно-презентационный комплекс, экспозиции которого знакомят посетителей с широким кругом применений оптических и оптико-информационных технологий. Существующая интерактивная экспозиция «Музея оптики» требует дальнейшего развития и расширения. Актуальность данной ВКР объясняется необходимостью создания новых интерактивных залов в рамках существующей экспозиции «Музея оптики».

Цель работы заключалась в создании предпроектного предложения по второй очереди «Музея оптики» – в проектировании интерактивной развивающей среды в рамках образовательной экспозиции «Музея оптики» СПбГУ ИТМО. Для решения поставленной задачи были изучены русские и зарубежные музеи-аналоги, выявлены их достоинства и недостатки. На основании полученных результатов были сформулированы требования [1] к проектированию музейной среды (в том числе к оборудованию, экспонатам музея).

Предпроектный анализ, как один из этапов работы и основа данного проекта, определил возможности и ограничения проектирования. По результатам обмерных работ были выполнены все необходимые чертежи, в программе Autodesk Revit Architecture 2010 создана трехмерная модель помещения залов музея. В рамках дипломного проекта проведены перепланировка и функциональное зонирование помещения музея на две зоны. При проектировании оборудования были учтены эргономические требования, требования к доступности среды для людей разных возрастных групп и физических возможностей, а также достоинства и недостатки музеев-аналогов.

В результате компьютерного моделирования были созданы трехмерные модели интерактивных экспонатов и информационные стенды к ним для зоны 2. Финальной стадией проекта стало размещение экспонатов и оборудования в трехмерной модели помещения музея, визуализация видов зоны 2 (рисунок) и получение фотореалистичные изображения экспонатов и интерьера.



Рисунок. Вид зоны 2

Значимость данного проекта заключается в создании развивающей среды «Музея оптики», которая реализует эффективное взаимодействие между учащимися и экспонатами музея. В дополнение к проекту был создан журнал-проект, где представлены фотореалистичные изображения залов с экспонатами. Данный журнал может быть использован руководством музея как способ привлечения инвестиций для развития интерактивного «Музея оптики» СПбГУ ИТМО.

Литература

1. Рунге В.Ф. Эргономика в дизайне среды/ В.Ф. Рунге, Ю.П. Манусевич. – М.: Архитектура-С, 2009. – 328 с.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
СПЕЦИАЛИСТОВ СПбГУ ИТМО**

УДК 535.016 + 372.853

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ ДЕМОСТРАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ «РАДУГА»**А.О. Демидова****Научный руководитель – доцент Ю.И. Копилевич**

Программа выполнена по договору с «Музеем оптики» СПбГУ ИТМО.

Атмосферная оптика – одна из древнейших наук, рассматривающая явления, наблюдаемые в повседневной жизни, однако вопросы атмосферной оптики практически полностью исключены из современной программы физики в средней школе и стандартных курсов, читаемых в технических вузах.

Строгая теория радуги достаточно сложна [1]; тем не менее, основные характеристики (угловое положение радуг различных порядков; чередование цветов в радуге; наличие темной полосы между радугами первого и второго порядков) может быть объяснен на основе школьных знаний по физике и оптике. Именно такой подход реализован в разработанной демонстрационной программе, алгоритм которой основывается на законах геометрической оптики. С помощью тригонометрических формул и закона преломления по заданному углу падения θ_i можно найти углы рассеяния первого и второго порядков θ_1 и θ_2 (углы рассеяния лучей, испытавших одно и два внутренних отражения, соответственно) [2]. Каждая из зависимостей $\theta_1(\theta_i)$ и $\theta_2(\theta_i)$ имеет единственный экстремум, и экстремальные значения углов рассеяния θ_1 и θ_2 соответствуют угловому положению радуг 1-го и 2-го порядков, соответственно. При этом лучам, образующим первичную радугу, соответствует минимальный угол рассеяния первого порядка θ_1^{\min} , а лучам, образующим вторичную радугу, – максимальный угол рассеяния второго порядка θ_2^{\max} . Поскольку $\theta_1^{\min} > \theta_2^{\max}$, между первичной и вторичной радугой образуется темная полоса Александра [1].

В разработанной демонстрационной программе значения угла падения θ_i перебираются либо «вручную», либо автоматически с шагом 0,5 градуса; строится ход лучей в капле, и определяются значения $\theta_1(\theta_i)$ и $\theta_2(\theta_i)$, отображаемые на шкалах углов рассеяния 1-го и 2-го порядков. Производится накопление «попаданий» углов рассеяния в каждый из интервалов длиной 0,5 градуса на этих шкалах, и наибольшая концентрация рассеянных лучей соответствует угловому положению радуги (первичной и вторичной). Все расчеты и вывод результатов проводится для различных цветов спектра солнечного излучения (красного, желтого, зеленого и синего); дисперсия показателя преломления воды приводит к расщеплению экстремальных значений углов рассеяния θ_1^{\min} и θ_2^{\max} для различных длин волн, что и приводит к чередованию цветов в радугах 1-го и 2-го порядков.

Демонстрационная интерактивная программа, разработанная в настоящей работе, предназначена, прежде всего, для включения в «виртуальную» часть экспозиции «Музея оптики» СПбГУ ИТМО, но может иметь и более широкое применение как учебное пособие по курсу физики для школьников и студентов младших курсов [3]. Обладая наглядностью и простотой, реализованная программа не претендует на точное моделирование процесса рассеяния солнечного излучения на капле воды в воздухе. Тем не менее, она достаточно строго объясняет основные черты явления радуги – угловое положение дуг различных порядков, чередование цветов в радуге, локализацию темной полосы Александра на основе школьных знаний по физике.

Литература

1. Нуссенцвейг Х. Теория радуги / Л.В. Келдыш // Успехи физических наук, 1978. – Т. 125. – Вып. 7. – 557 с.
2. Хафмен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами / Борен К. – М.: Мир., 1986. – 664 с.
3. Трайнев В.А., Трайнев И.В. Информационные коммуникационные педагогические технологии: учебное пособие / Дашков и Ко. – М., 2008. – 279 с.

УДК 62-231.1, 62-233.3/9, 621.01, 621.8.025.7, 621.865.8

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХ КООРДИНАТНОЙ ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

И.А. Дмитриев

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Киселёв

Среди механизмов параллельной кинематики особый интерес представляют многокоординатные поворотные платформы.

Большинство современных поворотных платформ являются двух координатными. Тогда как поворотные платформы, имеющие 3 степени свободы, встречаются намного реже и имеют довольно узкий диапазон вариантов конструктивного исполнения. Связано это как со сложностью проектирования подобных механизмов, так и с довольно ограниченным количеством вариантов кинематических схем, обеспечивающих выходному звену 3 степени свободы вращения [1].

В настоящее время большинство многокоординатных поворотных платформ выполняются с использованием карданова подвеса, а так же в виде многозвенных рычажных механизмов. Каждый из этих вариантов конструкции обладает рядом особенностей, которые при определенных условиях можно отнести к недостаткам подобных механизмов.

В процессе работы был предложен вариант конструктивного исполнения трех координатной поворотной платформы без использования карданова подвеса, проведено компьютерное моделирование кинематики механизма, собран и представлен на кафедре макет разработанной платформы (рисунок).



Рисунок. Фотография макета трех координатной поворотной платформы

Предложен вариант системы контроля положений, позволяющий исключить применение подвижных контактов. Рассмотрены способы повышения точности этой системы и точности позиционирования платформы. Предложен вариант измерительного комплекса для контроля точности перемещения поворотной платформы, позволяющий производить измерение угловых динамических перемещений с точностью 2–4 угл. с.

В работе рассмотрен вариант применения разрабатываемой платформы в качестве технологического оборудования для прецизионной обработки тел сферической формы.

По результатам исследования было определено, что проектируемая платформа обладает относительно простой конструкцией, позволяет осуществлять поворот выходного звена прямым приводом, исключает применение подвижных контактов для системы контроля, а так же имеет широкий диапазон применения, не требуя при этом изменения кинематики механизма [2].

Литература

1. Анализ 3-х координатных платформ / отчет о УИРС (заключительный) / СПбГУ ИТМО; рук. Киселев С.С., 2009. – 14 с.
2. Разработка и исследование 3-х координатной поворотной платформы / Выпускная квалификационная работа / СПбГУ ИТМО; рук. Киселев С.С., 2010. – 73 с

УДК 004.58

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЕКТОРНОГО МУЛЬТИПЛИКАЦИОННОГО РЕДАКТОРА MULTIFUSION

И.О. Латышева

Научный руководитель – ст. преподаватель А.С. Миронов

В настоящее время существует потребность в мультипликационном редакторе, пригодном для использования на ранних стадиях обучения. К такому мультипликационному редактору предъявляются следующие требования:

1. возможность изменять интерфейс приложения, регулируя количество доступных функций;
2. соответствие интерфейса приложения современным стандартам построения графических интерфейсов.

Для решения этой проблемы на кафедре инженерной и компьютерной графики СПбГУ ИТМО разрабатывается векторный анимационный редактор MultiFusion.

На основании обзора аналогов и анализа текущего состояния проекта были выявлены ключевые недостатки текущей версии MultiFusion:

- отсутствие неспецифического формата экспорта анимации;
- отсутствие пользовательской документации.

Были сформулированы следующие задачи дипломной работы.

1. Изучение документации по расширению функциональных возможностей.
2. Проектирование дополнений экспорта анимации в неспецифический формат, справки и пошаговых обучающих пособий.
3. Выбор технологий и инструментальных средств.
4. Подготовка справочных сообщений для каждого из дополнений и также серии пошаговых обучающих пособий.
5. Реализация дополнений.
6. Отладка и тестирование.
7. Обоснование экономической целесообразности разработки.

Документация была изучена по мере необходимости в процессе проектирования и реализации дополнений. Дополнительно была изучена документация по Qt версий 4.4 – 4.6, XSLT, спецификация SVG (раздел «Анимация»).

Было произведено обновление библиотек Qt, использующихся в проекте, с версии 4.4 до версии 4.6.

Дополнения были спроектированы, реализованы и отлажены. На рисунке представлены примеры интерфейсов разработанных дополнений.

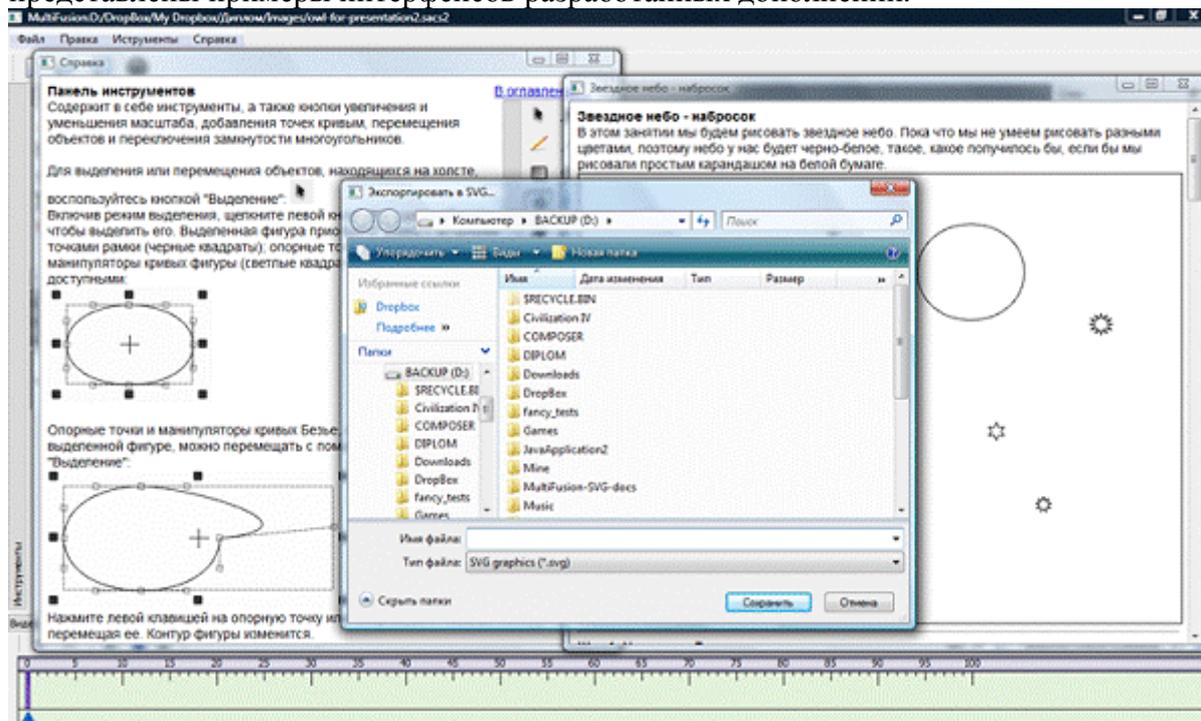


Рисунок. Примеры интерфейсов разработанных дополнений

В рамках подготовки справочных сообщений был создан XML-документ, содержащий серию справочных сообщений со ссылками на иллюстрации к ним.

В рамках подготовки пошаговых обучающих пособий был создан XML-документ, содержащий пять пошаговых обучающих пособий возрастающей сложности со ссылками на иллюстрации к ним.

УДК 535.376

ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ БЛОК РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

А.В. Селютина

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Чертов

Главной целью работы являлось изучение проблемы системы регистрации (СР), использование которой позволит отойти от покусковой подачи материала и анализировать его в потоке, по всей ширине потока, без деления на ручьи.

Существующая СР на ФЭУ R6094 может лишь установить наличие объекта в зоне регистрации, но не определить его точное положение и просчитать ориентировочную траекторию его движения. Таким образом, в данной работе рассмотрен вариант замены традиционного в сепарации ФЭУ R6094 на другой приемник оптического излучения, позволяющий определять точное местоположение зерна в потоке. Это позволит локализовать его отсечку также с высокой точностью, а это, в свою очередь, повлечет за собой увеличение чувствительности и селективности системы и, как следствие, показателя сокращения при сепарации [1].

Для разработки рассматривался ряд многоанодных фотоэлектронных умножителей (МФЭУ), работающих в спектральной области регистрации свечения от 300 до 650 нм, что оптимально соответствует целям разрабатываемого позиционно-

чувствительного блока регистрации свечения, так как приблизительно совпадает со спектральным распределением свечения алмазов. Решающим фактором при выборе ФЭУ стало значение эффективной площади на канал. Учтем исходные данные работы: класс крупности материала: $-6+0,5$ мм; ширина потока материала -95 ± 5 мм; длина зоны регистрации 15 мм. Следовательно, чем шире будет рабочая зона ФЭУ, тем эффективнее можно подобрать оптическую систему для блока регистрации. Для решения задачи был выбран МФЭУ типа Н7260К фирмы Hamamatsu, продольные и поперечные размеры которого составляют 31,8 мм и 7 мм, соответственно, соотношение его эффективной площади практически пропорционально соотношению размерам зоны регистрации.

После того, как был выбран приемник оптического излучения, был произведен габаритно-энергетический расчет оптической системы при заданной вероятности правильного обнаружения принимаемого излучения. На основании результатов расчета и исходных данных из каталога OPAL был выбран объектив.

Затем был разработан сборочный чертеж фотометрического блока, разработаны чертежи деталей, технологический процесс сборки и электрическая схема, которая представляет собой 32 операционных усилителя, расположенных на одной плате.

Расчет надежности системы показал, что среднее время безотказной работы составляет 2500 часов.

В завершении был произведен расчет экономической эффективности, который показал, что при себестоимости в 365 тыс. руб. прибыль составит почти 110 тыс. руб., а рентабельность составляет 30%.

Литература

1. Научно-исследовательская работа «Изучение проблемы сканирующей системы регистрации на базе диссектора или позиционно-чувствительных детекторов», С.И. Морщихин, ОАО «НПП «Буревестник».

СОДЕРЖАНИЕ

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ.....		5
Абршин А.Н. Влияние температуры на люминесцентные свойства эрбия в керамиках, стеклах и кристаллах.....		6
Ведяков А.А. Адаптивное управление в условиях внешних возмущений и запаздываний.....		7
Капойко Ю.А. Эволюция длительности гауссового на входе в среду импульса из малого числа колебаний в прозрачной оптической среде.....		8
Орлов А.А. Эффекты сильной пространственной дисперсии в слоистых металлодиэлектрических оптических метаматериалах.....		10
Щедрин П.В. Измерение углов ориентации наноструктур тонких пленок полиметиновых красителей под действием лазерных моноимпульсов.....		12
ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ		14
Богданова В.О. Разработка методики мультифрактального анализа измерительных сигналов.....		15
Брунов В.С. Запись трехмерных голографических решеток в кристаллах ниобата лития.....		16
Горин А.В. Разработка мобильного робота и системы позиционирования.....		17
До Тан Тай. Исследование спектральных характеристик металлодиэлектрических светофильтров.....		19
Жуков А.С. Изучение возможности определения степени армирования наноструктурированных композиционных порошков с помощью анализатора удельной поверхности.....		20
Лашманов О.Ю. Исследование методов автофокусировки.....		21
Моторин А.В. Моделирование алгоритмов фильтрации малогабаритной интегрированной системы ориентации и навигации в пакете MatLab.....		23
Неганов В.Е. Принцип телепортации однокубитных смешанных состояний через квантовый канал с учетом шума.....		24
Синев Д.А. Исследование волн пропускания в ситалле при воздействии YAG:Nd-лазера.....		25
Соколов Ю.А. Исследование дифракции света на зеркальной щелевой апертуре для контроля пространственного положения объектов.....		27
Тарасов М.Ю. Методика работы с трибометрической системой «ТриБАЛ-2» при наличии обратной связи.....		28
Халилов Э.А. Фазовые диаграммы ОЦК систем в периодической модели Андерсона.....		29
Цопа Ю.А. Устройство для поверки плоскопараллельных концевых мер длины.....		30
ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ СПбГУ ИТМО.....		33
Кочетов А.Д. Лазерный форминг тонколистовых металлических изделий.....		34
Чикалев Ю.В. Лазерная очистка поверхностей от граффити.....		35

Заяц И.Л. Разработка системы управления поворотным колесом для мобильного робота.....	36
Прокопенко А.О. Синтез модального управления на заданный запас устойчивости.....	37
Попова Е.В. Модернизация осветительной части биологического микроскопа сравнения.....	38
Суворов А.С. Классификация обозначений кинематических элементов для приборостроения.....	39
Уткин И.А. Датчик нагружения на основе механотрона в трибометрической системе «ТРИБАЛ-2».....	42
Федотов М.А. Обработка одномерного сигнала с помощью методов вейвлетного анализа.....	43
Дырнаев А.В. Исследование и разработка компьютерных методов сегментации текстурных изображений.....	44
Соловьев А.П. Исследование кинетики роста нанокристаллов серебра при комплексной электронно-лучевой и термической обработке.....	45
Тыщенко Д.А. Минимизация оптических потерь кварцевых одномодовых световодов с германосиликатной сердцевиной.....	46
Ковалев И.А. Прибор ночного видения с безбатарейной системой питания.....	47
Курицын П.А. Разработка конструкции эпидурального зонда.....	48
Оболенсков А.Г. Разработка светозащитных элементов космического телескопа.....	49
Моисеева В.А. Технология изготовления оптических минидисков.....	50
Прошанов А.И. Исследование спектрально-люминесцентных характеристик стекол и стеклокерамик, активированных ионами хрома.....	51
Смирнов А.А. Анализ метрологических характеристик и доработка установки для определения приведенного коэффициента яркости очковых стекол средств индивидуальной защиты глаз.....	52

УЧАСТНИКИ КОНКУРСА КАФЕДР

НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ СПбГУ ИТМО.....	54
Абдуллин Д.В. Разработка алгоритмов цифровых преобразований телевизионных сигналов в проводных линиях связи.....	55
Адеева Е.С. Оценка качества цветопередачи цифровой видеосистемы.....	56
Бобина А.Ю. Исследование методов повышения качества изображения космических снимков.....	57
Жданов И.Н. Разработка средств верификации данных форматов GML и ISO-8211 в картографии.....	59
Рысев Н.А. Методика обработки изображений, полученных на трехцветном видеомикроскопе.....	60
Силина В.Р. Анализ, сравнение и программная реализация алгоритмов преобразования полиполигонов для определения области видимости объектов.....	61

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА

НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ СПЕЦИАЛИСТОВ.....	63
Корф А.В. Метод виртуальных комплексных калибров для скоростных измерений изделий сложной формы.....	64
Толкович Д.В. Разработка учебного макета МР-томографа.....	65

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ СПЕЦИАЛИСТОВ		67
Кокин А.В. Разработка системы автоматического управления положением видеокамеры универсального портретного автомата.....		68
Антонов М.Е. Разработка проекта технического перевооружения ФГУП «НИИ «ВЕКТОР».....		69
Попова О.А. Разработка проекта переоборудования кинотеатра		71
Смирнова А.Н. Повышение эффективности деятельности предприятия за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции		72
Левкоева А.И. Проектирование интерактивной развивающей среды в рамках образовательной экспозиции музея оптики СПбГУ ИТМО (зона 1).....		73
Дайнеко А.Ю. Проектирование интерактивной развивающей среды в рамках образовательной экспозиции музея оптики СПбГУ ИТМО (зона 2).....		75
ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ СПЕЦИАЛИСТОВ СПбГУ ИТМО.....		77
Демидова А.О. Разработка интерактивной демонстрационной программы «Радуга».....		78
Дмитриев И.А. Разработка и исследование трех координатной поворотной платформы		79
Латышева И.О. Расширение функциональных возможностей векторного мультипликационного редактора MultiFusion		80
Селютина А.В. Позиционно-чувствительный блок регистрации сигналов рентгенолюминесценции		81

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров и специалистов СПбГУ ИТМО / Главный редактор Начальник НИЧ Л.М. Студеникин. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 86 с.

**АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ
БАКАЛАВРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ
СПбГУ ИТМО**

Главный редактор

Начальник НИЧ

Л.М. Студеникин

Дизайн обложки Л.М. Корпан

Редакционно-издательский отдел СПбГУ ИТМО

Зав. РИО Н.Ф. Гусарова

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99.

Подписано в печать 27.10.10.

Заказ 2271. Тираж 100 экз.