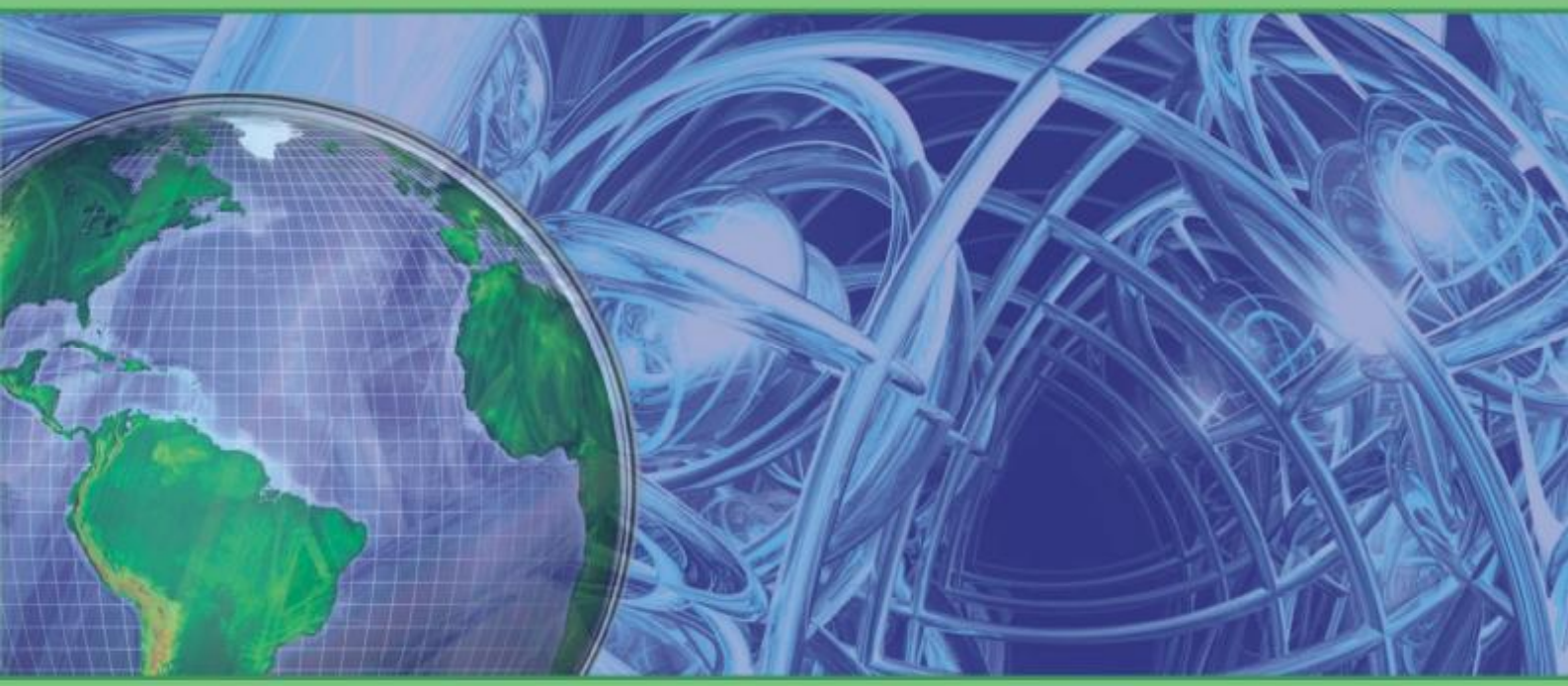
АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ МАГИСТРОВ НИУ ИТМО



Санкт-Петербург
2011 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров НИУ ИТМО

Санкт-Петербург

2011

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров НИУ ИТМО / Главный редактор д.т.н., проф. В.О. Никифоров. – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 110 с.

Сборник представляет итоги конкурса на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу магистров НИУ 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 978-5-7577-0392-3

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 его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2011

© Авторы, 2011

ВВЕДЕНИЕ

«Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров НИУ ИТМО» опубликован по результатам конкурсов на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу (НИВКР) среди магистров НИУ ИТМО.

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 ВУЗа как Национального исследовательского университета на 2009–2018 годы.

Первый этап Конкурса проводился на выпускающих кафедрах университета. По итогам предзащит ВКР магистров кафедрами было принято решение о выдвижении лучших работ в Государственную аттестационную комиссию (ГАК). По итогам работы ГАК были окончательно определены 62 лучшие НИВКР на 21 кафедре.

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

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» проведенные в университете за 2011 год и определена номинация «Лучший научный руководитель НИВКР среди магистров 2011».

Статистические данные участия магистров

Этап	Название конкурса	Приняло участие	Победители
I	Конкурсы кафедр	161	62
II	Конкурсы факультетов	62	24
III	Конкурс университета	24	14

По итогам Конкурса среди магистров было определено 14 победителей на «Лучшую НИВКР университета» и 10 лауреатов, которые стали победителями Конкурсов проведенных на факультетах.

Общее количество магистрантов, участвовавших в конкурсах на «Лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу» составило 161 человек.

Организационную работу по Конкурсам проводили следующие структурные подразделения НИУ 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 Конкурса были подведены на заседании НТС университета и оформлены приказом ректора НИУ ИТМО № 1567-уч от 17.10.2011 г.

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ

Аверкин Антон Нилович
Год рождения: 1988
Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики,
группа 6352
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: ant-averkin@rambler.ru

УДК 004.932.2

ОБУЧАЕМЫЕ МЕТОДЫ ПРИЗНАКОВОГО СОПОСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.Н. Аверкин
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.С. Потапов

В работе была исследована актуальная на сегодняшний день для компьютерного зрения проблема обучения систем сопоставления изображений. Эта проблема была описана в ряде современных работ [1, 2], по данной области знаний, и связана с тем, что в существующих методах сопоставления изображений, например, SIFT [3] и SURF [4] пространство признаков ключевых точек задано вручную и не меняется в процессе исполнения алгоритма. Это исключает возможность обучения современных систем компьютерного зрения или их адаптации к изменяющимся условиям сложной окружающей среды, в которой эти системы должны работать.

Суть первого предложенного в работе подхода оптимизации представлений с использованием обучения заключается в том, что на основе точек, предварительно отождествленных по методу SURF, модифицированным методом анализа главных компонент строилось пространство признаков. Формирование новых дескрипторов ключевых точек выполнялось путем проецирования их исходных векторов признаков в построенное в результате обучения новое пространство. Базис нового пространства признаков учитывает, с одной стороны, различия не сопоставленных ключевых точек из числа всех найденных, а, с другой стороны, тождество сопоставленных ключевых точек, принадлежащих одним и тем же физическим точкам на разных изображениях обучающей выборки. Новые векторы признаков позволяют не только сохранить высокое качество сопоставления изображений, но и в большинстве случаев улучшить его, путем увеличения количества правильно сопоставленных ключевых точек по сравнению с методом SURF.

Второй подход обучения систем сопоставления изображений, связан с классификацией дескрипторов ключевых точек в пространстве признаков, которая выполнялась с помощью метода *k*-средних. В результате использования информации, полученной на шаге классификации, о радиусах классов и их центрах выполнялось формирование гистограмм распределения ключевых точек каждого нового изображения той же сцены объектов по построенным классам. Был разработан и реализован метод быстрого сопоставления изображений на основе коэффициента корреляции гистограммам и принадлежности их ключевых точек к множеству классов, сформированных путем обучения. Вместо линейной структуры классов было предложено использовать иерархическую структуру. Такая модификация предложенного метода быстрого сопоставления изображений позволила при относительно небольших потерях качества повысить скорость операции сопоставления более чем в шесть раз.

Предложенные на основе обучения методы могут быть использованы на практике для качественного сопоставления изображений по ключевым точкам, например, в задаче навигации автономных роботов, а также для быстрого сопоставления изображений по гистограммам распределения их ключевых точек при работе с большой базой графических данных.

Литература

1. Winder S.A.J., Brown M. Learning Local Image Descriptors // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – CVPR 2007. – Minneapolis. – P. 1–8.
2. Jahrer M., Grabner M., Bischof H. Learned local descriptors for recognition and matching // In Proc. of CVWW, 2008. – P. 39–46.
3. Lowe D.G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints // Intern. J. of Computer Vision, 2004. – V. 60. – № 2. – P. 91–110.
4. Bay H., Tuytelaars T., Van Gool L. SURF: Speeded up robust features // Proc. 9th ECCV. Graz, Austria, 2006. – V. 3951. – P. 404–417.

Богданов Кирилл Вадимович
Год рождения: 1987
Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра оптической физики и современного естествознания,
группа 6353
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: kirw@inbox.ru

УДК 535.34+535.37

РЕЗОНАНСНАЯ РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОКТРОСКОПИЯ НАНОУГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К.В. Богданов
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.В. Баранов

Государственный контракт № 02.740.11.0211; государственный контракт № 02.740.11.0536, Министерство образования и науки РФ; АВЦП тема 190086, Министерство образования и науки РФ; АВЦП тема 190087, Министерство образования и науки РФ; АВЦП тема 190088.

В последнее время широкое распространение получило использование наноструктурированных материалов. Это связано с возможностью создания новой элементной базы для оптоэлектроники и нанофотоники. Широкие возможности наноструктурированных материалов возникают благодаря возможности создавать структуры с требуемыми оптическими и электрическими свойствами. Среди таких наноструктурированных материалов особо следует отметить углеродные наночастицы – нанографиты. Важнейшей проблемой наноиндустрии является развитие неразрушающих методов контроля параметров наноструктурированных материалов.

Для решения таких задач как определения свойств готовых образцов, выявления изменений химических и физических свойств различных наноструктурированных материалов, а также для контроля их производства, наиболее удобным способом является использование различных методов спектроскопии комбинационного

рассеяния света (КР). Эти методы позволяют получить информацию о химическом составе и структуре в наноструктурированных объектах различного типа с пространственным разрешением вплоть до дифракционного предела.

Спектроскопия комбинационного рассеяния – аналитический метод, широко использующийся в разных областях науки и техники. Спектры КР каждого соединения настолько специфичны, что могут служить для идентификации химического состава. Качественный и количественный анализ по спектрам КР широко применяют на практике. Спектры комбинационного рассеяния весьма эффективны для идентификации самых разнообразных продуктов и материалов как органической, так и неорганической природы, позволяя судить о структуре и фазовом составе объекта, не повреждая исследуемый образец.

Целью работы являлось исследование фононных спектров наноструктурированных углеродных и других материалов с использованием метода резонансного микро-КР света при возбуждении различными длинами волн света. На основе анализа спектров КР получена информация о химическом составе и структуре исследуемых материалов, выявлены особенности фазового состава наноуглеродных частиц. Определено наличие в нем таких характерных полос как: D-пик присущий всем углеродным материалам и отвечающим за меру разупорядоченности углерода (D-линия возникает в результате двойного резонанса комбинационного рассеяния, и проявляется в случае наличия дефектов на краях и внутри графеновых плоскостей [1]), G-пик, отвечающий за молекулярные колебания в углеродных цепях, а также таких структурных элементов как трансполиацетиленовые цепи, аморфный углерод, который существует в форме, например, промежуточных дефектов вне плоскостей ароматических колец с sp3-связями [2] и G′-пика который, (как и G-пик) отвечает за разупорядоченность углерода. В ходе работы выведена зависимость изменений химического состава и структуры исследуемых образцов наноуглеродных материалов в зависимости от начальных условий их синтеза, показано хорошее соотнесение результатов с результатами полученными другими методами. Путем анализа параметров характерных полос в спектрах КР образцов проведена оценка размеров кристаллитов La в направлении, перпендикулярном графеновым слоям, результат совпадает с результатами, полученными по эмпирической формуле, представленной в работе [3].

Литература

1. Pimenta M.A., Dresselhaus G., Dresselhaus M.S. et al. Studying disorder in graphite-based systems by Raman spectroscopy // Phys. Chem. Chem. Phys, 2007. – V. 9. – P. 1276–1290.
2. Cuesta A., Dhamelincourt P., Laureyns J. et al. Raman microprobe studies on carbon materials // Carbon, 1994. – V. 32. – № 8. – P. 1523–1532.
3. Osipov V.Yu., Baranov A.V., Ermakov V.A., Makarova T.L., Chungong L.F., Shames A.I., Takai K., Enoki T., Kaburagi Y., Endo M., Ya A. Vul'. Raman characterization and UV optical absorption studies of surface plasmon resonance in nanographite. Proc. 4th Int. Conf. on New Diamond and Nano Carbons, May 16–20, 2010, Suzhou, China. – P. 298–299 (2010).

Булгакова Вера Геннадьевна
Год рождения: 1988
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптики квантово-размерных систем, группа 6354
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: vera-bulgakova@yandex.ru

УДК 535.417

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ФОТООТВЕРЖДАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

В.Г. Булгакова
Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Д. Ворзобова

Государственный контракт 390129 ГК № П570; РПН 2.1.1.3937; темплан 19072; хоздоговоры ГоЗнак 21034 и 21035.

Трудно назвать область человеческой деятельности, где современные микротехнологии не являлись бы критически важными. Методы и технологии получения микроструктурных полимерных элементов представляют интерес для различных направлений науки и техники: электроника, связь, микромеханика, медицина, биология, информационная и лазерная техника, химия, приборостроение. Такие элементы получаются различными методами, в том числе, методами литографии. В настоящее время особо актуальна разработка методов и технологий, базирующихся на новых физических принципах и материалах. К таким материалам относятся мономерные композиционные материалы (разрабатываемые на кафедре оптики квантово-размерных систем Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики). Наиболее широко используемые промышленные материалы для реализации методов литографии требуют трудоемких операций термической обработки для удаления остаточного растворителя, который ухудшает характеристики структур. Ориентация на композиционные материалы, которые наносятся без растворителя, имеет существенные преимущества. Кроме того, материалы обладают рядом специфических свойств, исключающих необходимость использования рентгеновского и других типов коротковолнового излучения. Возможность получения структур с высоким форматным отношением с использованием рентгеновского излучения определяется его малой расходимостью. В то же время, формирование структур с практически вертикальными стенками при экспонировании оптическим излучением с существенной расходимостью возможно [1, 2] при использовании мономерных композиционных материалов и определяется увеличением показателя преломления в процессе фотополимеризации. Расходимость излучения компенсируется самофокусировкой излучения в полимере, что позволяет получать полимерные структуры с высоким отношением высота/ширина.

Целью работы являлось исследование процессов получения объемных малоразмерных полимерных структур методами глубокой и интерференционной литографии с использованием фотоотверждаемых композиционных материалов.

Выполненное исследование обеспечило понимание ряда наблюдаемых процессов. Так, показано, что скорость роста структур в вертикальном направлении значительно превышает скорость роста в ширину при реализации метода глубокой литографии.

Таким образом, элементы вначале образуются по центру экспонирующего пучка и затем при увеличении экспозиции их ширина увеличивается. Данный процесс обусловлен самофокусировкой света в материале с положительным знаком изменения показателя преломления при фотополимеризации. В результате сначала происходит каналирование света по центру с образованием самоорганизованного волновода с последующим его медленным расширением.

Показано, что ингибирование процесса фотополимеризации кислородом является позитивным фактором при формировании элементов с вертикальными боковыми гранями. Это подтверждено результатами эксперимента по записи микроструктурных элементов в атмосфере аргона и в присутствии кислорода воздуха. Экспонирование при доступе кислорода воздуха приводило к формированию элементов с вертикальными боковыми гранями. Наблюдаемый результат связан с действием кислорода. В области фотополимеризации кислород «выжигается», а в соседней области растворенный кислород препятствует процессу фотополимеризации. В результате, формируется четкая граница между полимеризованной и неполимеризованной областями, которая в сочетании с эффектом самофокусировки остается вертикальной.

В результате работы методом глубокой литографии были получены структуры с наименьшим поперечным размером 2 мкм и наибольшим форматным отношением (высота/ширина) 50. Для получения структур с субмикронными и нано-размерами был реализован интерференционный метод записи и были получены периодические структуры с размерами элементов до 400 нм.

Были проведены исследования динамики изменения дифракционной эффективности для различных фотополимеризующихся составов. Показано, что введение наночастиц и увеличение их концентрации приводит к принципиально иному механизму формирования дифракционной эффективности по сравнению с мономерными композициями. Так, с увеличением времени экспонирования дифракционная эффективность не увеличивается, проходит через максимум и спадает до нуля, как это имеет место в мономерных композициях, а монотонно возрастает и далее остается стабильной. Данный эффект основан на фотоиндуцированном перемещении наночастиц из освещенных областей в неосвещенные [3]. Возможность такого механизма подтверждается отсутствием существенной зависимости дифракционной эффективности от последующей обработки (вымывание неотвержденного материала), а так же тем, что в области больших экспозиций дифракционная эффективность для нанокомпозитов отлична от нуля и может достигать 20–30%. Нанокомпозиционные материалы являются малоисследованной системой, ряд эффектов в которых не нашли адекватного объяснения.

В результате выполненной работы созданы физические основы технологии голографической записи в нанокомпозиционном материале, получены периодические структуры с дифракционной эффективностью до 50% при толщине слоя 20 мкм, что является достаточно высоким значением для таких толщин полимерных материалов.

Литература

1. Denisyuk I.Yu., Fokina M.I., Vorzobova N.D., Burunkova Yu.E., Bulgakova V.G. Microelements with high aspect ratio prepared by self-focusing of the light at UV-curing // Molecular Crystals and Liquid Crystals, 2008. – V. 497. – P. 228–235.
2. Денисюк И.Ю., Бурункова Ю.Э., Фокина М.И., Ворзобова Н.Д., Булгакова В.Г. Формирование микроструктур с высоким форматным отношением в результате самофокусировки света в фотополимерном нанокомпозите // Оптический журнал, 2008. – Т. 75. – № 10. – С. 59–65.

3. Tomita Y., Suzuki N. Holographic manipulation of nanoparticle distribution morphology in nanoparticle-dispersed photopolymers // Optics letters, 2005. – V. 30. – №8. – P. 839–841.

Ежова Василиса Викторовна
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6309
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: evv_foist@mail.ru

УДК 535.317

АНАЛИЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ СВЕТОСИЛЬНЫХ ОДНО- И ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ОБЪЕКТИВОВ С АСФЕРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА

В.В. Ежова
Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.Н. Андреев

Оптические системы двухлинзовых и трехлинзовых склеенных объективов находят широкое применение в различных областях приборостроения благодаря простой оптической схеме и оптимальным коррекционным возможностям. Однако такие системы имеют удовлетворительную коррекцию аберраций при относительных отверстиях не выше 1:5–1:4 и угловом поле 6°–12°. Двухкомпонентные системы, состоящие из двухлинзового склеенного объектива и одиночной линзы, позволяют увеличить относительное отверстие до 1:3–1:2. Ограничением относительного отверстия указанных объективов является появление аберраций высшего порядка на поверхностях, разделяющих оптические среды с большой разностью показателей преломления [1, 2].

Целью работы было рассмотреть методику расчета светосильных одно- и двухкомпонентных объективов с асферической поверхностью второго порядка.

Выбор оптической схемы определялся на основе теории аберраций третьего порядка для тонких компонентов с асферическими поверхностями [3].

При расчете однокомпонентных объективов в качестве исходной оптической схемы выбирается выпукло-плоская линза. Для коррекции хроматических аберраций системы вводится одна или две «хроматические» поверхности. Для коррекции сферической аберрации первая (выпуклая) сферическая поверхность заменяется асферической. Далее путем оптимизации величин e^2 и хроматического радиуса добиваются оптимальной коррекции аберраций объектива [4].

В качестве исходной оптической схемы при расчете двухкомпонентных объективов выбирается одиночная линза с одной асферической поверхностью, перед которой расположен компенсатор хроматических аберраций в виде склеенной плоскопараллельной пластинки из «хроматической» комбинации стекол. Расчет одиночной линзы выполняется как в случае однокомпонентного объектива.

По рассмотренной методике были рассчитаны светосильные одно- и двухкомпонентные объективы с асферической поверхностью второго порядка с фокусным расстоянием 100 мм, относительным отверстием 1:2,5 и угловым полем 4° с ахроматической и апохроматической коррекцией аберраций, которые по сравнению с

классическими объективами имеют увеличенное относительное отверстие при высоком качестве изображения для точки на оси.

Литература

1. Слюсарев Г.Г. Расчет оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1975. – 110 с.
2. Трубко С.В. Расчет двухлинзовых склеенных объективов. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1984. – 142 с.
3. Андреев Л.Н. Прикладная теория аберраций / Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2002. – 100 с.
4. Андреев Л.Н., Ежова В.В. Двухлинзовые склеенные объективы с асферической поверхностью второго порядка // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2011. – №01(71). – С. 134–136.

Иванов Александр Игоревич
Год рождения: 1988
Инженерно-физический факультет, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики, группа 6245
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: ale4103@gmail.com

УДК 544.537

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ НА ТОНКИХ ПЛЕНКАХ ХРОМА СВЕРХКОРОТКИМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

А.И. Иванов
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.П. Вейко

Гранты РФФИ № 10-02-00208-а и 09-02-01065-а; грант Правительства Санкт-Петербурга 2.4/01-06/005; государственный контракт № П1134; договор № У-2010-5/8 по программе УМНИК.

Тонкие металлические пленки широко применяются при изготовлении оптических носителей информации абсолютного контраста, таких как фотошаблоны интегральных схем (ФШ), дифракционные оптические элементы (ДОЭ), оптические диски (ОД) и т.п. Наиболее популярным материалом пленок собственно для записи информации является хром вследствие хорошей адгезии к стеклянной подложке и прочности к истиранию. При этом в каждой области применения сложились свои предпочтения по методам формирования топологии на таких изделиях, как ФШ, ДОЭ и ОД.

В настоящее время ДОЭ широко используются в различных устройствах, таких как принтеры, аппараты для чтения штрих-кодов, лазерные CD и DVD-плееры и т.д. Новые виды ДОЭ применяются в технологических системах, лазерных скальпелях, искусственных хрусталиках и т.д. Точность изготовления ДОЭ в последние годы значительно возросла, что позволяет решать весьма трудные проблемы – создание астрономических волновых корректоров, которые могут формировать волновой фронт, используемый для контроля асферической оптики – основного зеркала современных телескопов. Создание ДОЭ с предельным разрешением в настоящее время весьма

актуальная проблема, так как это позволит ставить и решать задачи совершенно нового уровня.

В этих условиях особое место занял термохимический метод (ТМ) записи топологии ДОЭ. Он основан на локальном лазерном облучении пленок хрома в доиспарительных режимах, когда металл в облученной зоне окисляется и приобретает высокую устойчивость к растворению по сравнению с исходными пленками хрома [1]. Такой способ записи оптических изображений намного проще фотолитографии и значительно точнее лазерной абляции. Термохимический метод приобрел большую известность после разработки кольцевого генератора изображений, который оказался способным реализовать потенциально высокую точность ТМ при изготовлении ДОЭ.

Однако предел разрешающей способности термохимического метода записи информации до сих пор не выяснен. Причем, понятно, что при этом надо рассматривать две группы процессов: оптические процессы локализации лазерного излучения и физико-химические процессы переноса изображения на материал пленки хрома.

Исследования проводились на фемтосекундных лазерах с различной частотой следования импульсов. Для изучения полученных структур были впервые использованы методы Раман-спектроскопии, латеральной микроскопии и др.

Полученные данные позволяют говорить о структуре облученных областей хрома, которая состоит из 4-х частей, обладающих различными физико-химическими свойствами (рисунок).

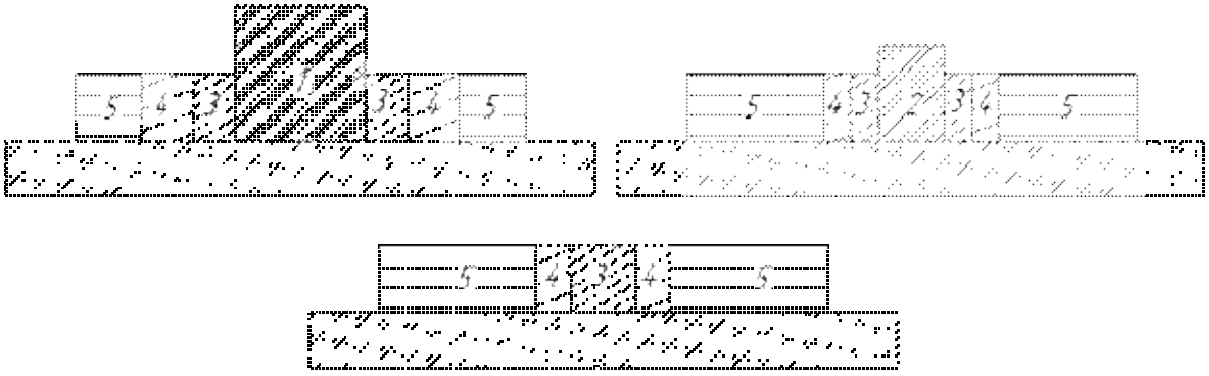


Рисунок. Структура облученных пленок хрома в режимах до плавления 1, 3 и 5 линии, где «5» – необлученный хром; «4» – слабо модифицированный хром и оксид CrO_2; «3» – сильно модифицированный хром и оксид CrO_2; «2» – модифицированный хром с двумя рамановскими пиками: CrO_2 и Cr_2O_3; «1» – расплав с образованием оксида Cr_2O

Проведенные экспериментальные исследования показали, что при сверхкоротких лазерных воздействиях малого числа пикоксекундных, фемтосекундных, равно как и большого числа фемтосекундных импульсов, имеют место малоинерционные процессы поверхностного окисления и структурной модификации пленок хрома. Процесс быстрого окисления, по-видимому, не связан с диффузией кислорода из воздуха во время воздействия, а представляет собой лишь чистое «кинетическое» химическое связывание адсорбированного на поверхности кислорода, скорее всего, по границам зерен микроструктуры напыленного хрома. Эта гипотеза подтверждается недавними измерениями микротвердости пленок и массивных образцов хрома, где показано, что значительное повышение ее в пленках связано с их поверхностным окислением на воздухе по границам зерен, которые в пленках значительно меньше, чем у массивных образцов.

Указанные результаты могут быть непротиворечиво объяснены, если принять во внимание, что время термического действия сверхкоротких импульсов, по-видимому,

определяется не длительностью собственно лазерных импульсов, а временем остывания структуры.

Литература

1. Вейко В.П., Метев С.М. Лазерные технологии в микроэлектронике. – София, 1991. – 364 с.
2. Baranov A.V., Bogdanov K.V., Fedorov A.V., Yarchuk M.V., Ivanov A.I., Veiko V.P., Berwick K. Micro-Raman characterization of laser-induced local thermo-oxidation of thin chromium films // Journal of Raman Spectroscopy, 2011. – V. 5. – № 1. – P. 139–144.
3. Veiko V.P., Yarchuk M.V., Ivanov A.I. Mechanisms of thin Cr films modification under multipulse femtosecond laser action // Proc. of SPIE, 2011. – V. 7996. – P. 1–6.

Капитанюк Юрий Андреевич
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики, группа 6148
Направление подготовки:
220200 Автоматизация и управление
e-mail: yura.kapitanyuk@gmail.com

УДК 681.51

МЕТОД АДАПТИВНОЙ КОМПЕНСАЦИИ МУЛЬТИГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ С НЕРЕГУЛЯРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

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

В работе была рассмотрена задача компенсации параметрически неопределенного гармонического возмущения на нелинейный объект управления. Подобные задачи решаются при синтезе систем управления морскими судами, в задачах фильтрации навигационной информации, в системах активной виброзащиты. Все исследования, которые ведутся в данном направлении, рассматривают возмущение как чистую синусоиду или сумму нескольких гармоник. Этот подход хорош для теоретического решения проблемы, но для практического внедрения этого недостаточно, так как на вид возмущения, как правило, оказывают влияние различные нерегулярные составляющие стохастической природы. В самом простом случае это могут быть аддитивные шумы, действующие в канале измерений. В более сложном случае могут случайным образом изменяться параметры возмущения. В данном классе называемом «нерегулярная качка», изменению подвергаются амплитуда и частота. Такого рода сигналы рассматриваются в задачах управления морскими подвижными объектами. В данной работе был предложен новый метод подавления подобных возмущений на основе адаптивного алгоритма идентификации параметров мультигармонических сигналов.

Предложенный метод основывается на том, что нерегулярный процесс на любом конечном интервале времени может быть представлен как сумма бесконечного числа гармоник. Алгоритм идентификации дает нам оценку параметров гармоники, которая вносит самый большой вклад в результирующее действие возмущения, а зная

параметры этой гармоники, мы можем ее скомпенсировать, тем самым уменьшив интенсивность этого возмущения.

В работе был разработан алгоритм компенсации мультигармонических возмущений с нерегулярной составляющей. Показаны основные свойства закона управления и их зависимости от параметров алгоритма. Были проведены экспериментальные исследования данной методики для реальных условий для записей качки судна DAMEN 5009 (рис. 1), снятые во время ходовых испытаний. Эксперименты показали (рис. 2), что данный подход работает и в условиях воздействия реальных возмущений.

Рис. 1. Тестируемое судно

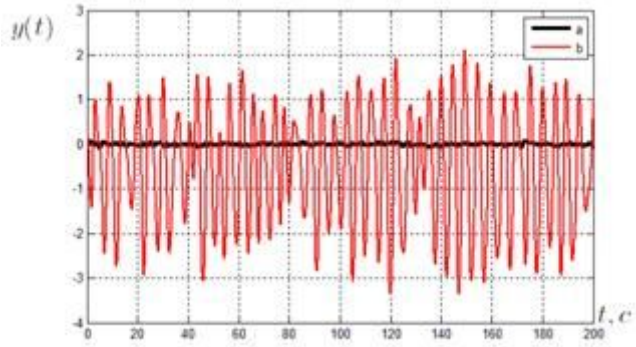


Рис. 2. Результат работы алгоритма: с управлением (a); без управления (b)

Литература

1. Капитанюк Ю.А. Алгоритм управления надводными судами с активным демпфированием волновых воздействий // Навигация и управление движением, 2010. – С. 212–219.
2. Бобцов А.А., Капитанюк Ю.А., Капитонов А.А., Колюбин С.А., Пыркин А.А., Чепинский С.А., Шаветов С.В. Технология LEGO MINDSTORMS NXT в обучении студентов основам адаптивного управления // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2011. – Вып. 71. – С. 103–108.

Коняхин Алексей Игоревич
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: aligkon@yandex.ru

УДК 535-94

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО АВТОКОЛЛИМАЦИОННОГО УГЛОМЕРА С ЕДИНЫМ ПОЛЕМ АНАЛИЗА

А.И. Коняхин
Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. А.Н. Тимофеев

Государственный контракт № 684; государственный контракт № 02.740.11.0169.

В ходе выполнения работы была спроектирована и реализована трехкоординатная автоколлимационная углоизмерительная система (АУС) и проанализированы основные составляющие погрешности измерения.

Трехкоординатная АУС является ответом на потребность в эффективных средствах контроля состояния несущих конструкций крупногабаритных объектов – мостов, дамб, атомных реакторов и т.п.

При напряжениях, возникающих в какой-либо точке конструкции объекта, происходит рассогласование системы координат объекта $OX_1Y_1Z_1$ с общей системой координат OXYZ, которое можно рассматривать как поворот объекта вокруг трех осей OX_1, OY_1, OZ_1 на коллимационные углы Θ_1, Θ_2 и угол скручивания Θ_3 соответственно [1]. Следовательно, контроль деформаций объектов сводится к определению угловых смещений (координат) в некотором количестве точек объекта [1].

В общем случае необходимо использовать трехкоординатный автоколлимационный угломер, включающий отражатель – контрольный элемент (КЭ), расположенный на контролируемом объекте и оптико-электронный автоколлиматор (АК), располагаемый на жесткой базе.

Основным ограничением при работе с такими системами является виньетирование в плоскости объектива АК. Максимальная рабочая дистанция определяется диаметром входного зрачка, диапазоном измеряемых величин и коэффициентом редукции (КР) отражателя, который определяется соотношением между углом поворота отражателя и углом отклонения отраженного пучка. Для стандартного КЭ – плоского зеркала, КР=2, что ограничивает рабочую дистанцию 1…2 м [3], в то время как для мониторинга угловых деформаций требуется рабочая дистанция до 10 м при диапазоне измерения угловых координат до 1° и среднем квадратическом значении относительной погрешности до 0,01 от диапазона измерения.

Имеющиеся решения КЭ в виде многозональных зеркальных призм способны измерять лишь один из углов поворота.

Для реализации трехкоординатной АУС с одноканальной схемой анализа необходимо получить более одного отраженного пучка [1].

Сочетания чувствительности ко всем трем угловым координатам при относительно большой рабочей дистанции с единым полем анализа можно достичь, при использовании синтезированного в работе КЭ с особыми свойствами.

Одной из отличительных особенностей предлагаемого тетраэдрического отражателя является формирование шести отраженных пучков из одного падающего [2].

Это достигается изготовлением тетраэдра с малыми отклонениями δ_{12}, δ_{13}, δ_{23} величин двугранных углов от 90° (рисунок).

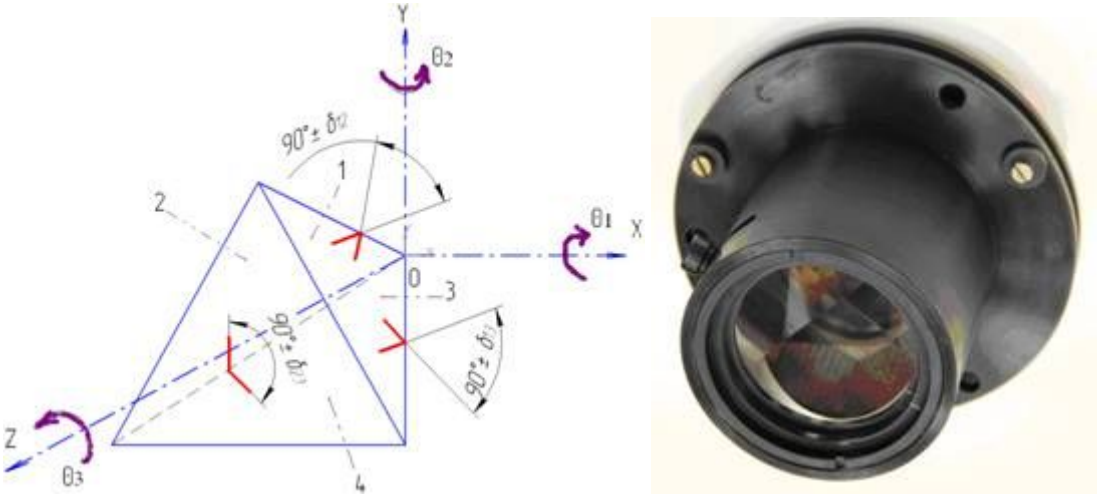


Рисунок. Синтезированный КЭ на основе стеклянного тетраэдра с отклонениями трех двугранных углов от 90°: 1; 2; 3 – отражающие; 4 – преломляющая грани

Одной из важных характеристик, позволяющих математически описать механизм формирования пучков отражателем, является основное неизменное направление (ОНН) – вектор, обладающий тем свойством, что входящий по нему в КЭ луч после отражения выходит параллельно падающему лучу. Исследование соотношений между величинами δ_{12}, δ_{13}, δ_{23} отклонений двугранных углов тетраэдрического отражателя позволило сформировать в нем три ОНН с нужным пространственным расположением [2].

Также исследования показали, что для минимизации погрешности измерения вследствие взаимного влияния трех угловых координат соотношения между отклонениями двугранных углов КЭ должны определяться как: $\delta_{12}=\delta_{13}=\delta$, $\delta_{23}=-\delta$, где δ – параметр тетраэдра. Необходимые параметры АУС достигаются при величине $\delta=2°17'30''$. При этом КР не превышает 0,2, вследствие чего, как показывают расчеты, рабочая дистанция составляет до 10 м.

Созданный КЭ пригоден для практического использования. Значение полной относительной погрешности измерений на краю диапазона в предельных рабочих условиях составляет лишь 0,006.

В результате работы спроектирован практический вариант высокоточной трехкоординатной углоизмерительной системы, включающей в себя автоколлиматор, синтезированный тетраэдрический отражатель и электронный блок обработки данных.

Литература

1. Джабиев А.Н., Коняхин И.А., Панков Э.Д. Автоколлимационные углоизмерительные средства мониторинга деформаций. − СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2000. – 197 с.
2. Коняхин И.А., Копылова Т.В., Коняхин А.И., Мерсон А.Д. Определение условий соблюдения инвариантности измерения угла скручивания в оптико-электронных автоколлимационных системах // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2010. – № 3 (67). – С. 129.

Копылова Татьяна Валерьевна
Год рождения: 1987
Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: kopylova_tv@mail.ru

УДК 681.786

ТРЕХКООРДИНАТНЫЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ АВТОКОЛЛИМАТОР С УВЕЛИЧЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА СКРУЧИВАНИЯ

Т.В. Копылова
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.А. Коняхин

Грант Правительства Санкт-Петербурга № 3.5/31-05/018; государственные контракты № П684, № 02.740.11.0169.

В работе проведены разработка и исследование трехкоординатного оптико-электронного автоколлиматора (ТОЭА) предназначенного для измерения угла скручивания и коллимационных углов автоколлимационным методом. Основным направлением развития оптико-электронных автоколлимационных систем измерения углового положения контролируемого объекта является обеспечение инвариантности измерения отдельных угловых координат [1, 2]. Большинство существующих систем не обеспечивают условие инвариантности. После проведения обзора таких систем был сделан вывод об актуальности создания ТОЭА, предназначенного для определения угловых деформаций объекта путем измерения углов поворота в окрестности контролируемой точки в трех плоскостях автоколлимационным методом. Таким образом, были поставлены следующие задачи: разработать ТОЭА, позволяющий обеспечить увеличении чувствительности измерения угла скручивания при условии независимости измерений всех угловых координат; провести аналитические и экспериментальные исследования характеристик данной системы.

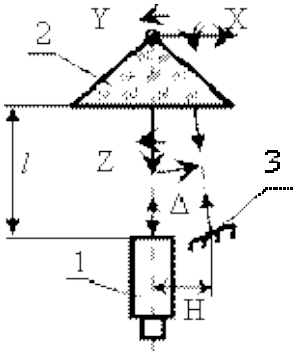


Рис. 1. Схема ТОЭА с увеличенной чувствительностью измерения угла скручивания: 1 – автоколлиматор; 2 – тетраэдрический отражатель; 3 – плоское зеркало

В ходе анализа схем построения ТОЭА было установлено, что схема автоколлиматора (рис. 1) с переотражением пучка, реализуемым дополнительным плоским зеркалом, позволяет увеличить чувствительность измерения угла скручивания при сохранении. В данной схеме реализуются независимые измерения

коллимационных углов и угла скручивания с незначительной по величине погрешностью вследствие влияния коллимационных углов [3].

В процессе работы была разработана структурная схема ТОЭА; выполнен габаритно-энергетический расчет и расчет параметров элементов оптической принципиальной схемы ТОЭА; разработана конструкция автоколлиматора. Для проведения экспериментальных исследований на основе разработанной конструкции был создан макет ТОЭА с увеличенной чувствительностью измерения угла скручивания, представленный на рис. 2.

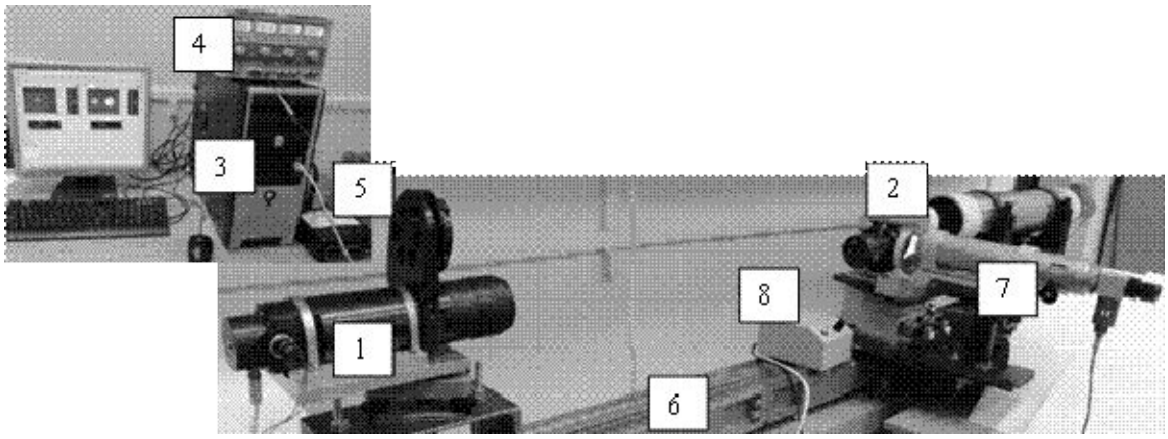


Рис. 2. Экспериментальный макет ТОЭА

В состав экспериментального макета входят автоколлиматор 1; отражатель на поворотном столике 2, позволяющий задавать повороты относительно трех осей; персональный компьютер 3; блок питания 4; миллиамперметр 5; оптическая скамья 6; визуальный автоколлиматор АКТ-15 7 с зеркалом для контроля углового положения поворотного столика; блок питания 8 для автоколлиматора АКТ-15.

С помощью данного макета были проведены экспериментальные исследования статической характеристики ТОЭА. Погрешность измерения угла скручивания в диапазоне ±25′ составляет 2,2″, для коллимационных углов в диапазоне до 10′ равна 3″.

Применение разработанного ТОЭА может облегчить решение современных проблем, стоящих перед приборостроением в области создания высокоточных систем контроля углового пространственного положения исследуемого объекта. Такой ТОЭА позволяет наблюдать в реальном времени за протекающими угловыми деформациями и прогибами, автоматизировать процесс снятия данных, реализовать оперативное и точное измерение бесконтактным способом. Данная система может найти широкое применение во всех областях промышленности, где требуется оперативный контроль углового пространственного положения элементов установок.

Литература

1. Коняхин И.А., Тимофеев А.Н., Панков Э.Д., Син Сянмин Анализ частных инвариантных преобразований в оптико-электронных системах контроля пространственного положения // Изв. вузов. Приборостроение, 2007. – Т. 50. – № 7. – С. 5–9.
2. Коняхин И.А., Копылова Т.В., Коняхин А.И., Мерсон А.Д. Определение условий соблюдения инвариантности измерения угла скручивания в оптико-электронных автоколлимационных системах // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – № 3 (67). – С. 129.
3. Коняхин И.А., Копылова Т.В. Трехкоординатный оптико-электронный

автоколлиматор с увеличенной чувствительностью измерения угла скручивания // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – № 6 (70). – С. 9–11.

Кривых Александр Владимирович
Год рождения: 1987
Факультет точной механики и технологий,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа: 6666
Направление подготовки:
200100 Приборостроение
e-mail: krivykh1987@mail.ru

УДК 535.33+517.615.5

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ СПЕКТРОСКОПИИ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

А.В. Кривых
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.С. Сизиков

НИР №39122 по гранту РФФИ №09-08-00034а «Новые алгоритмы восстановления искаженных изображений в технических системах обработки информации».

Измеренный спектр $u(\nu)$ (зависимость интенсивности излучения u от частоты ν) обычно отличается от истинного спектра $z(\nu)$ большей сглаженностью (неразрешены близкие линии – результат воздействия аппаратной функции (АФ) спектрального прибора $K(\nu,\nu')$) и зашумленностью (слабые линии «тонут» в шуме) [1]. Требуется решить обратную задачу спектроскопии – восстановить спектр $z(\nu)$ по известному измеренному спектру $u(\nu)$ и АФ $K(\nu,\nu')$.

В случае непрерывного спектра восстановление истинного спектра описывается интегральным уравнением (ИУ) Фредгольма I рода относительно $z(\nu')$ [1, 2]:

$$\int_a^b K(\nu-\nu')\,z(\nu')\,d\nu' = \tilde{u}(\nu);\ c \le \nu \le d\,. \qquad (1)$$

Задача решения ИУ (1) является некорректной, поэтому необходимо применение регулярных методов, например, метода регуляризации Тихонова [1, 2].

В случае дискретного спектра, когда искомый спектр $z(\nu)$ состоит из отдельных почти монохроматических спектральных линий, характеризуемых их частотами ν'_j и интенсивностями z_j, задача описывается системой линейно-нелинейных уравнений (СЛНУ), поскольку часть неизвестных (z_j и фон F) входит линейно, а часть (ν'_j) – нелинейно [1, 3]:

$$\sum_{j=1}^{n} K(\nu_i,\nu'_j)\ z_j + F = \tilde{u}(\nu_i);\ i=\overline{1,m};\ c \le \nu_i \le d\,. \qquad (2)$$

Весьма эффективным является решение СЛНУ (2) с помощью алгоритма интегральной аппроксимации [1, 3].

В рамках системы MatLab разработано программное обеспечение для восстановления спектров и выполнено решение модельных примеров, в которых

истинные спектры $z(\nu)$ содержат близкие, а также слабые линии, которые в измеренных спектрах $u(\nu)$ не разрешаются (рисунок).

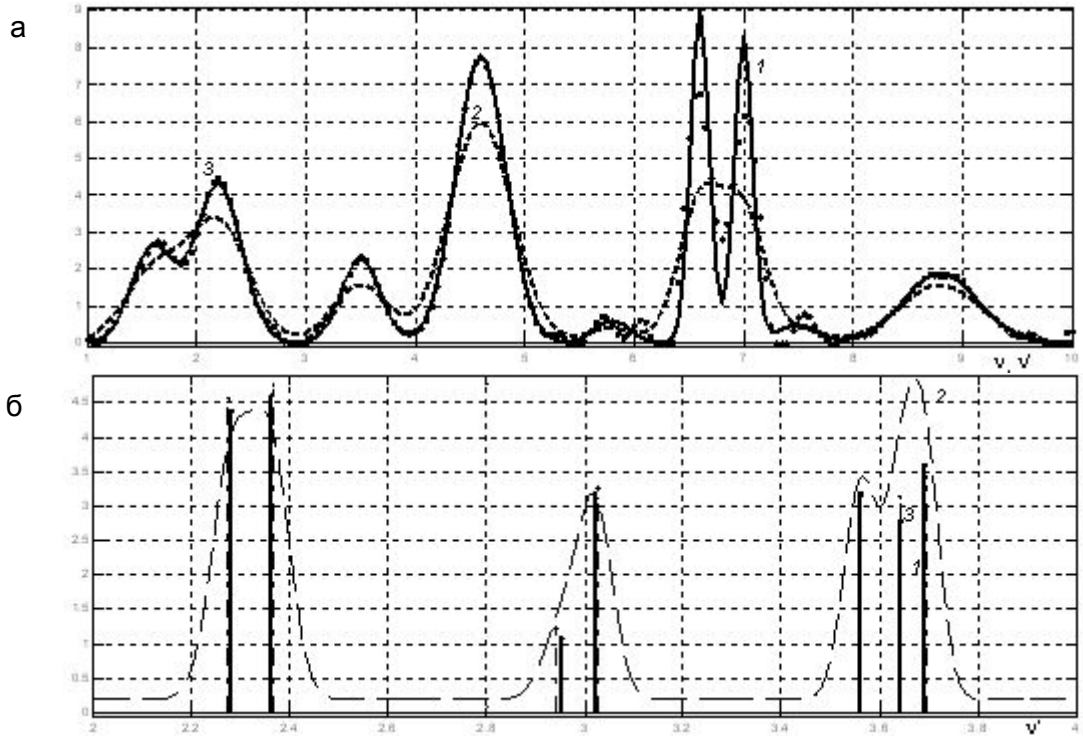


Рисунок. Восстановление непрерывного (а) и дискретного (б) спектров
1 – истинный спектр; 2 – измеренный спектр; 3 – восстановленный спектр

В восстановленных спектрах все спектральные линии разрешились, что говорит об эффективности примененных методик. В результате имеет место повышение разрешающей способности спектрометра путем математико-компьютерной обработки спектров.

Литература

1. Сизиков В.С. Обратные прикладные задачи и MatLab. – СПб: Лань, 2011.
2. Сизиков В.С., Кривых А.В. Использование способа моделирования при решении обратной задачи спектроскопии методом регуляризации // Изв. вузов. Приборостроение, 2011. – Т. 54. – № 9.
3. Кривых А.В., Сизиков В.С. Обработка дискретных спектров с помощью алгоритма интегральной аппроксимации // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2011. – Вып. 5.

Кулешова Екатерина Николаевна
Год рождения: 1987
Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: enkuleshova@mail.ru

УДК 681.78

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОРШНЯ В ЦИЛИНДРЕ КЛАПАНА

Е.Н. Кулешова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Горбачев

Грант Правительства Санкт-Петербурга № 3.5/25-05/002; государственные контракты № П695, №П1319, № 02.740.11.0169.

В работе была разработана и исследована оптико-электронная система для измерения линейных перемещений поршня в цилиндре клапана (ОЭСИЛП). В настоящее время существует достаточно большое количество оптико-электронных система (ОЭС), позволяющих контролировать линейные перемещения [1, 2]. Однако большинство из существующих систем позволяют определять величину перемещения в стационарном режиме. А для решения задачи измерения перемещений поршня в цилиндре клапана необходима возможность работы именно в динамических условиях. После проведения обзора существующих методов и средств для бесконтактного измерения линейных перемещений, был сделан вывод об актуальности создания такой ОЭС, которая бы применялась для измерений параметров движения объектов в труднодоступных местах и в динамических условиях, обладая при этом ограниченными габаритными размерами. Таким образом, была поставлена задача исследований, а именно: разработать систему, удовлетворяющую техническому заданию; провести аналитические и экспериментальные исследования точностных характеристик данной системы.

На рис. 1 представлен макет видеоблока разработанной системы [3].

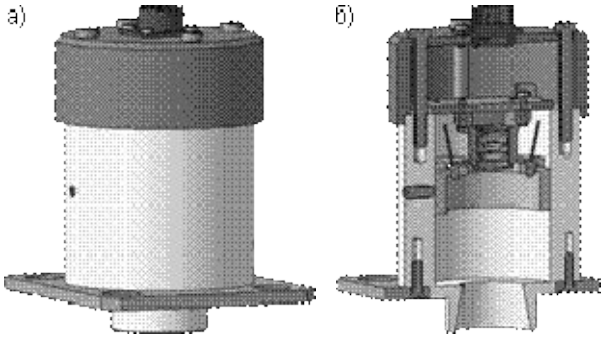


Рис. 1. Общий вид ОЭСИЛП (а); вид ОЭСИЛП в разрезе (б)

В процессе работы были рассмотрены различные варианты структуры построения измерительного канала, разработана оптическая схема системы, а также

проанализированы возможные виды контрольных меток, с помощью которых проводятся измерения. В результате проведенного анализа, было решено использовать пассивную метку в виде сферического отражателя. Однако при ее эксплуатации следует учитывать возникающую погрешность.

Для проведения экспериментальных исследований был разработан лабораторный стенд, представленный на рис. 2.

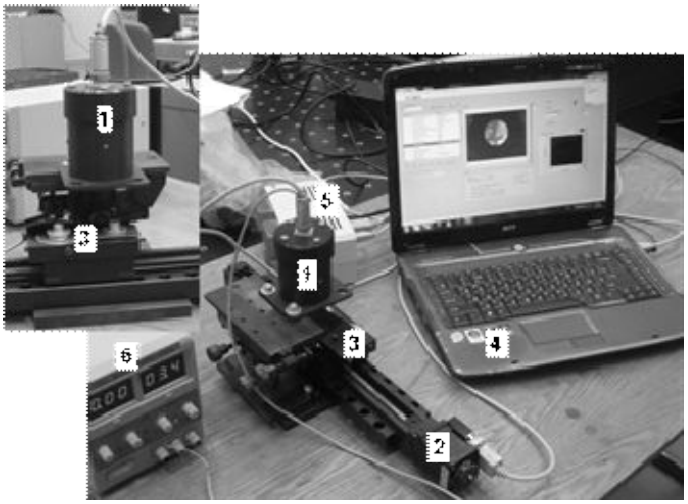


Рис. 2. Лабораторный стенд

Лабораторный стенд включает видеоблок 1, моторизованную подвижку 2, имитирующую перемещающийся поршень, контрольную метку 3, компьютер 4 с программой обработки изображения, блок 5 питания подвижки и блок 6 питания источников излучения. Стенд полностью автоматизирован.

С помощью данного лабораторного стенда были проведены экспериментальные исследования, которые показали что погрешность, возникающая при использовании сферического отражателя в качестве контрольной метки, составляет 0,05 мм, однако данную погрешность можно устранить на этапе калибровки системы. Также было определено влияние нестабильности работы блока питания источников излучения на погрешность измерения перемещения.

Необходимость проверки работоспособности подвижных элементов оборудования возникает постоянно. Обычно подвижные элементы располагаются в труднодоступных местах, и проконтролировать их работу контактным способом во время движения не представляется возможным. Однако разработанная система способна решать подобные задачи, а именно – наблюдать в реальном времени за протекающими процессами, автоматизировать процесс снятия данных, реализовать оперативное и точное измерение бесконтактным способом и повысить достоверность получаемых данных. Данная система может найти широкое применение во всех отраслях промышленности, а также в области компьютерного зрения.

Литература

1. Анисимов А.Г., Коротаев В.В., Кулешова Е.Н. О возможности адаптации теории распределенных измерительных систем к оптико-электронным системам // Приборостроение, 2010. – № 7. – С. 86.
2. Горбачев А.А., Коняхин И.А., Мусяков В.Л., Тимофеев А.Н., Исследование особенностей построения инвариантных оптико-электронных систем с единым матричным полем анализа // Оптический журнал, 2007. – Т. 72. – № 12. – С. 24–29.

3. Горбачев А.А., Кулешова Е.Н. Исследование влияния формы сферического отражателя на точность измерения перемещений поршня в цилиндре клапана // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2010. – 6 (70). – С. 12–16.

Мараев Антон Андреевич
Год рождения: 1987
Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: antoshka87@gmail.com

УДК 681.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ НАСАДКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

А.А. Мараев
Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. А.Н. Тимофеев

НИР № 18006 Г.Р. № 01200804817; НИР № 390142 (Государственный контракт № П1112).

В настоящее время в разных отраслях промышленности требуется автоматизация технологических процессов. При этом повышаются требования к точности измерительных приборов.

Частным примером является задача позиционирования рабочих элементов машин при проведении строительных работ, где точность определяет качество проводимых работ, поэтому системы контроля позиционирования рабочих органов строительных и землеройных машин играют важную роль при решении этих задач. В мелиоративных работах такие системы используются, прежде всего, для планировки земляных участков, которые готовятся под сплошной залив водой, в строительстве эти системы необходимы при укладке асфальтовых или бетонных площадок, монтаже междуэтажных перекрытий, при строительстве дорог, насыпей, каналов и т.д.

Часто решение этих проблем в указанных отраслях необходимо осуществлять на существенных дистанциях. При этом инструментальная средняя квадратическая погрешность измерений должна составлять не более десятых долей миллиметра в сочетании с малым энергопотреблением и широким диапазоном контроля.

Целью работы являлась разработка и исследование погрешностей оптико-электронной насадки на теодолит для управления строительными машинами при планировке поверхности по заданному уклону. Задача состоит в снижении аппаратной погрешности оптико-электронной насадки на теодолит (ОЭН) с оптической равносигнальной зоной (ОРСЗ) [1].

Были определены погрешности, наиболее сильно влияющие на точность позиционирования в системах такого класса: величина разделительной границы формирователя ОРСЗ и погрешность от регулярной рефракции.

Уменьшение границы между рабочими гранями разделительного элемента ОЭН позволяет уменьшить линейный размер переходной зоны ОРСЗ и тем самым увеличить энергетическую чувствительность позиционирования рабочего органа машины [2].

В оптической схеме ОЭН для уменьшения размера границы между двумя рабочими поверхностями призмы предлагается замена прямоугольной разделительной призмы, которая использовалась в системе ПУЛ-Н, на призму-куб 2 (рис. 1) с отражающим покрытием на половине гипотенузной грани. В этом случае граница нанесенного покрытия может быть выполнена с точностью до единиц микрон [3], в то время как в отражательной призме достигается минимальный размер притупления ребра между рабочими гранями не менее 5 мкм.

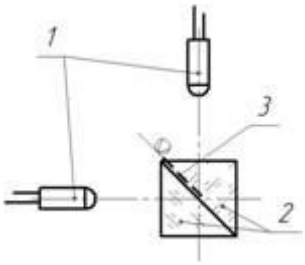


Рис. 1. Оптическая схема излучательного блока: 1 – каналы излучения (условно); 2 – призма куб; 3 – отражающее покрытие на половине гипотенузной грани

Было определено, что наибольшую погрешность в работу систем с ОРСЗ вносит рефракция воздушного тракта. Для решения проблемы предложено применить двухволновой метод (рис. 2).

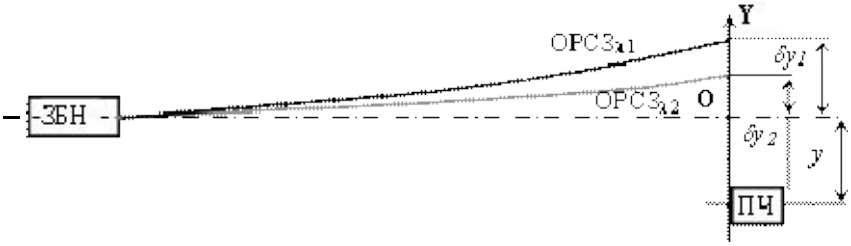


Рис. 2. Смещение ОРСЗ от базовой плоскости

По отклонению базовых плоскостей, образованных излучением с длинами волн λ_1 и λ_2, определяется смещение, вызванное градиентом температуры. Зная величину смещения базовой плоскости для каждой длины волны, можем найти величину градиента температуры, таким образом определить погрешность для рабочей длины волны λ и учесть ее в алгоритме работы системы:

$$\Delta H(\lambda) = -\frac{(n(\lambda)-1)(y(\lambda_1)-y(\lambda_2))}{n(\lambda_2)-n(\lambda_1)}.$$

Рассчитана оптическая схема ОЭНТ с учетом поставленных условий для снижения погрешности. Удалось значительно уменьшить погрешность от регулярной рефракции и снизить общую суммарную погрешность системы. Разработана конструкция прибора. Применение оптического элемента в виде описанной выше призмы-куба позволяет одновременно реализовать полихроматический метод для исключения погрешности от регулярной рефракции воздушного тракта при использовании RGB-светодиодов и увеличить энергетическую чувствительность системы к поперечным смещениям.

Данная разработка является перспективной для использования в работах с применением строительной техники в силу надежности работы, малого энергопотребления, дешевизны применяемых составляющих компонентов.

Литература

1. Джабиев А.Н., Мусяков В.Л., Панков Э.Д., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные приборы и системы с оптической равносигнальной зоной. Монография, под общ. ред. Э.Д. Панкова. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 1998. – 238 с.
2. Коротаев В.В., Мараев А.А., Похитонов П.П., Тимофеев А.Н. Аппаратное снижение погрешности позиционирования в оптико-электронной насадке на теодолит ПУЛ-Н // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – №5(63). – С. 5–9.
3. Кручинин Д.Ю. Фотолитографические технологии в производстве оптических шкал (сеток) // Оптический журнал, 2009. – Т. 76. – №2. – С. 71–73.

Сиваков Иван Анатольевич
Год рождения: 1988
Инженерно-физический факультет,
кафедра компьютерной теплофизики
и энергофизического мониторинга, группа 6212
Направление подготовки:
140400 Техническая физика
e-mail: sivakovIA@mail.ru

УДК 536.2.083, 536.629.7

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПУТЕМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

И.А. Сиваков
Научный руководитель – д.т.н., профессор Н.В. Пилипенко

Теплофизические характеристики (ТФХ) материала существенно влияют на результат восстановления плотности теплового потока, однако значения ТФХ существенно различаются в зависимости от технологии получения материалов, а для неоднородных приемников теплового потока (ПТП) – известны лишь приблизительно. Выход из создавшегося положения обычно заключается в прямой градуировке ПТП, в ряде случаев – на специальных стендах, создание которых требует значительных усилий.

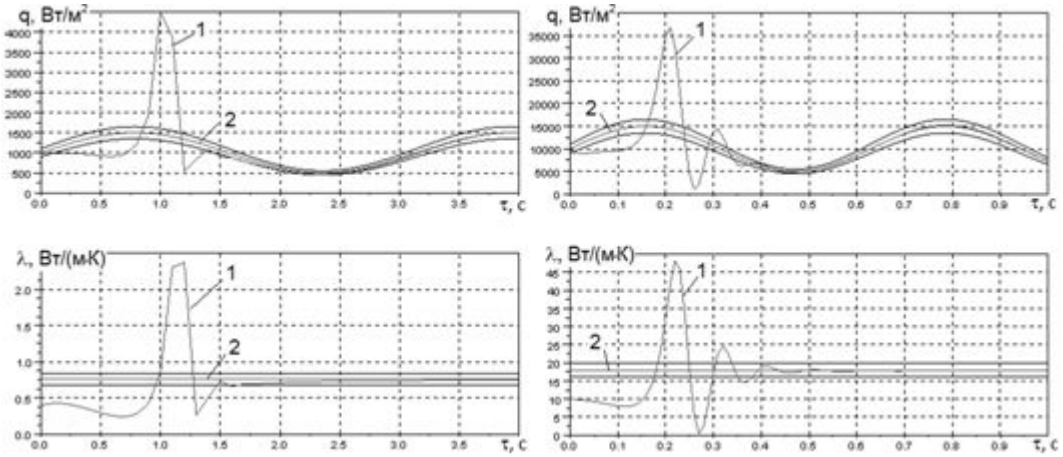
В связи с этим, в работе предлагается использование перспективного метода учета ТФХ ПТП, заключающегося в постановке и решении комбинированной обратной задачи теплопроводности (ОЗТ) по одновременному определению ТФХ материала и плотности входящего в ПТП теплового потока.

Для решения поставленной задачи использован метод параметрической идентификации модели теплопереноса в ПТП, суть которого сводится к последовательному нахождению оптимальных оценок вектора искомых параметров с использованием алгоритма нелинейного рекуррентного фильтра Калмана по искомым параметрам [1].

В работе составлены дифференциально-разностные модели для одномерных приемников теплового потока типа вспомогательной стенки и полупространства, и приведены результаты имитационного моделирования по восстановлению плотности

теплового потока и уточнению теплопроводности для различных материалов при различных типах внешнего воздействия (рисунок).

В работе представлен приближенный метод учета и априорного анализа основных методических погрешностей нестационарной теплометрии путем параметрической идентификации, основанный на обращении матрицы Грама (информационной матрицы Фишера), составляющими которой являются функции чувствительности измеряемых температур в ПТП [2].



а б

Рисунок. Результаты восстановления плотности нестационарного теплового потока и теплопроводности образца из стекла (а) и стали (б): 1 и 2 – восстановленное и заданное значение параметра

В рамках выполнения государственного контракта № 02.740.11.0169 0169 проведено исследование применимости малоинерционного пленочного ПТП, конструкции Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики для восстановления нестационарных тепловых потоков.

Полученные в работе результаты позволяют утверждать о применимости разработанных методов расчета параметров нестационарной теплометрии. Материалы работы доложены на двух международных конференциях и опубликованы в пяти научных трудах.

Литература

1. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Метод определения нестационарного теплового потока и теплопроводности путем параметрической идентификации // Измерительная техника, 2011. – №3. – С. 48–51.
2. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Оценка погрешности восстановления теплового потока при параметрической идентификации с использованием матриц Грамма (тезисы) // Четвертая всероссийская конференция по проблемам термометрии «ТЕМПЕРАТУРА-2011». Тезисы докладов. – СПб, 2011. – С. 157.

Тушев Сергей Александрович
Год рождения: 1987
Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа 6167
Направление подготовки:
220200 Автоматизация и управление
e-mail: sergy5@mail.ru

УДК 681.587.73

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КОМПЛЕКСОВ ВЫСОКОТОЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ С ТИПОВЫМИ СТРУКТУРАМИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

С.А. Тушев
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.С. Томасов

Работа выполнена в рамках хоздоговорной темы № 29921.

В работе были рассмотрены методики синтеза цифровых систем управления следящих электроприводов комплексов высокоточных наблюдений (на примере электропривода азимутальной оси опорно-поворотного устройства телескопа траекторных измерений типа «Сажень») [1].

На современном этапе развития теории автоматического управления и теории электропривода известно множество алгоритмов управления, реализуемых в информационной подсистеме. Поэтому целью работы являлся сравнительный анализ и параметрический синтез типовых систем управления прецизионным электроприводом, позволяющие обоснованно предложить для практической реализации структуру системы управления электроприводом азимутальной оси и ее конкретные параметры [2].

В работе были синтезированы пять типовых систем управления, такие как:

- одноконтурная система регулирования положения;
- двухконтурная система регулирования положения с контуром скорости, настроенным на технический оптимум;
- двухконтурная система регулирования положения с контуром скорости, настроенным на симметричный оптимум;
- двухконтурная система регулирования положения с контуром скорости, настроенным из условия независимости длительности переходных процессов от параметров объекта управления;
- двухконтурная система управления положением с контуром скорости, содержащим эталонную модель.

Сравнительный анализ (рисунок) показал, что переходные процессы по задающему воздействию в рассматриваемых системах практически одинаковые и соответствуют настройке контура положения на «симметричный оптимум» с перерегулированием 45–55%. Однако, процессы сильно отличаются при парировании одинакового скачка возмущения – момента сопротивления типа «сухое трение».

В одноконтурной системе парирование возмущения происходит с большим провалом по углу, а время выхода на заданное значение обусловлено самой большой

постоянной времени системы $T_м$. По этой причине данная система управления не может быть применена для рассматриваемого объекта управления.

Двухконтурные системы с контуром скорости настроенным на «симметричный оптимум» и с контуром скорости, настроенным по методике Фрера [3], показывают наилучший результат при парировании возмущений, так как возникает небольшое отклонение от заданного значения углового положения, при этом время восстановления обусловлено лишь малой некомпенсированной постоянной времени настроенного контура положения. Среди этих двух систем предпочтение отдано двухконтурной системе с контуром скорости, настроенным по методике Фрера, так как при аналогичных характеристиках она требует при реализации на один ПИ-регулятор меньше. При этом обеспечивается второй порядок астатизма по задающему и возмущающему воздействиям.

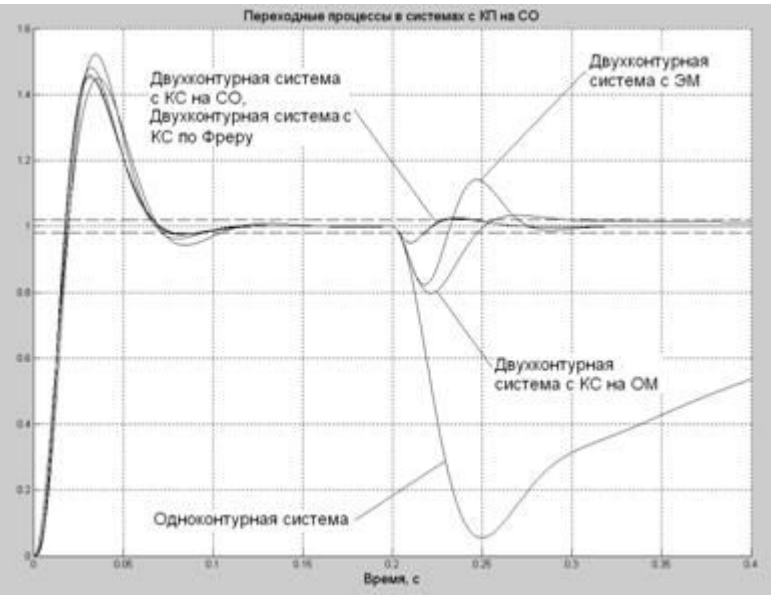


Рисунок. Переходные процессы в системах с контуром положения, настроенным на «симметричный оптимум»

Практическая реализация показала, что при подаче скачкообразного воздействия система отрабатывает его за время близкое к установленному 0,28 с (задано – 0,33 с) с перерегулированием 41% (задано – 43%). Неполное соответствие реакций реальной системы и реакции модели обусловлено тем, что момент сопротивления в реальной системе появляется сразу после начала движения, в отличие от модели, что подтверждается тем, что кривая управления не стремится к нулю после окончания переходного процесса. Наконец, опорно-поворотное устройство не является абсолютно жесткой конструкцией, что добавляет колебания на графике скорости. Реальная азимутальная ось отрабатывает линейно возрастающее задающее воздействие без статической ошибки, что является следствием обеспечения астатизма второго порядка по управлению.

Результаты работы планируется использовать при разработке и изготовлении электроприводов систем наведения телескопов траекторных измерений по заказам ОАО «НПК «СПП». Предложенные решения актуальны при разработке прецизионных быстродействующих электроприводов сложных многомассовых нагрузок.

Литература

1. Ильина А.Г. Синтез ЛКГ-регулятора прецизионного следящего электропривода телескопа траекторных измерений / Ильина А.Г., Тушев С.А., Ловлин С.Ю. // Изв. вузов. Приборостроение, 2011. – Т. 54. – № 6.
2. Тушев С.А., Ловлин С.Ю. Информационная подсистема цифрового электросилового при вода с компенсацией пульсаций момента вентильного двигателя // Сборник тезисов докладов конференции молодых ученых, Выпуск 2. Труды молодых ученых. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 397 с.
3. Фрер Ф. Введение в электронную технику регулирования / Фрер Ф., Орттенбургер Ф. – М.: Энергия, 1973.

Шаветов Сергей Васильевич
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики, группа 6148
Направление подготовки:
220200 Автоматизация и управление
e-mail: sergyo777@yandex.ru

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКОЛЕСНОГО БАЛАНСИРУЮЩЕГО РОБОТА

С.В. Шаветов
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Кремлев

Грант «У.М.Н.И.К.» У-2010-2/11 «Мобильная система»; грант Правительства Санкт-Петербурга для студентов и аспирантов ВУЗов и Академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга.

Все исследования на эту тему сведены к стабилизации неустойчивого объекта. Проекта с фундаментальной теоретической базой и созданной системой управления не только для стабилизации, но и для навигации найдено не было. Основным преимуществом предлагаемой системы управления является комплексная система управления балансирующим роботом, робастная к внешним ограниченным возмущениям, допускающая наличие структурных неопределенностей в объекте управления и способная обеспечивать автономную навигацию в пространстве. Актуальность исследования заключается в возможности коммерческого использования результатов работы в современных двухколесных мобильных роботах и транспортных средствах как отдельного программного продукта.

Была разработана адекватная математическая модель, полностью описывающая балансирующую систему. На ее основе была синтезирована система управления для стабилизации робота LQR-методом, подразумевающего оптимизацию квадратичного функционала. Система управления движением была синтезирована на основе метода Последовательный компенсатор [1]. Было проведено компьютерное моделирование полученной системы. Дискретизация алгоритма управления позволила осуществить программную реализацию, которая была успешно апробирована (рисунок) в роботе LegoMindstorms NXT [2].

Рисунок. Экспериментальная апробация системы управления

Разработана математическая модель двухколесного балансирующего робота. Синтезирована универсальная система управления, робастная к внешним ограниченным возмущениям и допускающая наличие структурных неопределенностей в объекте. Система управления апробирована в реальном техническом объекте. Перерегулирование не превышает 10 процентов, а робот отклоняется не более чем на 6 градусов.

Литература

1. Бобцов А.А., Шаветов С.В. Управление по выходу линейным параметрически неопределенным объектом в условиях возмущающих воздействий и неучтенной динамики // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2011. – № 1. – С. 33–38.
2. Бобцов А.А., Капитанюк Ю.А., Капитонов А.А., Колюбин С.А., Пыркин А.А., Чепинский С.А., Шаветов С.В. Технология LEGO MINDSTORMS NXT в обучении студентов основам адаптивного управления // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2011. – Вып. 71. – С. 103–108.

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

Гирсова Марина Андреевна
Год рождения: 1987
Инженерно-физический факультет, кафедра лазерных технологий и экологического приборостроения, группа 6248
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: girsovamarina@rambler.ru

УДК 537.312.5; 544.537; 666.189.24; 666.266.5; 666.266.7

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОСТРУКТУР НА ПОРИСТЫХ И КВАРЦОИДНЫХ СТЕКЛАХ

М.А. Гирсова
Научный руководитель – ст. преподаватель Г.К. Костюк

В последние годы наметилась тенденция к созданию областей с измененными оптическими свойствами [1] и кристаллических областей при воздействии ФС лазеров с высокой плотностью энергии на поверхность и на объем пластин стекла различного состава. Из работ, которые ведутся в данном направлении, известно, что процесс изменения оптических свойств на поверхности и в объеме материала связан со значительным вкладом энергии. Также известно, что вклад энергии лазерного излучения может быть уменьшен сочетанием использования энергии непрерывного лазерного излучения и энергии химического травления [2].

В работе было проведено исследование формирования микроструктур в виде полосковых волноводов, областей с измененными оптическими свойствами и кристаллических областей под воздействием лазерного излучения на поверхности стекла. Эти области и микроструктуры необходимы в интегральной оптике, микроэлектронике, в качестве нелинейных структур, для создания микрорельефа, микрофлюидных чипов и т.д. Исследования проходили на базе двухфазных фазово-разделенных щелочноборосиликатных; пористых стекол (ПС), полученных путем химического выщелачивания в кислоте двухфазного стекла [1] и кварцоидных стекол (продукта спекания пористого стекла до полного закрытия пор).

Одной из задач исследования являлось изучение процесса создания областей с измененными оптическими свойствами и кристаллических областей на двухфазных и пористых стеклах с использованием излучения, не поглощаемого стеклом. Для этого было использовано низко-интенсивное лазерное излучение видимого диапазона спектра [2]. В работе были исследованы свойства сформированных микроструктур и областей оптическими методами, а также возможность их сохранения после спекания ПС в печи до получения кварцоидного стекла [1].

Одним из направлений работы являлось также изучение фотохромных кварцоидных стекол (ФХКС). ФХКС – это пористые высококремнеземные стекла, импрегнированные (пропитанные) светочувствительной фазой из солевых растворов [3]. Затем продукт подвергался спеканию вплоть до закрытия пор. ФХКС – перспективный материал, который применяют в нанобиотехнологиях, сенсорике, фотонике, в частности, благодаря возникновению плазмонного резонанса при поглощении света наночастицами серебра, заключенными в диэлектрическую матрицу. В ходе исследования была поставлена и решена задача записи и стирания микроструктур на поверхности ФХКС. Для ее достижения был осуществлен подбор

режимов окрашивающего и обесцвечивающего лазерного излучения, обеспечивающего оптимум выявления фотохромных свойств материала и его оптических характеристик.

На всех этапах исследования было получено соответствие результатов экспериментальным данным из литературы. Основные результаты изложены в статье и на конференциях.

Литература

1. Антропова Т.В. Особенности формирования планарных микрооптических элементов на подложках из пористого стекла под действием лазерного излучения и последующего спекания / Т.В. Антропова [и др.] // Физика и химия стекла. – 2011. – Т. 37. (В печати).
2. Гирсова М.А. Лазерно-индуцированная кристаллизация поверхности боросиликатных стекол при их химическом травлении / М.А. Гирсова, М.М. Сергеев // Тезисы докладов XI Молодежной научной конференции Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН. – СПб, 2010. – С. 37–39.
3. Цехомская Т.С. Фотохромные кварцоидные стекла, активированные хлоридом серебра / Т.С. Цехомская [и др.] // Физика и химия стекла. – 1992. – Т. 18. – № 1. – С. 130–138.

Зацепина Марина Евгеньевна
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6309
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: marichka_za@list.ru

УДК 681.7.067.27

СВЕТОСИЛЬНЫЙ (1:1,2) КИНОСЪЕМОЧНЫЙ ОБЪЕКТИВ *f′*=35 ММ ДЛЯ КАДРА 18,6×24,5 ММ

М.Е. Зацепина
Научный руководитель – д.т.н., профессор М.Н. Сокольский

В настоящее время для пленочного и цифрового кинематографа ведущими зарубежными оптическими предприятиями (такими как Carl Zeiss, Cooke, Leica, Panavision, Fujinon, Red), а также отечественными предприятиями (Оптика – Элит, ОАО «ЛОМО») выпускаются разнообразные особосветосильные объективы [1]. Особенностями таких объективов являются: светосила 1:1,2; большой задний отрезок для использования объективов в пленочных камерах с обтюраторами; высокое качество изображения по всему полю.

Конструкции подобных объективов весьма сложные и многолинзовые. При их проектировании встает задача создания оптимальных оптических схем, минимизированных по габаритам, количеству оптических компонентов.

Применение для этих целей асферических поверхностей позволяет получить требуемые оптические параметры при их наилучшей конструкции.

В работе была рассмотрена методика расчета особосветосильных объективов и приводен пример расчета объектива с относительным отверстием 1:1,2, f'=35 мм для кадра 18,6×24,5 мм.

Известны методы расчета светосильных объективов, предложенные профессорами Г.Г. Слюсаревым [3], М.М. Русиновым [2], Д.С. Волосовым.

При расчете объектива был использован метод разделения коэффициентов аберраций в области аберраций 3-го порядка профессора Д.С. Волосова, который включает в себя: 1) разделение коэффициентов аберраций всей системы по ее составляющим сложным компонентам («половинкам»); 2) расчет «половинки» самостоятельно, с последующим образованием сложной системы.

Из теории аберраций известно [4], что число независимых монохроматических аберраций (2t+1)-го порядка определяется в разложении Шварцшильда по формуле (1) [4]:

$$N_{2t+1} = \frac{(t+1)\cdot(t+4)}{2}. \qquad (1)$$

В особосветосильных объективах присутствуют аберрации третьего, пятого и седьмого порядков. Поэтому такие объективы – многолинзовые. Например, для объектива с f'=35 мм, 1:1,2 со сферическими поверхностями достаточно 11 линз, выполненных в виде 2-х компонентов, разделенных воздушным промежутком. Для уменьшения количества линз, например, до 8 необходимо ввести асферические поверхности.

На первом этапе исследований была получена система, состоящая из восьми линз со сферическими поверхностями, с относительным отверстием 1:1,1, f'=35,1. В системе наблюдается кома внеосевых пучков и большая сферическая аберрация.

На втором этапе исследования изучалось влияние введения асферики 2-го порядка на поверхности. Показано, что наивысший контраст изображения наблюдается при введении асферизации на 13, 14 поверхностях второй половинки объектива (таблица).

Таблица. Контраст получаемого изображения в центре поля и на краю

		T, % $y'=0$ мм, центр поля		T, % $y'=12{,}25$ мм, край поля			
		25 лин/мм	50 лин/мм	25 лин/мм		50 лин/мм	
8 линз, 2 асф.	13,14	64,43	45,24	35,19	39,19	19,76	19,52
11 линз без асф.		60,10	41,86	59,49	48,52	31,48	34,84

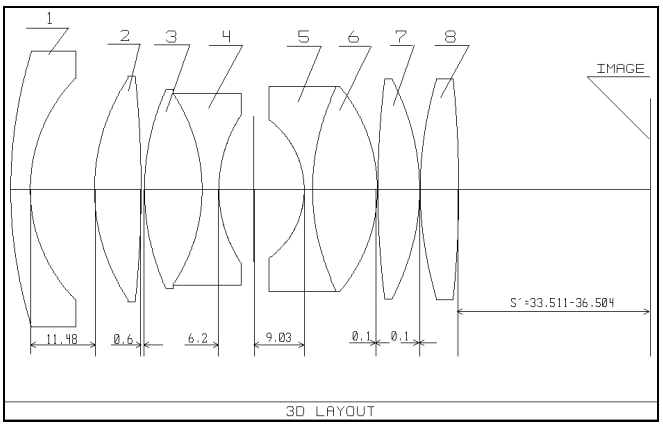


Рисунок. Оптическая схема

Контраст изображения, получаемого системой из 8 линз с двумя асфериками (на 13 и 14 поверхности) приближен к контрасту, получаемому при использовании системы с 11 линзами без асферических поверхностей.

Параметры объектива соответствуют следующим значениям: виньетирование на краю поля зрения (y=12,25 мм) – 56,62%; задний отрезок, обеспечивающий установку обтюратора – 34,228 мм; диаметр передней линзы объектива – 48 мм; дисторсия (для края поля y=15,4 мм) – 3%; вес оптических компонентов по световым диаметрам – 126 г.

Таким образом, была получена система, состоящая из восьми линз с применением двух асферических поверхностей. Конструкция новой системы позволила: уменьшить габариты системы; при заданном фокусе получить необходимое относительное отверстие; уменьшить влияние аберраций и повысить контраст получаемого изображения.

Литература

1. Справочник по кинооборудованию. Объективы для кинематографа // Техника и кино, 2010. – № 6.
2. Русинов М.М. Техническая оптика. – Л.: Машиностроение, 1979.
3. Слюсарев Г.Г. Методы расчета оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1969.
4. Современные методы расчета и проектирования оптических систем // Труды ГОИ, т. XXXVII. – Вып. 167. – Л.: Машиностроение, 1970. – 256 с.

Киров Дмитрий Александрович
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа 6111
Направление подготовки:
230100 Информатика и вычислительная техника
e-mail: kdedge@mail.ru, reggyy@gmail.com

УДК 004.78

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Д.А. Киров
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Ожиганов

В настоящее время задача определения местоположения мобильного объекта становится все более актуальной в самых различных прикладных областях. Решающие эту задачу системы позиционирования реального времени (Real Time Location System – RTLS) уже широко распространены на рынке современных информационно-управляющих систем. Достаточно перспективной технологией для построения подобных систем являются Беспроводные Сенсорные Сети (БСС), в основу которых заложены принципы самоорганизации и адаптивности к изменениям условий их эксплуатации.

Целью работы являлось исследование различных методов позиционирования мобильных объектов, применяемых в БСС. Работа была проведена в рамках проекта по созданию системы управления мобильными объектами на базе аппаратно-программной платформы iNode и специализированной операционной системы TinyOS (название системы – MOCS: Mobile Objects Control System).

Исследовательская часть состояла из следующих этапов:

1. обзор технологии беспроводных сенсорных сетей, обоснование ее актуальности в решении задач позиционирования мобильных объектов, рассмотрение и сравнение основных сетевых стандартов;
2. изучение основных подходов к позиционированию мобильных объектов, а именно методов определения расстояния между приемопередатчиками и алгоритмов вычисления координат, сравнение рассмотренных методов, главным образом, с точки зрения их применимости в закрытых пространствах;
3. описание разрабатываемой системы управления мобильными объектами на основе БСС, выявление требований к ее подсистеме позиционирования с точки зрения точности, надежности и стоимости, а также особенностей мобильных объектов;
4. экспериментальные исследования выбранных методов определения местоположения на реальном оборудовании, анализ и обсуждение полученных результатов;
5. предложение подходов к комбинированию методов позиционирования, обоснование актуальности этой идеи, анализ и сравнение выдвинутых вариантов.

В результате таких исследований:

1. аналитически определены сетевые стандарты и методы позиционирования объектов, в наибольшей степени подходящие для решения задачи определения местоположения мобильного объекта в закрытом помещении;
2. исследованы (аналитически и практически) выбранные методы, а именно ультразвуковая дальнометрия и анализ мощности принятого сигнала, определена их примерная точность в описанной предметной области, проанализирована их надежность и стоимость;
3. обоснован и предложен подход к комбинированию исследованных методов, а также в общем виде описана архитектура системы управления мобильными объектами на основе БСС и предложенных подходов.

Работа обладает большой практической ценностью, поскольку в ней рассматривались вопросы позиционирования объектов в БСС – новом классе информационно-управляющих систем и сетей, получающем все большее распространение в самых различных областях человеческой деятельности, в частности в актуальных задачах определения местоположения мобильного объекта. Предложенный в работе комбинированный подход может быть доработан и внедрен на контроллеры БСС без крупных затрат на аппаратное обеспечение. В свою очередь, сенсорная сеть, использующая такой подход, может эффективно решать задачу позиционирования мобильных объектов в ряде предметных областей. Ценность для дальнейших исследований особо представляет реализация исследованных методов на платформе iNode (рисунок), что фактически подразумевает выполнение одного из этапов проекта по созданию системы управления мобильными объектами.

Рисунок. Экспериментальная аппаратно-программная платформа iNode

Дальнейшее развитие проекта также имеет большую научно-практическую и, возможно, коммерческую ценность. Наконец, систематизированная в работе информация о технологиях и стандартах БСС может найти применение в учебных курсах по сетевым встроенным системам.

Литература

1. Van de Goor, Martin. Indoor Localization in Wireless Sensor Networks // Master's Thesis, Netherlands, 2009.
2. Киров Д.А. Применение имитационных моделей для исследования характеристик беспроводных сенсорных сетей // Сборник трудов молодых ученых и сотрудников кафедры ВТ. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – С. 60–64.
3. Киров Д.А. Анализ методов позиционирования в беспроводных сетях // Сборник тезисов докладов конференции молодых ученых, Выпуск 1. Труды молодых ученых. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – С. 107–108.
4. Киров Д.А., Упрямов Ю.В., Борисов Н.А., Кашунин Р.А. Оценка эффективности протоколов канального уровня беспроводных сенсорных сетей при решении задачи управления мобильными объектами // Молодые ученые – промышленности Северо-Западного региона: материалы конференций политехнического симпозиума. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – С. 135–136.

Красковский Андрей Александрович
Год рождения: 1987
Факультет точной механики и технологии,
кафедра мехатроники, группа 6673
Направление подготовки:
200100 Приборостроение
e-mail: 684@mail.ru

УДК 621.3

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СКВАЖИННОГО ПРИБОРА

А.А. Красковский
Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Ноздрин

В работе была разработана новая система электронного управления для скважинного прибора «Сканер». Скважинный прибор используется в звуколокационном измерительном комплексе совместно с наземной аппаратурой. Прибор применяется для измерения размеров подземных полостей при подземной добыче полезных ископаемых, устройстве подземных газо- и нефтехранилищах и различных шахт расположенных на глубине до 2 км при повышенной температуре [1]. Эффект от применения этого прибора в повышении надежности, качества, производительности труда, улучшении экологических показателей [3].

Существовавшая система электроники устарела и не соответствует предъявляемым к нему требованиям. Система, не имеет возможности управления двумя шаговыми электродвигателями, имеет только одну частоту генерации и приема ультразвукового сигнала. Использование нескольких частот ультразвука увеличивает точность диапазона измерений [2]. Измерение расстояния производится только на одной частоте. Использование аналоговой линии связи увеличивает погрешность

измерения. Имеет ограниченное количество команд, и нет возможности для передачи данных цифровых данных. Нет датчика вращения роторов двигателей. Сложность дальнейшей модернизации из-за ограниченных ресурсов микроконтроллера и ограниченного количество портов ввода-вывода. Для решения необходимо обеспечить передачу данных, как к скважинному прибору, так и от него. И обеспечить наращивание системы электроники без изменения существующих систем.

Разработанная система свободна от перечисленных недостатков. Она имеет цифровую линию связи с наземным блоком. Она обеспечивается приемопередатчиками токовой петли по специальному протоколу с контролем ошибок. Что позволяет легко и точно передавать команды и денные. Имеет модульную структуру – каждая отдельная функция выделена в отдельный функциональный блок. Блоки объединены в систему с помощью специальной внутренней шины. При дальнейшей модернизации требуется изменение только одного из блоков и изменение программы управления для использования добавленных функций измененного или добавленного блока.

Дальнейшее развитие связано с изучением гироскопов различного типа для установки в скважинный прибор. Разработка с использованием созданной системы электроники блока гирокомпаса, основанного на использовании изученного гироскопа. Данный блок позволит использовать данный прибор для обмера частично экранированных с сильными искажениями магнитного поля Земли и не дающих возможности для ориентирования подземных полостей.

Литература

1. Ивакин Б.Н., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. Акустический метод исследования скважин. – М.: Недра, 1987. – 320 с.
2. Казаковский Д.А., Гурич А.А., Кротов Г.А. Звуколокационная съемка горных выработок. – М.: Недра, 1973. – 248 с.
3. Электронный ресурс. www.geolib.ru

Кызьюрова Ксения Николаевна
Год рождения: 1988
Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа 6742
Направление подготовки:
010500 Прикладная математика и информатика
e-mail: ksenia.kyzyurova@mail.ru

УДК 517.28

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ, ВЫЗВАННОГО СТОКСЛЕТОМ, В НАНОКОНУСЕ

К.Н. Кызьюрова
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.Ю. Попов

Грант РФФИ № 11-08-00267-а, проект 2.1.1/4215 в рамках программы «Развитие научного потенциала Высшей школы России».

В настоящее время в области наногидродинамики интенсивно ведутся исследования течения жидкости в нанотрубках, представляющих собой наноконусы. С

математической точки зрения, наноконус приближается моделью конуса, у которого в некоторой точке на оси находится точечная сила, «стокслет», бесконечно малая область пространства, приводящая в движение жидкость. Стокслет задается тензором Озеена и отвечает полю скоростей. Ранее было получено решение задачи об осесимметричном течении вязкой несжимаемой жидкости через конический диффузор [1]. Также было исследовано движение жидкости в конусе вследствие вращения сферы с некоторой угловой скоростью [2]. Позже были получены численные результаты для задачи о ползущем осесимметричном течении жидкости в закрытом движущемся конусе при вращении сферы [3].

В связи с возникшим интересом к движению жидкости в наноконусах была поставлена задача исследования осесимметричного ползущего течения, вызванного стокслетом, расположенном на оси бесконечного правильного конуса. Она возникает, в частности, при описании течения в наноконусе.

В работе была найдена стоксова функция тока, компьютерным моделированием получены картины течения, выявлена его вихреобразная структура (рисунок).

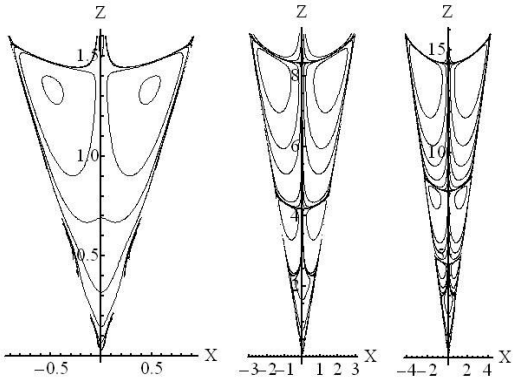


Рисунок. Течение под воздействием стокслета, расположенного в конусе с раствором 2α в точке $(0,0,c)$: $c=1$, $\alpha=\frac{\pi}{6}$ (а); $c=4$, $\alpha=\frac{\pi}{10}$ (б); $c=5$, $\alpha=\frac{\pi}{12}$ (в)

Интересно провести исследование для условий частичного проскальзывания, чаще используемых при расчете течений в наноразмерных областях. Важно найти физические и химические приложения результатов, в частности, к реализации химических нанореакторов.

Литература

1. Хаппель Дж. и Бреннер Г. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса – Prentice-Hall; Engle-wood Cliffs, N.J, 1965. – М.: Мир. – 1976. – 630 с.
2. Kim M.U. Slow viscous rotation of a sphere on the axis of a circular cone // J. Korean Phys. Soc., 1977. – V. 10(2). – P. 54–58.
3. Lecoq N., Masmoudi K., Anthore R. and Feullebois F. Creeping motion of a sphere along the axis of a closed axisymmetric container // J. Fluid Mech, 2007. – V. 585. – P. 127–152.

Некрасов Александр Сергеевич
Год рождения: 1988
Инженерно-физический факультет, кафедра КТФиЭМ, группа 6212
Направление подготовки:
140400 Техническая физика

УДК 536.2.083

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

А.С. Некрасов
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Кораблев

Важным физическим параметром материалов, из которых сделаны ограждающие конструкции зданий, является их теплопроводность. К сожалению, теплопроводность ограждающих конструкций не всегда известна и, например, для проведения энергоаудита здания ее приходится измерять. Согласно ГОСТ 26254-84 продолжительность измерений в натурных условиях эксплуатации должна составлять не менее 15 суток. Данное требование обосновано необходимостью обеспечения внутри ограждающей конструкции стационарного температурного поля. Очевидно, что такие длительные эксперименты весьма трудозатратны. Известные нестационарные методы слабо применимы в натурных условиях и требуют знания дополнительных свойств материала, например, плотности и теплоемкости. Результатом данной работы является метод, позволяющий быстро определять теплопроводность ограждающих конструкций, опираясь на измеренные значения температур и тепловых потоков.

Для математического моделирования задачи были приняты следующие условия. Дано начальное распределение температуры по толщине h пластины в виде некоторой функции $t(x,0)$, условно примем, что распределение равномерное и равно нулю: $t(x,0)=t_0=0$. В начальный момент времени $\tau=0$, температура одной из ограничивающих поверхностей (например, грань с $x=h$) мгновенно изменяется на величину $t_п$ и сохраняется постоянной, а температура другой грани ($x=0$) принудительно поддерживается на начальном уровне $t(0,\tau)=t_0=0$. Необходимо найти распределение температуры по толщине пластины и расход тепла в любой момент времени. Таким образом, задача описывается дифференциальным уравнением теплопроводности для плоской стенки при граничных условиях первого рода. Анализ решения [1] данного уравнения показал, что полусумма потоков $q(0,\tau)$ и $q(h,\tau)$ проходящих через грани пластины становится постоянной при значении критерия $Fo=a\tau/h^2>0{,}1$, где a – температуропроводность стенки, что значительно раньше момента наступления стационарного режима (рисунок).

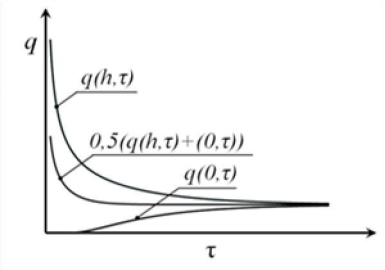


Рисунок. Тепловые потоки, пронизывающие пластину и их полусумма

Этот факт позволяет предложить способ определения теплопроводности с помощью формулы $\lambda = \frac{(q_1 + (q_2)h}{2(T_1 - T_2)}$. Для того, чтобы воспользоваться данной формулой, необходима установка, которая представляет собой две термостатируемые плиты, установленные по разные стороны исследуемого объекта, в плиты встроены датчики температуры и теплового потока. Экспериментальное исследование полученной зависимости проводилось на одном эталонном (оптическое стекло ЛК-5) и двух строительных материалах (фрагмент кирпичной кладки и экструдированный пенополистирол). Результаты экспериментов показали, что с помощью полученной зависимости можно достоверно определять теплопроводность ограждающих конструкций, строительных и других материалов.

В результате выполненной работы был разработан метод определения теплопроводности, собрана экспериментальная установка, проведены эксперименты, оформлена заявка на получение патента.

Литература

1. Платунов Е.С., Баранов И.В., Буравой С.Е., Курепин В.В. Теплофизические измерения: Учеб. Пособие / Под ред. Е.С. Платунова. – СПб: СПбГУНиПТ, 2010. – 738 с.

Поляков Николай Александрович
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа 6166
Направление подготовки:
140600 Электротехника, электромеханика и электротехнологии
e-mail: polyakov.n.a@gmail.com

УДК 621.314.5: 681.537

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНЫХ АКТИВНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Н.А. Поляков
Научный руководитель – к.т.н., доцент П.А. Борисов

Договор №29921 на выполнение ОКР по теме «Разработка РКД и изготовление цифрового электросилового привода телескопа ТИ-3.12» СЧ ОКР «Стажер-СП».

В системах автоматизированного электропривода за счет применения выпрямителей на полностью управляемых ключах можно добиться увеличения к.п.д., поскольку широтно-импульсные преобразователи на их основе позволяют рекуперировать в первичный источник энергию вращающихся частей машины, а также улучшить форму потребляемого из сети тока и, соответственно, энергетические показатели. На сегодняшний день ведущие зарубежные и отечественные производители устройств преобразовательной техники идут по пути создания активных выпрямителей напряжения для систем электропривода средней и большой мощности.

В работе рассматриваются вопросы энергетической эффективности и электромагнитной совместимости с питающей сетью полупроводниковых преобразователей на основе активных выпрямителей напряжения систем электропривода.

Для описания электромагнитных процессов в системах переменного тока используются следующие системы координат [1]: неподвижная ортогональная система координат αβ; вращающаяся с произвольной угловой скоростью ω_k ортогональная система координат *XY*. Если принять, что i_X и i_Y – соответственно активная и реактивная составляющие обобщенного вектора сетевого тока и система синхронизирована относительно синусоиды ЭДС фазы *A*, то получим систему уравнений:

$$i_\alpha = i_X \sin(\omega_k t) + i_Y \cos(\omega_k t), \quad (1)$$

$$i_\beta = -i_X \cos(\omega_k t) + i_Y \sin(\omega_k t). \quad (2)$$

Преобразование двухфазной неподвижной системы координат к трехфазной в этом случае осуществляется в соответствии с выражениями (преобразования Кларка):

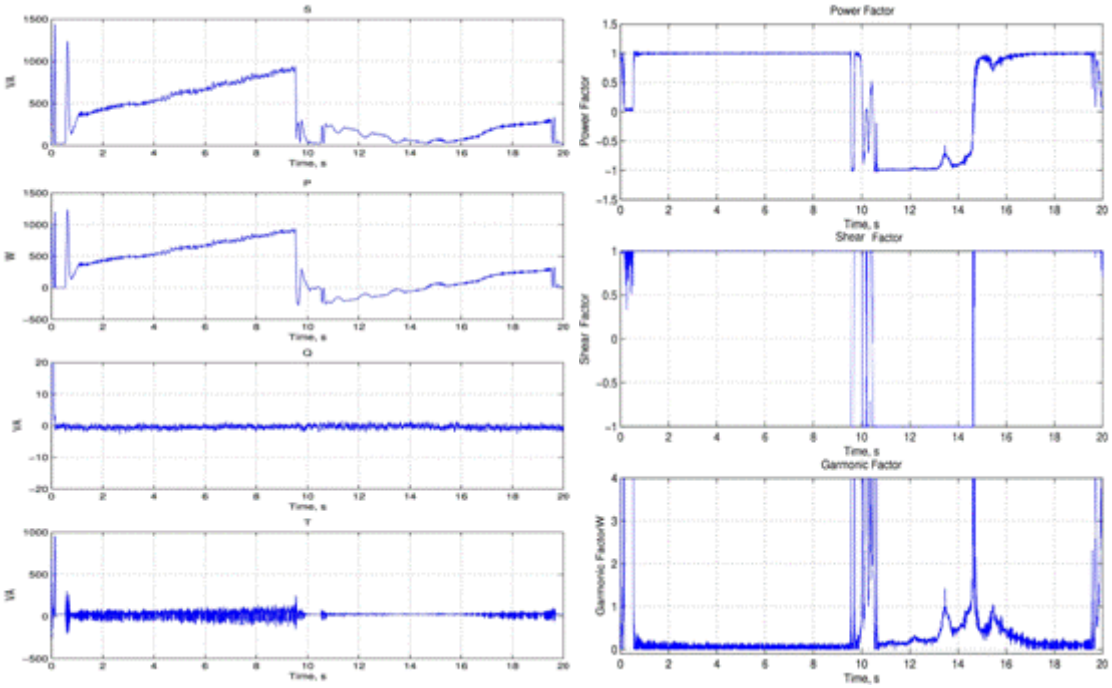
$$i_A = i_\alpha,\ i_B = -(1/2)i_\alpha + (\sqrt{3}/2)i_\beta,\ i_C = -(1/2)i_\alpha - (\sqrt{3}/2)i_\beta. \quad (3)$$

С помощью преобразования координат появляется возможность управлять активным выпрямителем напряжения раздельно по проекциям i_X и i_Y обобщенного вектора сетевого тока. Положительным значениям i_X соответствует режим потребления энергии из первичной сети, отрицательным – режим рекуперации.

Значительный интерес практического плана представляет рассмотрение двухзвенного преобразователя, состоящего из активного выпрямителя и автономного инвертора со звеном постоянного тока, и построение системы его управления.

В рамках работы был создан комплекс математических моделей, позволяющих исследовать процессы в системе «питающая сеть переменного тока – активный выпрямитель – силовой фильтр-инвертор с синусоидальной ШИМ-электропривод» с возможностью изменения параметров регуляторов системы автоматического регулирования. Блоки измерения полной мощности *S* и ее составляющих: *P* – активной, *Q* – реактивной, *T* – искажения, а также блок вычисления показателей качества энергопотребления [2] позволяют установить зависимости энергетических показателей и электромагнитных нагрузок на элементы оборудования от параметров и режима работы системы электропривода.

На основе полученных моделей была разработана и исследована модель «питающая сеть переменного тока – активный выпрямитель – силовой фильтр – инвертор с синусоидальной ШИМ – трехсекционный вентильный двигатель», учитывающая параметры электропривода азимутальной оси опорно-поворотного устройства СМ-638, телескопа траекторных измерений Алтайского оптико-лазерного центра ОАО «НПК «СПП». Диаграммы мощностей и показателей качества энергопотребления этой системы приведены ниже (рисунок).



а б

Рисунок. Диаграммы мощностей: полная мощность S (ВА); активная мощность P(Вт); реактивная мощность Q(ВАр); мощность искажений T(ВА) (а); энергетические показатели качества электромагнитных процессов: коэффициент мощности; коэффициент сдвига; коэффициент гармоник (б)

Энергия рекуперации в данной системе невелика, однако рекуперативные процессы в системе с неуправляемым выпрямителем приводят к возникновению на конденсаторе напряжения, троекратно превышающее номинальное. Активный выпрямитель стабилизирует напряжение на заданном уровне. Следует отметить и улучшение энергетических показателей системы. Применение активного выпрямителя напряжения позволило уменьшить полную мощность за счет уменьшения реактивной составляющей. Коэффициент мощности увеличивается на 5–10% в номинальных режимах работы.

Литература

1. Борисов П.А. Моделирование системы управления трехфазным активным выпрямителем напряжения с преобразованием координат / Борисов П.А., Поляков Н.А., Киреев А.А. Известия Тульского государственного университета, технические науки, 2010. – Вып. 3. – Ч. 2. – С. 59–64.
2. Борисов П.А. Определение составляющих полной мощности энергоподсистем электротехнических комплексов / Борисов П.А., Томасов В.С. – Exponenta Pro. Математика в приложениях, 2004. – № 1. – С. 40–44.

Правдин Константин Владимирович
Год рождения: 1988
Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа 6742
Направление подготовки:
010500 Прикладная математика и информатика
e-mail: construeman@gmail.com

УДК 519.234.3

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛАССИФИКАТОРОВ В НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫХ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ

К.В. Правдин
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент И.А. Суслина

В работе была осуществлена симуляция семейств тестов, предложенных в статье [1] для обнаружения сигнала в некорректно поставленных обратных задачах, а также проведено численное исследование теоретических результатов, представленных в [1].

Решить обратную задачу – означает восстановить объект f из косвенных зашумленных наблюдений Y. Объект f обычно является функцией (или вектором), которая была изменена оператором A. Получается, что наблюдается зашумленный объект Af. С математической точки зрения решить обратную задачу – значит «обратить» оператор A. Проблема заключается в том, что A может быть необратим или почти необратим. В этом случае такой класс задач называется некорректно поставленными обратными задачами.

Изучение некорректно поставленных обратных задач началось в 1960-е годы и до сих пор остается популярным направлением в современной статистике. Эти задачи возникают во многих областях науки: геофизике, астрономии, биологии и т.д., финансовой системе. В литературе часто рассматривается задача оценивания неизвестной функции f [2]. При этом очень мало работ посвящено задаче обнаружения неизвестной функции f ([1, 3]). Поэтому исследования в этом направлении представляют большой интерес.

Так же большинство иностранных статей по данной тематике содержат не только теоретические заключения, но и результаты симуляций, которые позволяют наблюдать «поведение» объектов при различных исходных параметрах модели. Теоретические результаты часто носят асимптотический характер, т.е. верны при бесконечно больших значениях параметров. Поэтому проведение симуляций позволяет более детально изучать «поведение» объектов в реальных условиях, а именно при ограниченных мощностях современных вычислительных систем, и давать оценку практической эффективности предложенных решений.

В результате работы был получен набор программ, позволяющих осуществлять графическое исследование «поведения» семейств тестов при различных параметрах модели. На основе построенных графиков был проведен анализ и оценка результатов симуляций, а также сделаны выводы о соответствии практических результатов их теоретическим аналогам.

Результаты работы могут быть использованы при проведении симуляций аналогичных задач.

Литература

1. Ingster Yu.I., Sapatinas T. and Suslina I.A. Minimax signal detection in ill-posed inverse problems: Probab. Theory Relat. Fields, manuscript, 2011.
2. Cavalier L. Nonparametric statistical inverse problems: Inverse Problems, 2008.
3. Ermakov M.S. Minimax detection of a signal in a Gaussian white noise: Theory Probab. Appl, 1990. – P. 667–679.

Собещук Нина Олеговна
Год рождения: 1988
Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра оптики квантоворазмерных систем, группа 6354
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: daedraazura@gmail.com

УДК 535-7

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО МИКРОЭЛЕМЕНТА НА ТОРЦЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА МЕТОДОМ САМОСОГЛАСОВАНИЯ

Н.О. Собещук
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.Ю. Денисюк

В работе был рассмотрен метод формирования самоорганизованных оптических микроэлементов на торце оптоволокна в ограниченном объеме фотополимера исходящим из волокна излучением. Исследуемые микроструктуры могут быть успешно применены для сопряжения оптических волокон с различными диаметрами и апертурами, ввода лазерного излучения в волокно. Среди других существующих на данный момент технологий: оплавление лазером [1], химическое травление волокна [2], нарезка ионным пучком [3] – исследованный в работе метод обладает такими преимуществами, как: несложность реализации; отсутствие химического загрязнения; заведомая соосность элемента со световедущей жилой волокна.

Целями работы являлись: отработка и оптимизация технологии изготовления микроэлементов; рассмотрение закономерностей роста и их обоснование и измерение эффективности преобразования светового потока микроэлементами.

Выполнение ряда экспериментов с изменением условий фотополимеризации, позволило выделить несколько определенных стадий роста полимерных микроэлементов [4], наиболее характерным профилем элемента является представленный на рис. 1.

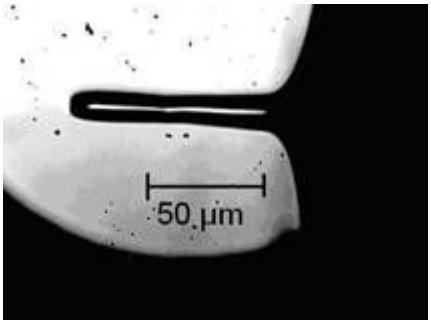


Рис. 1. Элемент, полученный при экспозиции равной 45 сек

Среди особенностей процесса роста могут быть выделены: отсутствие уширения элементов, обусловленное ингибирующим действием кислорода, которое делает возможным образование самоорганизованной волноводной структуры, и увеличение радиуса кривизны микролинзы на конце элемента при большом времени облучения.

Для исследования фокусирующих способностей полученных микроструктур производился анализ и дальнейшая обработка распределения светового поля излучения, выходящего из оптоволокна с торцевым микрооптическим элементом и без него на различных расстояниях от поверхности торца/микроэлемента. На рис. 2 представлены данные, позволяющие визуально оценить эффективность преобразования структуры светового поля микрооптическим элементом. Серия измерений наглядно показала, что в элементе происходит перераспределение светового поля с фокусировкой всей энергии в фокальном пятне, на выходе мы видим сфокусированное излучение большей яркости, чем при использовании волокна без элемента. По мере удаление от элемента наблюдается расфокусировка пучка. Из этого следует, что полученный полимерный микрооптический элемент является микролинзой/фоконом, который позволит существенно снизить потери при стыковке волокон.

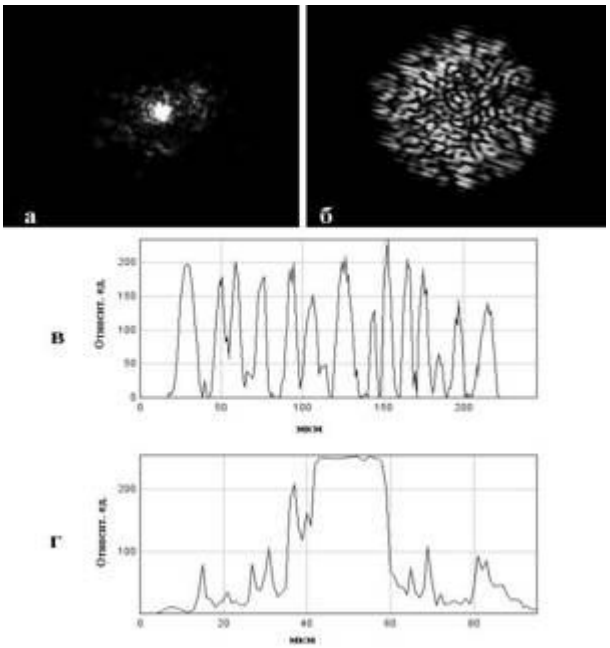


Рис. 2. Результаты и их обработка: распределение излучения на выходе микроэлемента (а); распределение излучения на выходе из «чистого» волоконного торца (б); распределение интенсивности света при выходе из оптоволокна (в); распределение интенсивности света при выходе из микроэлемента (г)

В работе показано, что соблюдение оптимальных режимов формирования элемента, обеспечивает получение фокусирующих торцевых микролинз, имеющих длину фокуса около 10–30 мкм и эффективность передачи светового потока на уровне близком к 70–80%. Потери в микроэлементе присутствуют только на границе кварц-полимер и могут быть сведены к минимуму.

Литература

1. Вейко В.П., Березин Ю.Д., Чуйко В.А., Кромин А.К. Лазерные технологии формирования волоконно-оптических инструментов // Известия РАН. Серия физическая, 1997. – Т. 61. – № 8. – С. 1627–1631.
2. Yang Y., Lee J., Reichard K., Ruffin P., Liang F. Fabrication and implementation of a multi-to-single mode converter based on a tapered multimode fiber // Optic Communications, 2005. – № 249. – P. 129–137.
3. Schiapelli A., Kumar R., Prasciolu M., Cojoc D., Cabrini S. // Efficient fiber-to-waveguide coupling by a lens on the end of the optical fiber fabricated by focused ion beam milling. – Microelectronic Engineering, 2004. – №73–74. – P. 397–404.
4. Fokina M.I., Sobeshuk N.O., Denisyuk I.Y. Polymeric microelement on the top of the fiber formation and optical loss in this element analysis // Natural Science. – V. 2. – № 8, 2010. – P. 868–872.

Филимонова Елена Алексеевна
Год рождения: 1988
Факультет точной механики и технологии,
кафедра технологии приборостроения, группа 6655
Направление подготовки:
200100 Приборостроение
e-mail: chiffa44@gmail.com

УДК 621.179.118.2

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Е.А. Филимонова
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Валетов

В рамках инициативной научно-исследовательской работы «Оптимизация микрогеометрии поверхностей для их конкретных функциональных свойств» на кафедре технологии приборостроения.

Один из важнейших способов повышения качества изделий – это оптимизация микрогеометрии поверхностей. Для решения этой проблемы использование параметрических критериев практически не пригодно, поэтому было предложено использовать так называемые непараметрические критерии, а именно графические изображения различных функций: в простейшем случае – это графики функции распределения ординат и тангенсов углов наклона или кривая Аббота, в более сложных случаях – это функции плотности распределения ординат и тангенсов углов наклона профиля [1, 2].

Для автоматизации процесса контроля микрогеометрии с помощью непараметрических критериев было создано программное обеспечение. Разработанный программный продукт состоит из четырех модулей: модуль расчета параметрических критериев; модуль расчета непараметрических критериев; модуль фильтрации и модуль сравнения профилей.

С использованием данного программного продукта была подтверждена гипотеза о циклическом характере изменения микрорельефа поверхностей трения-скольжения [3]. Также доказан факт несостоятельности так называемой «равновесной», т.е. неизменной микрогеометрии трущихся поверхностей после их приработки. Эти новые результаты получены благодаря использованию непараметрических критериев оценки и контроля микрогеометрии поверхности. Испытаниям подвергались фрезерованные образцы, изготовленные из Стали 20, длительность одного цикла – 1 минута.

В ходе работы удалось добиться следующих результатов.

1. Создано программное обеспечение для сравнения профилей по непараметрическим критериям.
2. Доказана эффективность непараметрических критериев.
3. Исследованы зависимости, возникающие в процессе трения-скольжения поверхностей.

Дальнейшее развитие в данной области предусматривает:

– создание и накопление базы данных о технологической управляемости непараметрических критериев, которая обеспечит получение нужной микрогеометрии для любого функционального свойства поверхностей;
– создание методики и модуля для сравнения микротопографий поверхностей.

Литература

1. Валетов В.А. Возможные критерии оценки шероховатости обработанных поверхностей // Труды Ленингр. кораблестроит. ин-та, 1976.
2. Валетов В.А., Иванов А.Ю. Непараметрический подход к оценке качества изделий. Издательство «Политехника», «МЕТАЛЛООБРАБОТКА». – № 6(60), 2010. – С. 55–59.
3. Валетов В.А. Изменение микрогеометрии поверхностей трения деталей цилиндро-поршневой группы судовых дизелей в процессе их работы. Трение и износ, 1983. – Т. 4. – № 6. – С. 1104–1107.

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ

Абакшина Ольга Александровна
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра компьютеризации и проектирования оптических приборов, группа 6321
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: olenka-ost@mail.ru

УДК 621.2.084

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИНДИКАТОРА

О.А. Абакшина
Научный руководитель – д.т.н., профессор С.М. Латыев

Грант Правительства Санкт-Петербурга № 3.5/02-06/024.

В работе был рассмотрен вариант модернизации фотоэлектрического индикатора линейных перемещений. За основу был взят фотоэлектрический серийно выпускаемый промышленностью индикатор ЛИР-14 [1]. Функциональная схема модернизированного индикатора на позиционно-чувствительном приемнике «Мультискан» представлена на рисунке.

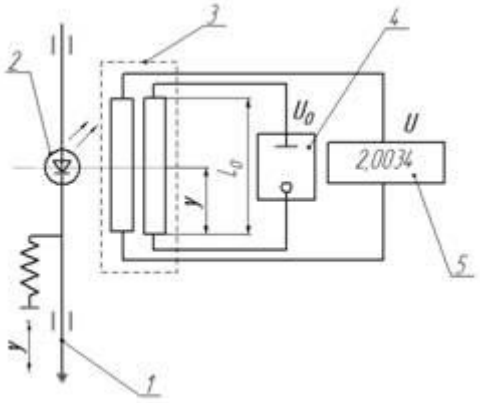


Рисунок. Функциональная схема модернизированного индикатора: 1 – измерительный шток; 2 – источник излучения; 3 – позиционно-чувствительный приемник «Мультискан»; 4 – источник опорного напряжения; 5 – цифровой вольтметр (ПК)

Модернизация заключалась в замене оптических растров на позиционно-чувствительный приемник «Мультискан» [2]. Преимущество этого приемника заключается в режиме непрерывного слежения за текущим значением координаты светового сигнала.

Модернизация фотоэлектрического индикатора позволяет упростить конструкцию прибора.

На основе индикатора с позиционно-чувствительным приемником «Мультискан» разработана конструкция сферометра.

Для исследования точностных характеристик созданы макет индикатора на основе позиционно-чувствительного приемника «Мультискан» и макет сферометра.

Испытания макета индикатора, с позиционно-чувствительным приемником, и макета сферометра, в котором используется подобный индикатор, подтвердили их высокую точность.

Индикатор, разработанный с использованием позиционно-чувствительного приемника «мультискан», может быть использован для контроля линейных размеров и

радиусов кривизны сферических поверхностей при использовании дополнительных приспособлений.

Литература

1. Датчики перемещения СКБ ИС – ЛИР-14 (Инкрементный преобразователь линейных перемещений) [Электронный ресурс] / Датчики перемещения СКБ ИС – режим доступа: www.skbis.ru
2. Латыев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов: Учеб. пособие. / СПб: Политехника, 2007. – С. 312–316.

Абдуллин Артур Александрович
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа 6167
Направление подготовки:
220200 Автоматизация и управление
e-mail: abdullin.artur@gmail.com

УДК 681.5.11

СКОРОСТНАЯ ПОДСИСТЕМА СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ДВУХМАССОВОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОСЬЮ

А.А. Абдуллин
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Толмачев

Одной из актуальных проблем современной электромеханики и преобразовательной техники является проблема управления прецизионными следящими электроприводами оптико-механических систем и, в частности, оптических телескопов.

Объектом исследования работы являлся электросиловой следящий привод, предназначенный для управления угловым положением оси телескопа, представленной двухмассовой расчетной схемой. Расчет и моделирование проводились применительно к азимутальной оси телескопа ТИЗ.12, хотя результаты могут быть применены при проектировании любых следящих электроприводов с двухмассовой исполнительной осью.

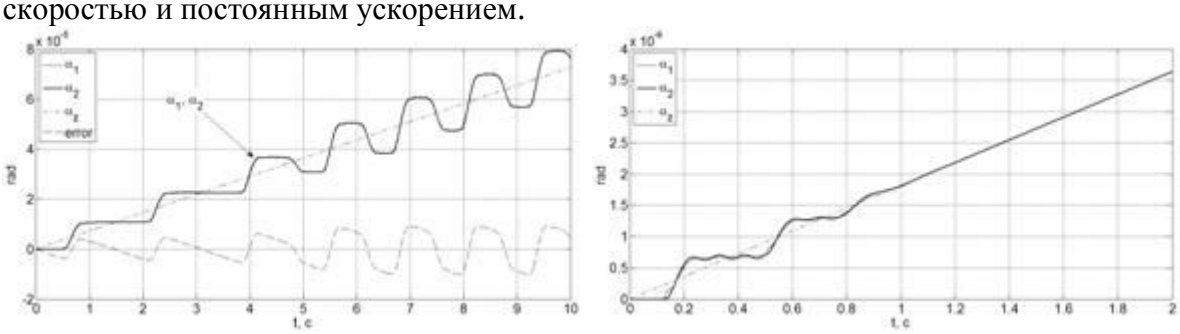
К числу наиболее проблемных вопросов, при построении систем управления, относятся вопросы обеспечения требуемой среднеквадратичной ошибки в заданном диапазоне скоростей плавного слежения и в режиме покоя при наличии нежесткости и значительных моментов нагрузки типа «сухое трение» в подшипниках опор осей и существенных переменных во времени ветровых нагрузок на исполнительные оси телескопа. При этом как нижняя граница скоростей плавного слежения, так и динамические ошибки, обусловленные переменными нагрузками на осях, зависят от реализуемой полосы пропускания частот в скоростной подсистеме.

Расширение полосы пропускания системы в условиях нежесткости осей, приводящее к расширению диапазона скоростей плавного слежения, повышению добротности привода по ускорению и снижению динамических ошибок, обусловленных изменением моментов нагрузок на осях, возможно при введении дополнительных обратных связей по скорости второй массы. Последнее может быть достигнуто либо установкой соответствующих датчиков на обеих массах, либо (при отсутствии технической возможности) путем использования наблюдателей неизмеряемых датчиками координат.

В работе система управления была построена по структуре с подчиненным регулированием параметров. Исследована трехконтурная скоростная подсистема с датчиком скорости первой массы и наблюдателем скорости второй массы. Было проведено математическое моделирование переходных процессов в системе и анализ влияния отклонения параметров наблюдателя от расчетных на параметры процессов. Основные выводы по результатам моделирования: а) наличие момента нагрузки типа «сухое трение» на первой массе приводит к появлению ошибки в воспроизводимой наблюдателем скорости второй массы; замыкание системы по наблюдаемой скорости приводит к потере устойчивости; б) введение в уравнение наблюдателя неучтенного ранее момента нагрузки приводит к устранению ошибки [1].

Проводился сравнительный анализ динамических характеристик системы регулирования положения с двумя вариантами скоростных подсистем: 1) с датчиком скорости и положения только первой массы (полоса пропускания системы ограничивается частотой механического резонанса двухмассового механизма и коэффициентом соотношения масс); 2) с датчиками скорости обеих масс и датчиком положения первой массы (полоса пропускания системы расширена за счет введения обратной связи по скорости второй массы в скоростной подсистеме).

Исследовались режимы слежения за сигналом, меняющимся с постоянной скоростью и постоянным ускорением.



а б

Рисунок. Графики положения в системе 1 (а); графики положения в системе 2 (б)

На рисунке, а представлены графики положения при слежении за сигналом задания, меняющимся с постоянной скоростью 1,5″/с при наличии момента нагрузки типа «сухое трение» в системе 1, при этом в системе возникают автоколебания. На рисунке, б представлены графики положения при слежении за сигналом задания, меняющимся с постоянной скоростью 0,375″/с при наличии момента нагрузки типа «сухое трение» в системе 2, как видно из результатов моделирования в системе не возникают автоколебания.

Анализ результатов моделирования позволяет сделать заключение о возможности снижения динамических ошибок и снижения нижней границы скоростей плавного слежения практически пропорционально расширению полосы пропускания частот скоростной подсистемы за счет введения дополнительной обратной связи по скорости второй массы. При этом, эффективность применения наблюдателя в системе с выбранной структурой в значительной степени связана с точностью идентификации параметров механизма оси и определения момента нагрузки на валу двигателя.

Результаты работы планируется использовать при разработке и изготовлении электроприводов систем наведения телескопов траекторных измерений по заказам ФГУП НИИ ПП (г. Москва).

Литература

1. Абдуллин А.А., Толмачев В.А. Система регулирования скорости двухмассового механизма с использованием наблюдателя / Изв. вузов. Приборостроение. – № 5, 2011.

Бояринцев Дмитрий Сергеевич
Год рождения: 1987
Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра проектирования компьютерных систем, группа 6159
Направление подготовки:
210200 Проектирование и технология электронных средств
e-mail: new.wanderer@mail.ru

УДК 004.492.2

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ЭКРАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

Д.С. Бояринцев
Научный руководитель – д.т.н., профессор С.А. Арустамов

В работе были проанализированы существующие аналоги. Помимо программ и приложений, существует также и версия фильтра в виде специально разработанного устройства, интегрируемого непосредственно на сервер. Но в виду требований к маленькой нагрузке на сервер, все они либо слишком громоздки (имеют много функций, не соответствующих поставленной задаче), либо требуют большой работоспособности сервера. На основе анализа был выбран один фильтр, идея которого и была взята за основу разработки.

Главной задачей являлась разработка программы, позволяющей защищать web-приложения от различного рода атак, при условии небольшой нагрузки на сервер. Защита должна производиться в режиме реального времени.

Защищать сайты в данной разработке предполагается от трех основных видов атак:

- эксплойты (для программного обеспечения, написанного с помощью скриптов на сервере (CMS, утилиты типа phpmyadmin));
- все типы инъекций;
- DDoS.

Для написания кода был выбран язык PHP, который является универсальным и широко распространенным во всем мире. В качестве платформы сервера использовалась связка Nginx/Apache. Кроме того, в работе использовалась технология клиент-сервер, которая в разы ускоряет работу данного продукта.

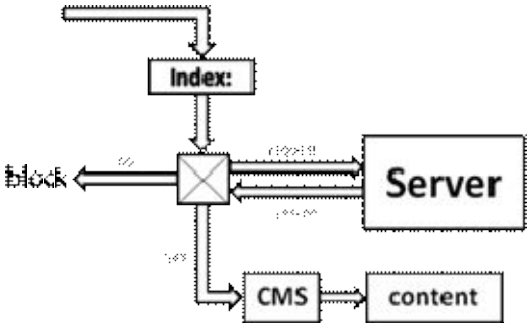


Рисунок. Схема клиент-серверного экрана

В результате был получен продукт, способный конкурировать на рынке защиты web-ресурсов; не требующий больших финансовых вложений; использующий современные общеизвестные технологии, что делает его простым в использовании и управлении.

Литература

1. Колесниченко Д.Н. Профессиональное программирование на PHP. – СПб: Диалектика, 2007. – 416 с.
2. Хадсон П PHP. – СПб: Кудиц-Пресс, 2006. – 448 с.
3. Компания MySQL AB MySQL. Руководство администратора. – СПб: ВИЛЬЯМС, 2005. – 624 с.
4. Веллинг Л., Томсон Л. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL. – СПб: Вильямс, 2010. – 848 с.
5. Низамутдинов М. Тактика защиты и нападения на Web-приложения. – М.: БХВ-Петербург, 2005. – 432 с.

Вакулин Дмитрий Александрович
Год рождения: 1987
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптической физики
и современного естествознания, группа 6353
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: vda222@gmail.com

УДК 535.012.21, 535.016, 535.55

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Д.А. Вакулин
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Е.А. Коншина

Государственный контракт 02.740.11.0390.

Актуальность работы была связана с разработкой оптических компонентов, таких как аттенюаторы и переключатели для оптических телекоммуникационных систем на основе жидких кристаллов, предназначенных для модуляции амплитуды и фазы оптического сигнала в оптоволоконных сетях.

Объектом исследования были гибридно-ориентированные ячейки на основе двухчастотного нематического жидкого кристалла (ЖК) с разным углом наклона директора на противоположных границах раздела с ориентирующей поверхностью [1, 2].

В результате экспериментальных исследований оптических и динамических характеристик разрабатываемых устройств были получены следующие основные результаты.

– Разработана компьютерная программа для расчета характеристик электроуправляемых жидкокристаллических устройств, позволяющая по экспериментальным данным изменения оптического пропускания ЖК устройств в зависимости от напряжения рассчитать значения максимальной фазовой задержки, порогового напряжения эффекта Фредерикса и начального угла наклона директора и вывести все эти значения на дисплей.

– Разработана компьютерная программа управления параметрами электрического поля, прикладываемого к ЖК устройствам для их переключения из состояния «выключено» в состояние «включено» и обратно, и сбора данных об изменении оптического сигнала в зависимости от напряжения и времени (рис. 1).

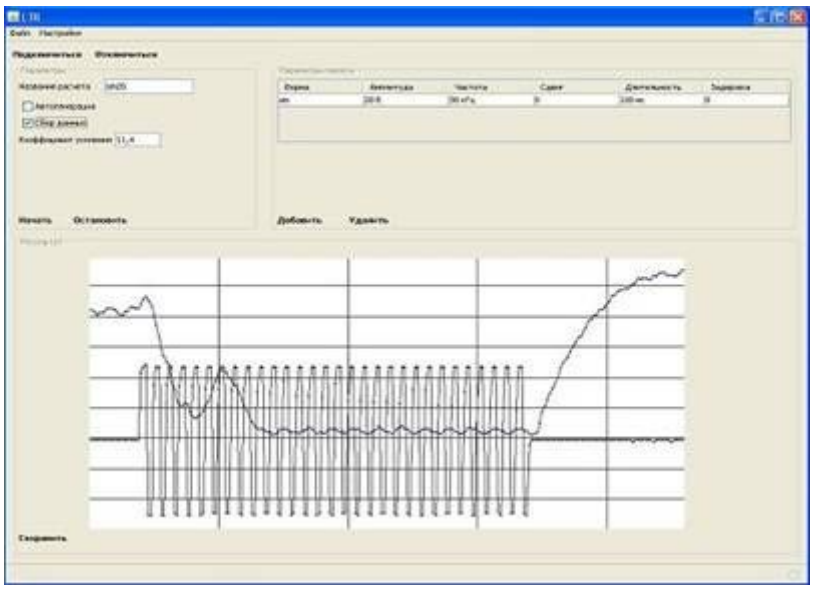


Рис. 1. Интерфейс программы для управления параметрами электрического поля в ЖК устройствах

– Экспериментально показано влияние типа сигнала и параметров электрического поля, приложенного к устройствам, на их быстродействие, пороговое и рабочее напряжение, а также динамический диапазон ослабления оптического сигнала. Это связано с эффективным напряжением, величина которого зависит не только от амплитуды приложенного напряжения, но и от формы колебаний переменного электрического поля.
– Впервые получен бистабильный симметричный оптический отклик в гибридно-ориентированной твист-ячейке с двухчастотным нематическим ЖК и временем переключения, равным 5 мс, при управлении переключением с помощью синусоидального напряжения амплитудой 30 В с частотой 1 кГц и 30 кГц (рис. 2) [3].

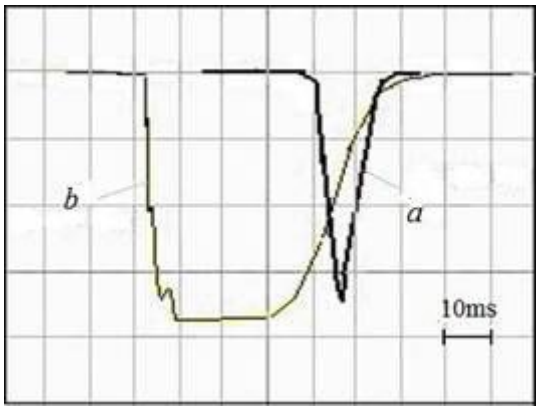


Рис. 2. Осциллограммы оптического V-образного отклика HTN ячейки: синусоида (a), меандр (b)

По результатам работы получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011613842 «Программа для расчета характеристик ЖК устройств», и подана заявка на регистрацию программы «Программа для управления

параметрами электрического поля в ЖК устройствах». Эти программы используются для исследования характеристик разрабатываемых ЖК устройств, а также при постановке и проведении лабораторных работ студентов СПбГУ ИТМО.

Направлена статья в Журнал технической физики Е.А. Коншина, Д.А. Вакулин, Н.Л. Иванова, Е.О. Гавриш, В.Н. Васильев «Особенности оптического отклика гибридных ячеек с двухчастотным нематическим жидким кристаллом**».** Сделан доклад на VIII Всероссийской конференции молодых ученых на тему «Особенности оптического отклика гибридных ячеек с двухчастотным нематическим жидким кристаллом».

Литература

1. Derfel G. Stationary states of hybrid aligned flexoelectric nematic layers // Liquid Crystals, 2007. – V. 34. – No 10. – P. 1201–1214.
2. Jewell S.A., Taphouse T.S., Sambles J.R. Rapid switching in a dual-frequency hybrid aligned nematic liquid crystal cell // Appl. Phys. Lett, 2005. – V. 87. – P. 021106 1–3.
3. Коншина Е.А., Вакулин Д.А., Иванова Н.Л., Гавриш Е.О., Васильев В.Н. «Особенности оптического отклика гибридных ячеек с двухчастотным нематическим жидким кристаллом» (в печати).

Восоркин Алексей Сергеевич
Год рождения: 1987
Факультет точной механики и технологий, кафедра технологии приборостроения, группа 6657
Направление подготовки:
200100 Приборостроение
e-mail: asvosorkin@gmail.com

УДК 658.52.001.6:678.5.02:004.92

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. Восоркин
Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.И. Яблочников

Системы инженерного анализа (CAE-системы, англ. Computer-aided engineering) как часть средств управления жизненным циклом изделия, получают все большее распространение. В течение длительного времени предприятия скептически относились к системам данного класса, считая результаты традиционных методик расчета более точными. Тем не менее, растет число проектов, обязанных своим успехом применению систем инженерного анализа, а у производственников расширяется опыт работы с новыми технологиями.

Возможности этой технологии выходят за рамки простого повышения производительности труда конструкторов. Она позволяет ускорить выпуск продукции в продажу, снизить затраты на гарантийное обслуживание и, что самое главное, производить изделия лучшего качества. Самые передовые предприятия уже сейчас считают внедрение CAE задачей номер один.

Целью работы является исследование вопроса применения систем инженерного анализа в технологической подготовке производства (ТПП) изделий из полимерных материалов (пластмасс[1]). И, в частности, исследование и разработка методик применения систем моделирования технологических процессов литья пластмасс под давлением. Данный класс систем играет главную роль при решении задач ТПП, так как дает данные необходимые для решения всех основных задач ТПП:

– обеспечение технологичности конструкции изделия;
– проектирование технологических процессов (подбор технологических режимов переработки, подбор оборудования);
– проектирование и изготовление средств технологического оснащения (литьевых форм).

В работе были выявлены основные технологические и технические факторы, определяющие качество конечного изделия из полимерных материалов. В соответствии с этими факторами были исследованы возможности разных классов систем инженерного анализа, а также возможности применения систем, имеющихся в наличие на кафедре технологии приборостроения Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. На основании анализа имеющихся на рынке систем моделирования технологического процесса литья под давлением была выбрана система Moldex3D/eDesigen R10. Данная система имеет ряд преимуществ по точности и производительности расчета.

На примере этой системы была исследована и разработана методика применения системы моделирования в ТПП изделий из полимерных материалов. Были определены:

– необходимые для моделирования и анализа данные;
– последовательность и содержание основных этапов подготовки модели (модель отливки, модель технологического процесса, модель материала и т.д.);
– основные параметры и закономерности подлежащие анализу по результатам моделирования;
– методы устранения возможных проблем возникающих при литье под давлением.

Методика была применена для анализа процесса литья под давлением изделия «накладка износостойкая», предоставленного в качестве примера ООО «Заводом по переработке пластмасс имени «Комсомольской правды». Данная работа в дальнейшем будет использована как основа для разработки методик применения системы моделирования в Центре прототипирования на базе данного предприятия.

Литература

1. Барвинская И.Е., Барвинский И.А. Прогнозирование качества литьевых изделий из термопластов в компьютерном анализе. Доклад на семинаре «Пластмассовые изделия и формы для их изготовления: конструирование, производство, эксплуатация» / МООИП - IP SPE. Междунар. банк. Институт. – СПб, 2000. – Препринт.
2. Барвинский И.А., Барвинская И.Е. Снижение себестоимости пресс-форм и литьевых изделий в компьютерном анализе. – М.: ИФ «АБ Универсал», 2000. – Препринт.
3. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. – СПб: Политехника, 2008. – 304 с.

[1] Термин пластмасса обозначает композицию полимера с одной или большим числом добавок

4. Литье пластмасс под давлением / Т.А. Оссвальд, Л.-Ш. Тунг, П. Дж. Грэмман; под ред. Э.Л. Калинчева. – СПб: Профессия, 2008. – 712 стр.
5. Santa Clara University Engineering Desgin Center [электронный ресурс]. URL: http://www.dc.engr.scu.edu/cmdoc/dg_doc/develop/trouble/
6. Umg Abs. Ltd. [электронный ресурс]. URL: http://www.umgabs.co.jp/en/solution/trouble/t_30.htm

Гладских Игорь Аркадьевич
Год рождения: 1988
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптической физики и современного естествознания, группа 6353
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: 138020@mail.ru

УДК 53.082.534, 537.312.52

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ И ФОТОПРОВОДИМОСТИ ОСТРОВКОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

И.А. Гладских
Научный руководитель – д.ф.-м.н., ст.н.с. В.В. Хромов

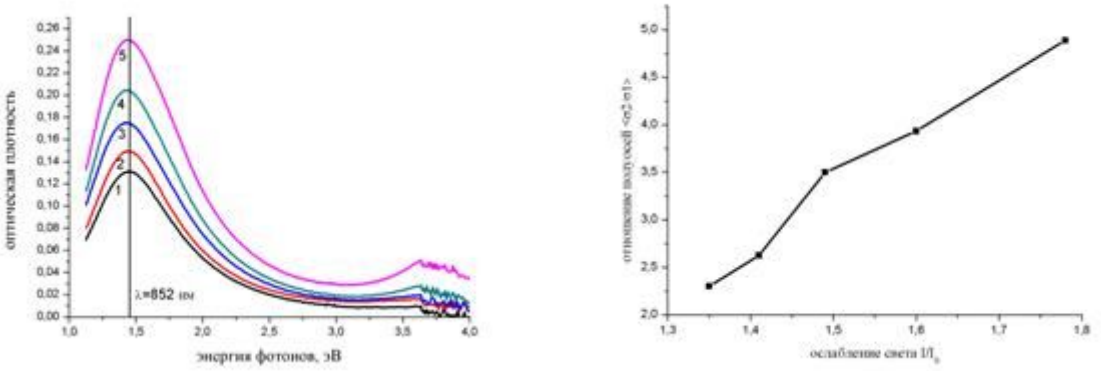
Грант РФФИ 08-02-00695 «Селективная фотоэлектронная эмиссия и фотопроводимость в системе металлических наночастиц» (руководитель Т.А. Вартанян).

В работе была исследована морфология и фотопроводимость островковых металлических пленок. Начало исследований структуры и физических свойств тонких металлических пленок относится к концу 50-х годов прошлого столетия, когда методами термического испарения были получены первые металлические пленки [1]. Определение характеристик структуры субмикронных островковых пленок возможно с использованием электронной, ближнепольной или атомно-силовой микроскопии. Все эти методы весьма трудоемки и сопровождаются, либо уничтожением объекта исследования (электронная микроскопия), либо требуют непосредственного объединения напылительной камеры и измерительного оборудования (атомно-силовая микроскопия).

Одним из основных свойств островковых систем является экспоненциальная зависимость электропроводности от температуры, что свидетельствует об активационной природе проводимости. Другим отличительным свойством является отклонение от закона Ома, зависящее от структуры пленки и напряженности поля. В островковых пленках наблюдается сильное влияние адсорбции газов на проводимость. Однако часто экспериментальные результаты разных авторов сильно отличаются, а так же, влияние света на проводимость таких систем малоизучена [2, 3].

В работе была продемонстрирована возможность исследования морфологии островковых металлических пленок простым и бесконтактным оптическим методом. Была собрана экспериментальная установка по исследованию оптической анизотропии металлических наночастиц. Оказалось, что частички натрия являются сильно анизотропными. Это проявляется как в спектрах оптической плотности (в виде двух пиков поглощения, соответствующих возбуждению плазмонов вдоль короткой и длинной полуосей эллипсоида параллельных подложке), так и в спектрах шумового сигнала экстинкции. В процессе роста пленки обнаружено увеличении анизотропии

частиц. Асимметрия поглощения $<\sigma_1/\sigma_2>$ изменялась от 1:2,3 до 1:4,9, что говорит об усложнение морфологии островковой пленки натрия в процессе ее роста.



а б

Рис. 1. Графики зависимостей: оптической плотности от длины волны для островковых пленок натрия различной толщины (а); асимметрии поглощения наночастиц натрия на сапфировой подложке от ослабления света пленкой (б)

Были исследованы электрические и фотоэлектрические свойства островковой пленки серебра на сапфировой подложке. Измерены вольтамперные характеристики этой пленки в вакууме и на воздухе. Оказалось что ее сопротивление на воздухе $\rho_{пов} = 2{,}5 \cdot 10^{14}$ Ом/м^2 в два раза больше, чем в вакууме $\rho_{пов} = 1{,}25 \cdot 10^{14}$ Ом/м^2, что говорит о сильном влиянии атмосферы на проводимость пленки. Были измерены температурные зависимости проводимости этой пленки, которые показывают, что проводимость осуществляется по активационному механизму, причем с ростом температуры проводимость пленки увеличивается, что говорит о неметаллической природе проводимости. Энергия активации проводимости островковой пленки серебра на сапфировой подложке составила 0,48 в вакууме и 0,2 на воздухе. Получен спектр фотопроводимости островковой пленки серебра на сапфировой подложке в вакууме (как токовая добавка к темновому току) от длины волны падающего на пленку излучения (рис. 2), который хорошо согласуется со спектром оптической плотности этой пленки.

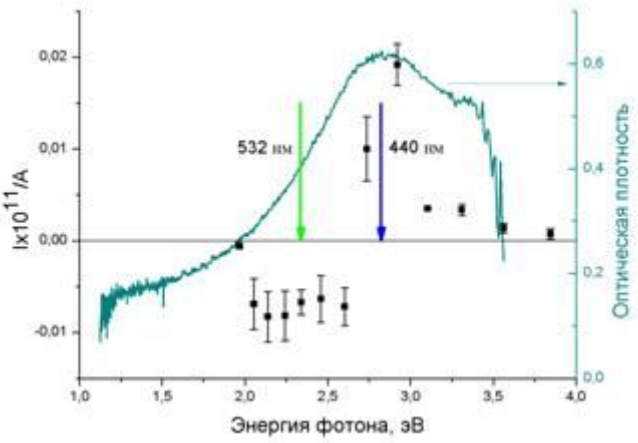


Рис. 2. Спектр экстинкции островковой металлической пленки серебра на сапфировой подложке в вакууме (ось ординат показана стрелкой); спектр фотопроводимости ансамбля серебряных наночастиц на сапфире в вакууме при комнатной температуре. Отрицательные значения фототока соответствуют уменьшению проводимости при освещении

Оказалось, что при облучении длинноволновым излучением (с энергией фотонов <2,7 эВ) проводимость уменьшается, а при облучении коротковолновым – увеличивается. Для более детального исследования этого эффекта сняты температурные зависимости фототока при облучении пленки непрерывными полупроводниковыми лазерами с длинами волн 532 нм и 440 нм, попадающие в обе эти области. На основании перечисленных выше результатов сделан вывод о механизме проводимости таких систем, который заключается в переносе заряда по ловушкам в приповерхностном слое подложки (сапфира), находящиеся вблизи уровня Ферми металла, от островка к островку.

Литература

1. Maissel L.I., Glang R. Handbook of thin film technology. – New York: McCraw Hill Company, 1970. – 38 p.
2. Wagner S., Pundt A. Conduction mechanisms during the growth of the Pd thin films: Experiment and model // Phys. Rev. B, 2008. – V. 78. – P. 155131.
3. Fedorovich R.D., Naumovets A.G., Tomchuk P.M. Electron and light emission from island metal films and generation of hot electrons in nanoparticles // Physics Reports, 2000. – № 328. – P. 73–179.

Голубева Алена Юрьевна
Год рождения: 1988
Инженерно-физический факультет, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики, группа 6245
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: GolubevaAY@gmail.com

УДК 53.087.4

ЦИФРОВОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ МИКРОСКОП С АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫМ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕТИТЕЛЕМ

А.Ю. Голубева
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Н.Р. Белашенков

В работе был разработан и апробирован алгоритм управления яркостью светодиодного осветителя на основе расчета количественной оценки контраста изображения, формируемого на площадке матричного фотоэлектронного приемника. А так же предложено конструктивное и схемотехническое решение осветительной системы цифрового микроскопа с автоматическим регулированием уровня освещенности микрообъектов. В настоящее время главными проблемами, стоящими перед производителями цифровых микроскопов, является качество микрофотографий и достоверность цветопередачи изображения. Кроме того, подавляющее большинство отечественных цифровых микроскопов не снабжено компьютерным управлением, в то время как зарубежные образцы полностью им снабжены. Этот фактор в значительной степени отображается на производительности процесса исследования микрообъектов, а так же эргономичности данного класса приборов.

В работе было предложено конструктивное и схемотехническое решение осветительной системы цифрового микроскопа с автоматическим регулированием уровня освещенности микрообъектов. Поставленная задача была достигнута путем модернизации отечественного светового микроскопа МИКМЕД-2 (вариант 15), где в

качестве осветительного блока было предложено использовать оптическую схему, которую можно отнести к одному из инновационных решений осветительных систем микроскопа, представленную на рис. 1. Данная схема позволяет добиться высокой спектральной чистоты в каждом из трех RGB каналов, при этом существует возможность управления яркостью каждого светодиода в отдельности. Для реализации управления яркостью светодиода была предложена многофункциональная аппаратная платформа Arduino (рис. 2).

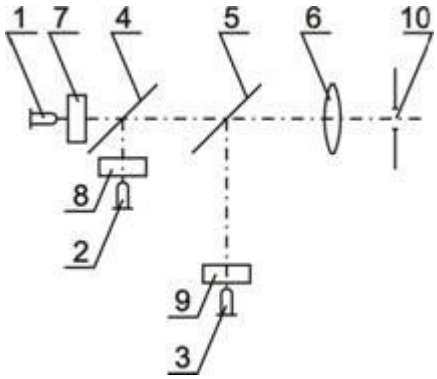


Рис. 1. Оптическая схема осветителя: 1, 2, 3 – светодиоды; 4, 5 – дихроичные зеркала; 6 – линза, для формирования пространственно однородного светового потока в плоскости выходной апертуры осветителя; 7, 8, 9 – спектральные селекторы; 10 – выходная апертура

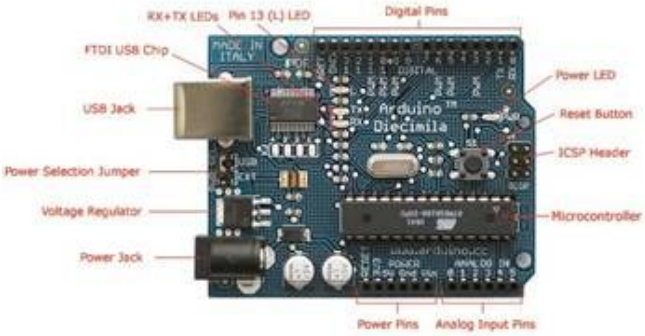


Рис. 2. Платформа Arduino Diecimila

Выбор схемы был обусловлен наличием в ней всех необходимых компонентов, для осуществления управления яркостью светодиодов. Все технические характеристики элементов платформы удовлетворяют требуемым параметрам. В работе было предложено два алгоритма управления яркостью светодиодного осветителя основанных на количественной оценке контраста, первый для изображений с большим процентом шума – это метод количественной оценки контраста на основе представления «центров масс», другой – для высококачественных контрастных изображений по методу расчета гистограммы яркостей. Для обеспечения пользовательского интерфейса был выбран язык программирования Python.

В результате был разработан цифровой микроскоп с автоматическим светодиодным осветителем. Данный цифровой микроскоп, оснащенный автоматическим осветителем, существенно упрощает работу при исследовании микрообъектов, экономит время на проведение экспериментов и делает более эргономичным данный класс приборов. В работе продемонстрированы и апробированы алгоритмы управления светодиодным осветителем цифрового биологического микроскопа, основанные на расчете средней интенсивности кадра, сформированного фотоэлектронным матричным приемником, а так же на расчете количественной оценки контраста изображения, не имеющие аналогов у ведущих производителей цифровых микроскопов. Тщательно подобрано аппаратное обеспечение функциональных возможностей цифрового микроскопа, не вносящее значительных изменений в габаритные размеры и вес прибора, с возможностью последующей модификации без значительных временных и экономических затрат. Был сделан обоснованный выбор гибкой среды разработки программного обеспечения, обладающей модульной структурой и позволяющей вносить модификации в алгоритмы управления непосредственно в рабочем режиме.

Литература

1. Белашенков Н.Р. Осветительная система для микроскопа с регулируемой цветовой температурой излучения / Н.Р. Белашенков, А.И. Лопатин, В.О. Никифоров, И.П. Гуров, А.В. Мельников // Изв. вузов. Приборостроение, 2006. – № 10. – С. 67–707.
2. Беззубик В.В. Метод количественной оценки контраста цифрового изображения / В.В. Беззубик, Н.Р. Белашенков, В.О. Никифоров // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2010.– № 6. – С. 86–88.

Дергачев Александр Андреевич
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6110
Направление подготовки:
230100 Информатика и вычислительная техника
e-mail: born4fun@mail.ru

УДК 004.422

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ КОРПОРАТИВНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

А.А. Дергачев
Научный руководитель – к.т.н., доцент И.А. Бессмертный

Работа посвящена изучению принципов многоуровневой организации корпоративных приложений, а также Java технологий, связанных с реализацией, как отдельных уровней, так и реализацией комплексных типовых решений проектирования на примере корпоративной информационной системы одного из операторов мобильной связи, для которого выполнялась разработка системы мониторинга и управления конфигурацией корпоративных приложений.

Подлежащая мониторингу информационная система состоит из комплекса корпоративных приложений, таких как интернет-магазин; портал самообслуживания покупателей; система поиска и предоставления сервисов клиентам, а также приложений для обработки заказов, управление данными в системе и управления розничной торговлей. Многие приложения интегрированы со сторонними системами, различными сервисами и службами. Все приложения имеют общую многоуровневую архитектуру.

В соответствии с этим в разрабатываемой системе был реализован мониторинг многоуровневых приложений, обеспечивающий отображение информации об ошибках, возникающих в разных слоях приложения, а так же, отслеживание времени выполнения и других параметров сервисных методов в режиме реального времени. Для управления конфигурацией объекта мониторинга в режиме реального времени в разрабатываемой системе были реализованы такие возможности, как переключение между сторонними системами, предоставляющими одинаковые услуги, изменение параметров журналирования, добавление и удаление подписчиков рассылки электронных уведомлений, управление расписанием выполнения задач, замена удаленных ресурсов. Для сбора статистики о функционировании корпоративных приложений в различных слоях системы были внедрены прокси-объекты. Так, например, на уровне представления, информация о вызовах EJB собирается в программных компонентах, таких как бизнес-делегат и сервис-локатор. В свою очередь на уровне интеграции

реализованы прокси-объекты сбора данных о вызовах сторонних систем, баз данных и удаленных ресурсов.

Разработанная система мониторинга и управления конфигурацией является основным результатом работы. При дальнейшем совершенствовании разработанной системы акцент должен быть смещен в область моделирования различных вариантов расслоения корпоративных приложений, исследования параметров их взаимодействия, разработки и реализации методов и алгоритмов автоматической реконфигурации программных приложений в зависимости от изменения параметров их функционирования.

Литература

1. Браун К. и др. Создание корпоративных Java-приложений для IBM WebSphere / Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005.
2. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильяме», 2006.

Иванова Светлана Викторовна
Год рождения: 1988
Факультет точной механики и технологии, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии, группа 6665
Направление подготовки:
200100 Приборостроение
e-mail: svetlana.cat@mail.ru

УДК 004

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ФАНТОМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК МР-ТОМОГРАФА И МЕТОДИКИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

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

МР-фантомом является искусственный объект, который может отображаться для проверки работы магнитно-резонансного томографа (МР-томографа). Фантомы используются вместо «нормативного человека», так как намного проще установить стандартный фантом на каждом из множества МР-томографов по всему миру, чем перевозить «нормативного человека» для исследования из одного места в другое. Фантомы сделаны из материалов, имеющих магнитно-резонансный сигнал. Многие материалы в МР-фантомах используются в качестве веществ, поддерживающих сигнал [1].

На сегодняшний день, не существует универсального фантома, который был бы предназначен для проверки характеристик любого МР-томографа. Таким образом, была поставлена задача, разработать универсальный фантом для оценки характеристик МР-томографа и методику его использования.

Для решения поставленной задачи были изучены характеристики МР-томографов, контролируемые при помощи разных фантомов; рассмотрены основные типы фантомов для МР-томографа; выявлены элементы фантомов, служащие для контроля различных параметров; разработана классификация элементов фантомов. В ходе работы были проведены эксперименты во ВНИИ Фтизиопульмонологии на МР-томографе Toshiba Vantage 1,5Тл и в Ленинградской областной клинической больнице на МР-томографе GE Signa HDxt 1,5Тл. По результатам экспериментов были определены требования, предъявляемые к универсальному фантому для МР-томографа, и определены

требования, предъявляемые к фантомам для независимой оценки качества изображений.

В результате проделанной работы была разработана 3D модель универсального фантома для оценки характеристик МР-томографа и представлена методика его использования.

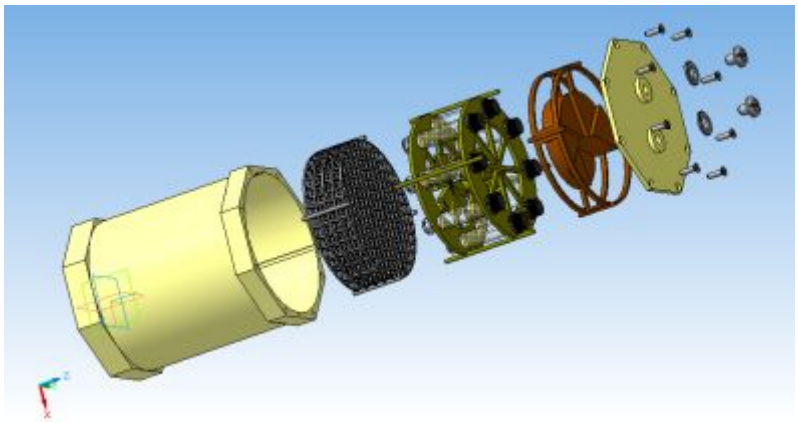


Рисунок. Фантом. Разнесенный вид

Литература

1. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии. Учебное пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.

Кабанова Дарья Сергеевна
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: kds_1988@mail.ru

УДК 771.351.16

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТЫ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Д.С. Кабанова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Вознесенская

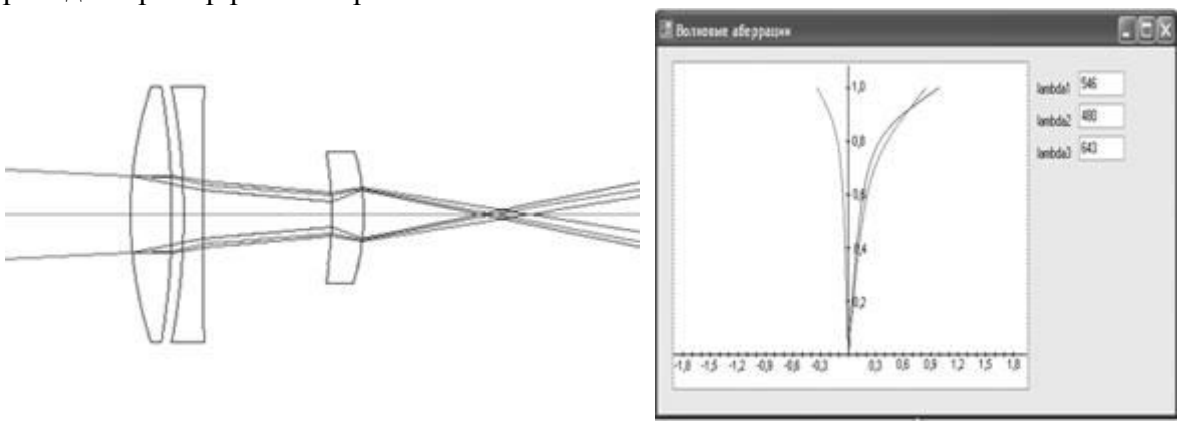
Одним из перспективных направлений развития современных оптических технологий является изучение сред с отрицательным показателем преломления – наноструктурированных оптических метаматериалов [1]. Помимо синтеза и исследования свойств метаматериалов, необходимо специализированное программное обеспечение (ПО,) позволяющее проектировать оптические системы, в состав которых входят элементы из метаматериалов. Современное коммерческое ПО (Opal, Zemax и др.) позволяет рассчитывать оптические системы, состоящие только из положительных элементов ($\varepsilon > 0$, $\mu > 0$). Таким образом, разработка математической модели и компьютерного приложения, обеспечивающего возможность проектировать оптические

системы, в состав которых входят оптические элементы, изготовленные из метаматериалов, представляется крайне актуальной.

В результате выполнения работы были решены задачи: трассировки лучей в оптических средах с отрицательным показателем преломления; определения параксиальных характеристик оптических систем, включающих элементы из метаматериалов; анализа аберраций полученных оптических систем.

В основу математической модели трассировки лучей положены законы геометрической оптики, при этом, закон Снеллиуса рассмотрен в полном виде [1, 2]: $\frac{\sin\phi}{\sin\varphi} = n_{12} = \frac{p_2}{p_1}\left[\sqrt{\frac{\varepsilon_2\mu_2}{\varepsilon_1\mu_1}}\right]$, где p_1 и p_2 – «правизна» первой и второй сред, соответственно, что позволило обобщить расчет для положительных и отрицательных материалов и сформировать универсальную численную модель.

Реализованное компьютерное приложение позволяет выполнять трассировку лучей через оптические системы, включающие элементы с отрицательным показателем преломления, рассчитывать параксиальные характеристики системы и строить графики волновых, продольных и поперечных аберраций для заданных длин волн. На рисунке приведен пример работы приложения.



а б

Рисунок. Оптическая система, третий элемент которой изготовлен из метаматериала: трассировка лучей (а); график волновых аберраций (б)

Установлено, что включение в оптические системы элемента с отрицательным показателем преломления может позволить скомпенсировать аберрации, упростить оптическую систему и уменьшить количество элементов в системе.

Разработанное компьютерное приложение может быть использовано как для проектирования оптических систем, так и в образовательных целях, например, в качестве виртуальной лабораторной работы по дисциплине «Основы оптики».

Литература

1. Eleftheriades G.V., Balmain K.G. Negative-refraction Metamaterials // Fundamental Principles and Applications. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2005.
2. Веселаго В.Г. Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ε и μ // Успехи физических наук. – 1967. – № 92. – С. 517–526.

Калинин Антон Павлович
Год рождения: 1988
Факультет точной механики и технологий, кафедра нанотехнологий и материаловедения, группа 6676
Направление подготовки:
200100 Приборостроение
e-mail: formant2004@mail.ru

УДК 004

КОМПЬЮТЕРНЫЙ СТЕРЕОАНАЛИЗ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

А.П. Калинин
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент О.А. Приходько

Направление исследования – разработка информационно-измерительного комплекса для стереоанализа и моделирования вероятностных трехмерных структур объектов, в частности высокодисперсных систем, по изображениям их плоских проекций с установлением и использованием статистических распределений параметров элементов структур и их визуализацией средствами трехмерной компьютерной графики.

Основным средством при проведении исследований является программное приложение, разработанное в среде MatLab. Данное приложение способно осуществлять обработку изображений структур дисперсных систем, производить расчет параметров их элементов и наглядно представлять полученные данные.

Последовательность действий при стереоанализе.

1. Выбор исследуемого изображения.
2. Модификация изображения для выделения границ элементов структуры дисперсной системы средствами встроенных в приложение фильтров.
3. Расчет параметров элементов изображения, определение моментов эмпирических распределений. Параметры выбираются исходя из основных принципов оценки статистически распределенных структур, в частности мико- или наноструктур материалов:
   – оценка должна быть строго количественной, выраженной конкретными величинами геометрических параметров элементов структуры;
   – для более объективной оценки микроструктуры в качестве критериев геометрических параметров необходимо принимать характеристики пространственного строения.
4. Использование критериев согласия распределений для нахождения соответствия эмпирических и теоретических распределений. Приняты два, дополняющие друг друга, критерия проверки согласия: критерий Пирсона и критерий Колмогорова-Смирнова.
5. Расчет значения параметров элементов в объеме объекта исследования. Расчет производится с использованием основных стереометрических соотношений, которые устанавливают зависимости между значениями параметров трехмерных, двухмерных и одномерных объектов.
6. Построение гистограмм и анализ полученных данных.
7. Построение вероятностной трехмерной модели исследуемой дисперсной системы.

При разработке приложения был проведен обзор существующих программных средств для анализа изображений дисперсных систем. В ряде продуктов были обнаружены следующие ограничения возможностей:

– сложный пользовательский интерфейс;

– слабая структурированность методов, что усложняет работу с программой;
– алгоритм расчета параметров элементов изображения не понятен, так как не выявлено четкой последовательности действий при подготовке изображения к дальнейшему анализу;
– отсутствие возможности внесения дополнительных изменений в код базовых функций;
– в некоторых продуктах отсутствует формирование автоматического отчета в удобном для пользователя виде;
– отсутствует возможность программирования трехмерной визуализации структуры;
– ограничено количество методов расчета параметров и не выявлено наличие проверки согласия распределений.

В разработанном приложении: структурированы методы анализа; создан понятный для пользователя интерфейс; формируется автоматический отчет; предусмотрено дополнение существующих функций и методов для расширения функционала программы; внедрен уникальный модуль построения трехмерной модели по полученным параметрам; внедрена проверка согласия распределений различными методами.

Работа является прямым продолжением выпускной квалификационной работы (ВКР) на тему «Исследование распределения высокодисперсных систем», в рамках которой был создан программный модуль расчета параметров элементов высокодисперсной системы и проверки соответствия теоретических и эмпирических распределений. Модуль не имел графического интерфейса и был существенно органичен в возможностях.

В печати находится статья по результатам ВКР, в которой изложены данные по построению распределений элементов плоских изображений и их анализу без построения трехмерной модели.

Созданное программное обеспечение, разработанное в среде MatLab, позволяет: произвести экспрессный стереоанализ в режиме реального времени; создать вероятностную модель трехмерной структуры по параметрам двумерных проекций образцов материала.

Дальнейшее развитие созданных программных приложений должно быть связано с его применением для анализа объектов с разнообразной структурой, в том числе и тест-объектов с известной структурой, с целью увеличения числа функций, а также повышения достоверности и точности. После тщательной апробации и доработки данный информационно-измерительный комплекс может быть рекомендован для диагностики дисперсных и других систем со статистически закономерным распределением параметров их элементов.

Литература

1. Салтыков С.А. Стереометрическая металлография. – М.: Металлургия, 1976.
2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.
3. ГОСТ 5639-82. Методы выявления и определения величины зерна. – М.:, 1983.
4. ГОСТ 9206-80. Алмазные порошки – М.:, 1984.
5. Дьяконов В. Matlab. Основы обработки сигналов и изображений. – СПб: Питер, 2002.
6. Лемешко Б.Ю., Чимитова Е.В. О выборе числа интервалов в критериях согласия типа c^2 – Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2003. – Т. 69. – № 1. – С. 61–67.

7. Консультационный центр Matlab, режим доступа: [http://matlab.exponenta.ru].
8. База данных микроструктур металлов и сплавов, режим доступа: [http://www.microstructure.ru].
9. Duncan A.J. J-Integral Fracture Toughness Testing and Correlation to the Microstructure, режим доступа: [http://www.osti.gov/].
10. Steel research and development laboratory, режим доступа: [http://www.trl.com/].

Каялайнен Андрей Витальевич
Год рождения: 1984
Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики
и энергофизический мониторинг, группа 6212
Направление подготовки:
140400 Техническая физика
e-mail: kajalainen@mail.ru

УДК 536.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В КАНАЛАХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

А.В. Каялайнен
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Кораблев

В современной электронике и приборостроении используются жидкостное охлаждение тепловыделяющих устройств, характерной особенностью которых является высокая плотность тепловых потоков на теплоотдающих поверхностях. Наиболее эффективным способом охлаждения является использование каналов охлаждения с гидравлическим диаметром порядка $10^{-4} \div 10^{-3}$ м. При протекании жидкости высокая интенсивность теплообмена достигается за счет этого размерного фактора.

Исследования в данной области немногочисленны и носят противоречивый характер. В работе описывается экспериментальная установка; рабочий участок; методика измерений и результаты экспериментальных исследований конвективного теплообмена в каналах с гидравлическим диаметром от 0,54 до 1,49 мм.

Проведено сопоставление полученных экспериментальных данных с ранее известными зависимостями (рисунок). На основании статистического анализа рекомендованы зависимости, наиболее адекватно описывающие процесс.

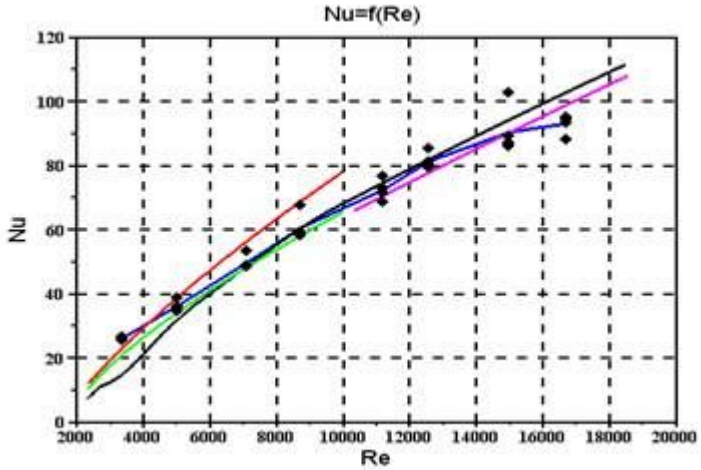


Рисунок. Сопоставление результатов экспериментов с известными зависимостями [1–3]

Литература

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Изд 5-е перераб. и доп. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.
2. Дульнев Г.Н., Семяшкин Э.М. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах. – Л.: Энергия,1968. – 360 с.
3. Андреев В.А. Теплообменные аппараты для вязких жидкостей. – Л.: Энергия, 1971. – 152 с.

Кондратова Ольга Александровна
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: opti4ka@mail.ru

УДК 681.78

ДВУХКАНАЛЬНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ СМЕЩЕНИЙ ПЛАВАЮЩЕГО ДОКА

О.А. Кондратова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Горбачев

Работа выполнена в рамках государственного контракта №П695 на проведение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд по проблеме «Исследование и разработка многофункциональной оптико-электронной системы высокоточного позиционирования элементов крупногабаритных конструкций в промышленных системах управления технологическими процессами».

Проведена разработка и исследование оптико-электронной системы для контроля величины прогиба плавающего дока. Данная система может найти применение и при контроле деформаций иных крупногабаритных промышленных сооружений, например, летательных аппаратов, мостов, плотин. Деформация перечисленных объектов имеет характер прогиба, величину которого необходимо контролировать, особенно в периоды максимальных нагрузок. Последствия аварий с этими объектами при их возможных разломах могут приобрести характер катастроф, в том числе и экологических [1]. Внедренные на данный момент системы контроля прогиба основаны в большинстве своем на использовании визуальных оптических систем или электромагнитных датчиков. Подобные системы обладают такими недостатками, как недостаточная точность измерений; малый диапазон контролируемых смещений; малые рабочие дистанции; сложность в изготовлении и эксплуатации; недостаточная автоматизация процесса измерений; наличие механических деталей. Таким образом, была поставлена задача, разработать оптимальную по критериям точности и удобства эксплуатации оптико-электронную систему контроля прогиба, которая позволила бы измерять смещения элементов конструкции на дистанциях до 50 м при величине составляющих погрешности измерения порядка 4 мм.

В работе предложена схема створного измерения прогиба на основе системы двух контрольных элементов, жестко связанных с носом и кормой исследуемого дока. Деформация дока вызывает их смещение. Картина, создаваемая контрольными элементами, регистрируется двумя приемниками оптического излучения и

анализируется с привлечением числовой обработки. Использование двух независимых каналов регистрации позволяет проводить измерения прогиба при неравных длинах створа.

В работе проведено исследование погрешности измерения оптико-электронной системы. Показано, что наибольший вклад в суммарную погрешность измерения вносят составляющие погрешности, вызванные изменением внешних условий и имеющие случайный характер. Теоретическая оценка влияния внешних факторов (фоновая засветка, турбулентность атмосферы) на точность измерения показала, что погрешность, обусловленная этими факторами, не превышает 1 мм, что позволяет достичь суммарной погрешности измерения не более 4 мм.

Экспериментальные исследования макета системы, созданного на кафедре оптико-электронных приборов и систем Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, показали, что величины систематической и случайной составляющих погрешности измерения не превышают 0,9 мм и 0,1 мм соответственно. Проведенные эксперименты позволяют говорить о потенциально высокой точности системы в условиях лаборатории, дальнейшие исследования могут быть направлены на поиск методики снижения систематической погрешности, а также на оценку работы системы в полевых условиях.

Литература

1. Джабиев А.Н., Мусяков В.Л., Панков Э.Д., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные приборы и системы с оптической равносигнальной зоной. Монография / Под общ. ред. Э.Д. Панкова.– СПб: СПбГИТМО (ТУ), 1998. – 238 с.

Лазарева Ольга Юрьевна
Год рождения: 1989
Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: olga.ju.lazareva@gmail.com

УДК 776.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕКЦИИ ЭФФЕКТА ОПТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ В ФОТОЛИТОГРАФИИ

О.Ю. Лазарева
Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.В. Иванова

НИР № 18005 «Исследование закономерностей структурирования пленок халькогенидного стеклообразного полупроводника в процессе получения рельефно-фазовых голограмм».

Целью работы являлось моделирование и исследование методов коррекции эффекта близости в фотолитографии на примере периодической решетки со вспомогательными элементами. Вспомогательные элементы добавляют к основному элементу (обычно, к линии или периодической решетке) для коррекции ширины и повышения интенсивности основного элемента за счет дифракции на вспомогательных. В ходе работы была создана программа, моделирующая фотолитографическое изображение, смоделированы и исследованы 3 метода оптимизации размеров и

положения вспомогательных элементов, исследовано влияний расфокусировки на оптимизированное изображение [1–3].

Цель оптимизации – получить размер вспомогательного элемента и расстояние до него, при которых ширина воздушного изображения основной линии будет наиболее близка к заданной. В работе использовалось 3 метода оптимизации: метод градиентного спуска с постоянным шагом, метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, генетический алгоритм. Все методы оказались достаточно точными, но генетический алгоритм сошелся быстрее, поэтому для дальнейшего анализа использовались результаты, полученные при помощи этого алгоритма.

Результаты оптимизации представлены на рисунке. После оптимизации интенсивность основного элемента повысилась, а его ширина линии стала ближе к заданной, чем в случае без коррекции.

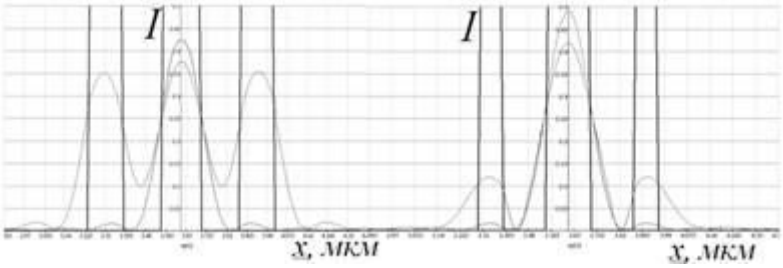


Рисунок. Распределение интенсивности на изображении:
результаты до оптимизации (а); результаты после оптимизации (б)

Исследования влияния расфокусировки показало, что на интенсивность изображения со вспомогательными элементами влияние значительно меньше, чем в случае без коррекции.

Литература

1. Watson G.P., Kroyana A., Cirelli R.A., Maynard H.L., Sweeney J.R., Kiemens F., Timp G., Nalamasu O. Depth of Focus Enhancement for 193 nm Window Lithography Sub-Resolution Assist Features // Proc. SPIE, 1999. – V. 3679. – P. 320–328.
2. Mack Chris A. Fundamental Principles of Optical Lithography The Science of Microfabrication. – Bellingham, Washington USA: Wiley, 2008. – 534 p.
3. Lin Burn J. Optical lithography: here is why. – Bellingham, Washington: SPIE Press, 2010. – 467 p.

Лебедева Лидия Николаевна
Год рождения: 1988
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики, группа 6352
Направление подготовки:
200600 Фотоника и оптоинформатика
e-mail: lidia_3@mail.ru

УДК 681.787

МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРООБЪЕКТОВ

Л.Н. Лебедева
Научный руководитель – ст. преподаватель Н.Б. Маргарянц

Для проведения экспериментов реализован технически усовершенствованный прибор, удовлетворяющий требованиям виброзащищенности и помехоустойчивости для обеспечения регистрации стабильных интерференционных картин. Использование высокоапертурных (NA = 0,5) объективов позволяло проводить исследование с разрешением 1 мкм [1]. Точная фокусировка на слои исследуемого объекта осуществлялась при помощи оптимально приспособленных двух приводов опорного и предметного плеча с автоматическим управлением программой NMTC (The New Markets Tax Credit).

Экспериментально исследовано, что для получения контрастных интерференционных картин методом ОКМЧ оптимально использовать систему освещения, состоящую из суперлюминесцентного диода, излучающего в ИК области, и монохроматора, обеспечивающего равномерность шага изменения по длинам волн. Рекомендуемая предельная глубина исследования объекта равна 10 мкм при увеличении микрообъективов $15^{\times}$.

Автоматизирована регистрация интерференционных картин на высокочувствительную черно-белую видеокамеру, с убранным отрезающим ИК фильтром в заданном диапазоне длин волн, с помощью введенного и адаптированного к работе обновленного программного обеспечения VMS для управления монохроматором МДР–206.

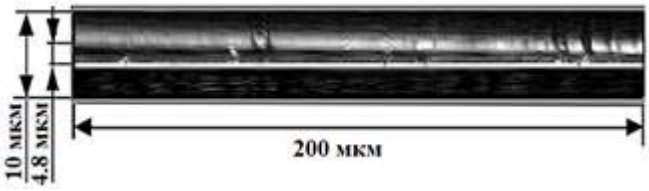


Рис. 1. Томограмма при фокусировке на дальнюю поверхность пленки, натянутую на зеркало

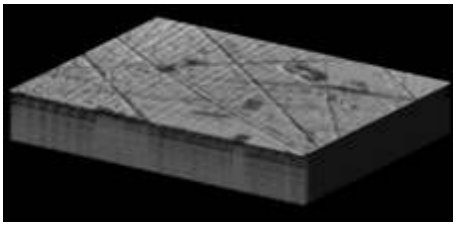


Рис. 2. Визуализация поверхности зеркала с микронеровностями

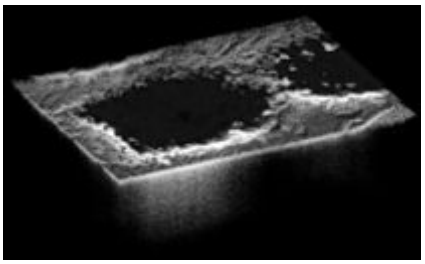


Рис. 3. Трехмерное изображение тест-объекта – пленка с напечатанной на лазерном принтере градуировочной сеткой

Предложена адаптированная методика формирования и регистрации сигнала для собранной оптической схемы и выполнена трехмерная визуализация исследуемых объектов с увеличением 600$^{\times}$. Собранный интерференционный микроскоп позволяет варьировать длину когерентности излучения от суперлюминесцентоного диода при помощи монохроматора и благодаря возможности совместного перемещения опорного и предметного плеча можно управлять глубиной исследования, фокусируясь на слой интереса.

Литература

1. Васильев В.Н., Гуров И.П. Технология бесконтактного контроля объектов на основе когерентного и спектрального радаров в биомедицинских исследованиях и промышленности / В кн. Оптические и лазерные технологии. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2002. – С. 160–175.

Матросова Наталия Дмитриевна
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра компьютерных образовательных технологий, группа 6509
Направление подготовки:
230200 Информационные системы
e-mail: matrosova.natalie@gmail.com

УДК 004.588

ДИСТАНЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СПОСОБНОСТИ УПРАВЛЯТЬ ПОДГОТОВКОЙ ПЕРСОНАЛА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ОТКРЫТОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Н.Д. Матросова
Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.С. Лисицына

В работе было рассмотрено создание дистанционной образовательной технологии (включающей в себя: электронный курс; электронные конспекты; электронные тесты; практикумы). Одним из показателей эффективности внедрения является повышение эффективности бизнес-процессов в процессе использования системы. При этом эффективность бизнес-процессов непосредственно связана с тем, насколько эффективно персонал использует средства автоматизации. А это, в свою очередь, связано с квалификацией персонала. Поэтому, чтобы обеспечить в этом аспекте эффективность бизнес-процессов, в процессе внедрения необходимо осуществлять подготовку персонала [1]. При этом эффективные бизнес-процессы позволяют повысить конкурентоспособность

предприятия, а так как конкурентоспособность предприятия – один из основных критериев оценки эффективность деятельности предприятия [2], то повышение этого критерия способствует закреплению и продвижению предприятия на рынке.

Таким образом, эффективность подготовки персонала может влиять на успешность и развитие предприятия. Для обеспечения эффективной подготовки персонала необходимо, чтобы сотрудники, обеспечивающие управление этим процессом, были хорошо подготовлены и владели методикой разработки и внедрения необходимых курсов. Поэтому в работе была поставлена следующая задача: формирование способности управлять подготовкой персонала при внедрении открытого программного обеспечения.

Для решения поставленной задачи был использован компетентностный подход, так как:

- студент, как будущий специалист в своей области подготовки персонала, должен знать подходы к компетентному подходу, который сейчас признан на государственном уровне и активно используется в высших учебных учреждениях и бизнесе;
- управлять подготовкой персонала, в том числе и при внедрении открытого программного обеспечения, это, прежде всего, владеть общей методикой разработки и внедрения компетентностно-ориентированных курсов, спроектированных для необходимой конкретной предметной области.

Разработка дистанционной образовательной технологии проводилась на базе системы дистанционного обучения Academic NT, развернутой в Санкт-Петербургском государственном университете информационных технологий, механики и оптики. Данная система используется не только, как средство получения образования дистанционным способом, но и как компьютерная технология обучения по любой форме образования, направленная на активизацию самостоятельной работы студентов по изучению дисциплины и повышение качества и объективности процесса аттестации.

Разработка дистанционной образовательной технологии состояла из следующих этапов.

1 этап. Исследование предметной области – произведен отбор содержательной части для дальнейшего «насыщения» курса.

2 этап. Исследование требований к дистанционной образовательной технологии – отобраны инструменты Academic NT, которые необходимы для создания курса и подробно рассмотрен компетентностный подход.

3 этап. Проектирование дистанционного курса и сценария – построены: модель иерархии результатов освоения; модель образовательного процесса; образовательная траектория; спроектирована модульная программа.

4 этап. Реализация дистанционного курса и сценария – созданы xml-файлы, описывающие программу и элементы курса.

5 этап. Загрузка дистанционного курса и сценария в дистанционную систему Academic NT – произведен импорт файлов в систему. Также были устранены найденные ошибки и недочеты.

Результаты работы.

- Разработана модульная структура (состоящая из 5 модулей, соответствующих 5 основным результатам освоения в модели иерархии результатов освоения).
- Разработан сценарий, реализующий дистанционную образовательную технологию, на основе модели образовательного процесса. Сценарий, как и модель образовательного процесса, имеет линейную структуру, и последовательно проходит все 5 модулей.
- Разработан дистанционный курс, реализующий структуру и содержание. При этом курс состоит из следующих элементов:
  a. конспекты – на двух уровнях («Конспект» и «Пример»). Всего задействовано 8 тем, общим объемом порядка 40 страниц;

б. тесты – 3 обучающих и 4 аттестующих, с общим объемом вопросов порядка 70. При этом на обучающие тесты дается 30 минут, на аттестующие – 15. Тесты содержат информационные кадры, вопросы закрытого типа, открытого типа и на сопоставление;
в. практикумы – 3 практических работы;
г. информационные ресурсы.

– Сценарий и курс были загружены в дистанционную образовательную систему Academic NT.

Подводя итоги работы можно утверждать, что качественное и эффективное управление подготовкой персонала повышает эффективность внедрения, а, следовательно, и эффективность производства. А это, в свою очередь, существенно повышает конкурентоспособность предприятия, что является немаловажным фактором в успешности предприятия на рынке.

Литература

1. Матросова Н.Д. Актуальность управления подготовкой персонала при внедрении открытого программного обеспечения / Сборник научных трудов 3-й Российской научно-технической конференции аспирантов, студентов и молодых ученых ИВТ-2011 / Под ред. Н.Н. Войта. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 656 с.
2. Скопина И.В. Проблемы и возможности повышения конкурентоспособности предприятий розничной торговли / И.В. Скопина, Е.А. Новикова // Управление экономическими системами: электрон. науч. журн. / Кисловодский институт экономики и права, МЦНИП – Киров: Международный центр научно-исследовательских проектов, 2008. – № 2 (14).

Острун Алексей Борисович
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: Alexostr@yandex.ru

УДК 535.317.24

АНАЛИЗ ВОЛНОВЫХ ОШИБОК ПО ПОЛЮ ЗРЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А.Б. Острун
(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)
Научный руководитель – д.т.н., профессор М.А. Ган
(Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова)

В настоящее время основной технологией современного производства интегральных микросхем является оптическая литография (фотолитография). Проекционный объектив фотолитографической установки представляет собой высокоапертурную оптическую систему, которая должна формировать практически дифракционное изображение в ультрафиолетовой области спектра. Расчетные остаточные аберрации таких систем не превышают $(0{,}01–0{,}02)\lambda$ по среднеквадратической ошибке. Однако, при изготовлении объектива неизбежны

отступления от указанных в расчете величин конструктивных параметров. Эти отклонения называются ошибками изготовления объектива. Аберрации, вызванные ошибками изготовления, могут существенно ухудшить качество изображения объектива, и поэтому требуется юстировка для достижения характеристик качества изображения, необходимых для его успешной эксплуатации. Для выполнения успешной юстировки необходимо знать влияние конкретных аберраций на качество изображения. Так же нужно уметь установить соответствие между ошибками изготовления и аберрациями, которые они вызывают. Таким образом, необходимо решить следующие задачи – провести анализ ошибок по полю зрения оптической системы и разделить аберрации на составляющие, вызванные различными источниками возмущений – децентрировками оптических элементов, ошибками формообразования составляющих линз, нарушенными воздушными промежутками.

При выполнении работы была исследована методика, которая позволяет на основании результатов интерферометрического контроля по полю зрения оптической системы оценить величины аберраций, вызванные ошибками изготовления, и их распределение по полю зрения. Был рассмотрен характер изменения основных аберраций по полю зрения оптической системы, при изменении расчетных конструктивных параметров. На основе рассмотренной методики было разработано программное обеспечение. Для его проверки было проведено моделирование измерения волновых фронтов оптической системы в различных полевых точках. Разработанное программное обеспечение работает следующим образом. Сначала измеренные волновые фронты представляются в виде степенных полиномов. Выполняется анализ волновых фронтов, вычисляются ошибки волнового фронта. Затем производится моделирование поверхности изображения, вычисляются коэффициенты волновых ошибок, производится расчет отклонения координат изображения, вызванных аберрациями в каждой точке поля, и затем производится интерполяция, и визуализация поверхности изображения.

В результате работы был проведен анализ изменения аберраций, и их распределение по полю зрения. Были смоделированы основные аберрации, свойственные оптическим системам, дисторсия, кривизна поля, астигматизм и кома. С помощью разработанного программного обеспечения эти ошибки были разделены на составляющие, свойственные осесимметричной и децентрированной оптическим системам, вычислены коэффициенты и углы разворота соответствующих аберраций. Так же разработанное программное обеспечение позволило анализировать форму и положения плоскости наилучшего изображения по результатам интерференционного контроля фотолитографического объектива. Полученные данные могут в дальнейшем использоваться для юстировки оптической системы, т.е. для устранения соответствующих видов аберраций.

Петрик Александра Игоревна
Год рождения: 1987
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра систем управления и информатики, группа 6148
Направление подготовки:
220200 Автоматизация и управление
e-mail: aleksa_live@mail.ru

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ОРИЕНТАЦИИ КОЛЕСНЫХ РОБОТОВ

А.И. Петрик
Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.И. Болтунов

В настоящее время в мире интенсивно расширяются области исследований и использования колесных роботов, характеризующиеся развитым взаимодействием с внешними объектами, расширенными возможностями приспособления к сложной, неопределенной и подвижной внешней среде, высокой функциональной гибкостью и маневренностью. Предметом исследования являлась задача управления автономным мобильным колесным роботом в условиях неопределенности в задании желаемой траектории движения. Рассматривались нетривиальные транспортные задачи, в качестве которых были взяты упражнения из Фестиваля «Мобильные роботы» имени профессора Е.А. Девянина. В основе регламента, разработанного для этого фестиваля, лежала идея задания маршрута движения робота с помощью активных маяков, инверсной полосы с препятствиями и светофорами. Традиционные методы не позволяют спроектировать желаемую траекторию движения робота из-за минимальности априорной информации о существенных для выполнения задачи характеристиках и параметрах окружающей среды. Работа была посвящена развитию конечно автоматного подхода для разработки алгоритмов управления и ориентации мобильного робота, при отсутствии аналитического описания желаемой траектории.

Разработана иерархическая структура системы управления мобильным колесным роботом. Построен алгоритм ориентации робота в динамическом окружении, позволяющий определить поставленную перед роботом задачу. Синтезированы алгоритмы выполнения упражнений из соревнований «Мобильные роботы». Решение задачи планирования реализовано с помощью аппарата конечных автоматов. При использовании конечно автоматного подхода мобильный робот рассматривается как «реактивная» система. Такие системы реагируют на поток событий изменением состояний и выполнением действий при переходах из состояния в состояние или действий в состояниях [1]. Для каждой из рассматриваемых в работе задач («Маяки-ворота», «Восьмерки», «Поле со светлячками», «Лес со светлячками», «Полоса с препятствиями», «Городские улицы») разработан свой конечный автомат.

Была построена математическая модель мобильного колесного робота в задачно-ориентированных координатах. Синтезированы локальные регуляторы для двухприводного мобильного робота, обеспечивающие наведение робота на маяк и вращение вокруг маяка. Была создана программная реализация имитационной модели с использованием программной среды MATLAB 7 для экспериментальных исследований синтезированных алгоритмов управления.

Таким образом, были разработаны методы и алгоритмы управления и ориентации мобильных роботов в динамическом рабочем пространстве. Результаты работы могут быть использованы для построения систем управления автономными мобильными роботами, функционирующими в условиях неопределенности в задании траектории движения.

Литература

1. Harel D., Politi M. Modeling reactive systems with statecharts. NY: McGraw-Hill, 1998.

Птицына Анастасия Сергеевна
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра оптико-цифровых систем и комплексов (базовая кафедра), группа 6321
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: anastasia_88.88@mail.ru

УДК: 535.31; 53.072; 62.501

РАЗРАБОТКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПЕЛЕНГАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А.С. Птицына
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Демин

Цель работы заключалась в «Разработке моноспектральной оптико-электронной системы (ОЭС) поиска, обнаружения, сопровождения и определения параметров движения целей, обеспечивающей эффективную выдачу данных целеуказания с борта носителя на другие технические элементы системы». Актуальность темы определяется необходимостью разработки эффективных средств определения текущих координат перспективных летательных аппаратов (ЛА), способных при совершении орбитальных и высотных полетов достигать скоростей, в разы превышающих скорость звука. Обнаружение таких объектов существующими средствами малоэффективно, что связано с малым временем реакции их следящих систем и низкой эффективностью средств обнаружения высокоскоростных малоразмерных объектов на большой дальности.

Для достижения целей работы необходимо разрешение основных противоречий, заключающихся в необходимости, с одной стороны, увеличения времени наблюдения за объектом локации для накопления достаточной энергии, необходимой для обнаружения малоразмерного аппарата на большой дальности, с другой стороны, время обнаружения должно быть незначительным для обеспечения скорости перемещения оптической оси следящей системы, соответствующей скорости перемещения объекта локации в пространстве.

Поиск путей разрешения противоречий позволил выдвинуть гипотезу, в которой предполагается, что при движении летательного аппарата в разреженных и плотных слоях атмосферы на скоростях, превышающих 3М и возникновении ударно-сжатого слоя происходит существенный разогрев корпуса ЛА и окружающего его пространства, собственное излучения которых обеспечит их эффективное обнаружение локационными средствами оптического диапазона на больших дальностях.

В работе в качестве объекта исследований была рассмотрена ОЭС обнаружения и пеленгации высокоскоростных объектов в ИК диапазоне.

Предметом исследований являлось обнаружение высокоскоростных объектов в ИК диапазоне и процессы, влияющие на точность их пеленгации.

При оценке основных характеристик предлагаемой оптической следящей системы учитывались основные факторы ее функционирования. В том числе характеристики естественных источников помехового излучения, различные сценарии применения разрабатываемых следящих систем и т.д. Были проведены расчеты основных

параметров условий локации высокоскоростных объектов, которые в дальнейшем были использованы в качестве исходных данных при оценке эффективности применения ОЭС ИК диапазона по прямому назначению в составе следящих систем.

При выполнении работы получены следующие результаты.

1. Сформированы классификационные признаки, по которым происходит обнаружение и распознавание летательных аппаратов в ИК диапазоне (3–5 мкм).
2. Разработана структурно-функциональная схема моноспектральной ОЭС с расчетными параметрами.
3. Изготовлена оптико-механическая схема моноспектральной ОЭС.

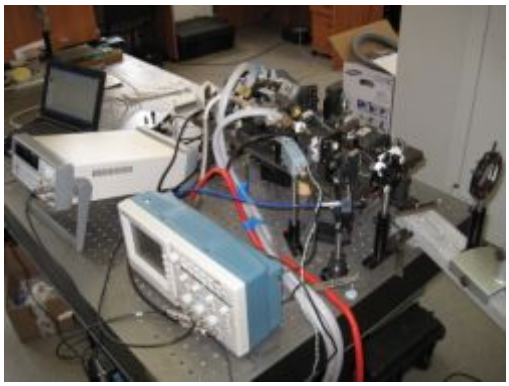
Рисунок. Макет моноспектральной ОЭС обнаружения, пеленгации и сопровождения летательных аппаратов

Семенов Артем Юрьевич
Год рождения: 1988
Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра компьютеризации и проектирования оптических приборов, группа 6321
Направление подготовки:
200200 Оптотехника
e-mail: art_s2@mail.ru

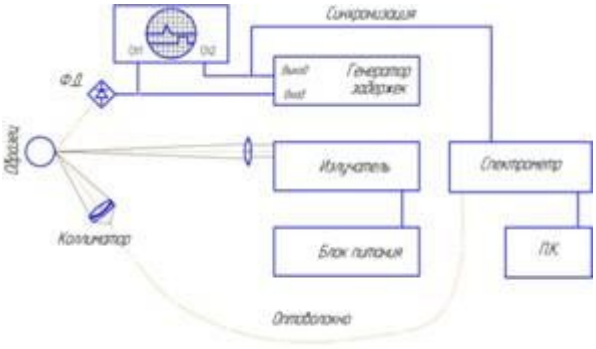
РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО АТОМНО-ЭМИССИОННОГО СПЕКТРОАНАЛИЗАТОРА ТВЕРДОФАЗНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.Ю. Семенов
Научный руководитель – д.т.н., профессор Р.К. Мамедов

В работе была разработана лабораторная установка спектроанализатора твердофазных объектов методом лазерно-индуцированной эмиссионной спектроскопии (ЛИЭС). Основной частью работы являлся расчет параметров и элементов, а также разработка конструкции оптического генератора возбуждения спектров образца (атомизатора на основе моноимпульсного лазера). Данный метод представляет множество потенциальных применений. Основными его преимуществами являются: «экспрессность» метода (малые габариты установки, не требуется подготовка образца); безконтактность (анализ проводиться на расстоянии 100–200 мм); не разрушаемость образца (с поверхности испаряется малое количество вещества); возможность объемного анализа глубиной до 200 мкм в реальном времени (путем испарения вещества); анализ поверхностных загрязнений. На рисунке приведена фотография лабораторной установки спектроанализатора и его блок схема.



а



б

Рисунок. Лабораторная установка спектроанализатора: фотография (а); блок схема (б)

В исследовательской части работы были приведены результаты анализа различных объектов и материалов разработанной установкой, что показывает не только ее работоспособность, но и параметры, характеристики и возможности. Спектроанализатор прекрасно показал себя в идентификации твердофазных объектов, а так же и других методах АЭС, таких как абляционный анализ, анализ поверхностных загрязнений, газов и аэрозолей.

Исследование на сходимость результатов показало, что незначительная разность интенсивности спектров, обусловленное некоторыми факторами, описанными в работе, не влияет на результаты качественного анализа образцов. Также были получены данные о временных характеристиках лазерно-индуцированной плазмы, которые мало рассмотрены в современной литературе.

Данная работа проходила на базе ФГУП «ГосНИИ ПП». В дальнейшем результаты будут использованы для доработки и усовершенствования прибора.

Литература

1. Крамерс Д., Радзиемски Л. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. – М.: Техносфера, 2009.
2. Звелто О. Принципы лазеров. – М.: Мир, 1990.
3. Справочник конструктора оптико-механических приборов / Под ред. В.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1980.

Сергеева Мария Евгеньевна
Год рождения: 1987
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа 6166
Направление подготовки:
140600 Электротехника, электромеханика и электротехнологии
e-mail: sergeeva.maria@mail.ru

УДК 681.5.11

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ТРЕХМАССОВОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОСЬЮ

М.Е. Сергеева
Научный руководитель – к.т.н., доцент М.В. Никитина

Договор № 29921 на выполнение опытно-конструкторской работы «Разработка РКД и изготовление цифрового привода телескопа ТИ-3.12».

Объектом исследования работы являлась система управления следящего электропривода с трехмассовой исполнительной осью, примером которой может служить система управления следящего электропривода азимутальной оси опорно-поворотного устройства (ОПУ) большого телескопа ТИ-3.12 Алтайского оптико-лазерного центра.

В ряде работ подчеркивается, что динамические качества следящих электроприводов в значительной степени определяются конструкцией и параметрами ОПУ [1].

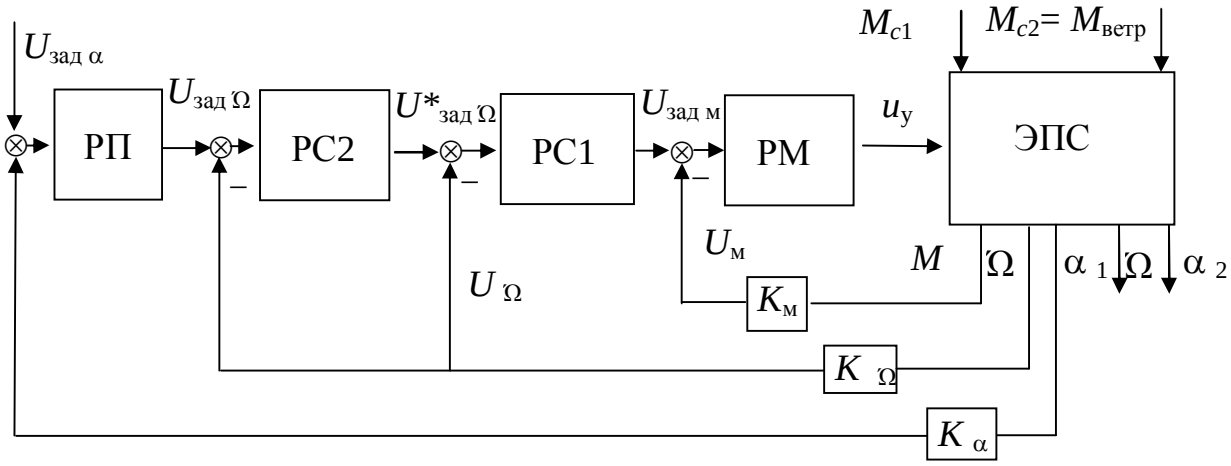


Рисунок. Структурная схема четырехконтурной системы

При построении следящих систем управления осей ОПУ рекомендуется четырехконтурная система регулирования угла поворота (рисунок). Система содержит основной контур регулирования положения и подчиненные ему контуры регулирования скорости и электромагнитного момента двигателя. Основной контур – контур регулирования угла – содержит ПИ-регулятор угла. Внешний контур регулирования скорости содержит И-регулятор, внутренний контур – П-регулятор. Такое построение скоростной подсистемы при настройке каждого из контуров на «технический оптимум» позволяет снизить перерегулирование при реакции на скачок сигнала задания. Контур регулирования электромагнитного момента двигателя

содержит ПИ-регулятор, выходной сигнал которого управляет преобразователем электрической энергии энергетической подсистемы (ЭПС). ЭПС содержит трехфазный синхронный электромеханический преобразователь, транзисторный инвертор и трехмассовую модель механизма исполнительной.

Цель работы – разработка методики синтеза четырехконтурной системы регулирования угла поворота с трехмассовой моделью механизма.

Для достижения поставленной цели за основу была принята методика синтеза системы управления электропривода с четырехконтурной структурой и двухмассовой моделью механизма оси, требующая определения частоты механического резонанса и коэффициента соотношения масс, устанавливающие предельную полосу пропускания скоростной подсистемы электропривода. Для случая многомассового механизма оси в ряде работ предложено при синтезе ориентироваться на самую низкую из резонансных частот, которую, как правило, приходится определять экспериментально.

В работе были получены аналитические соотношения для определения резонансных частот рассматриваемой структуры, проведен численный спектральный анализ, результаты которого подтвердили корректность полученных соотношении [2].

Оптимизация контура регулирования момента осуществляется из условия обеспечения апериодического переходного процесса с заданной постоянной времени, определяемой периодом коммутации силовых ключей инвертора, формирующего фазные напряжения двигателя.

Настройка внутреннего и внешнего контуров регулирования скорости на технический оптимум осуществляется из условия реализации полосы пропускания, определяемой наименьшей резонансной частотой ЭПС.

Контур регулирования угла настраивается на симметричный оптимум.

Полученные в работе соотношения легли в основу построения программ для моделирования переходных процессов в силовых и информационных подсистемах рассматриваемого ОПУ. Результаты моделирования переходных процессов синтезируемой системы в средах MathCad и Matlab совпадают с эталонными кривыми с высокой точностью, что подтверждает корректность предложенной методики.

Предложенная в работе математическая модель системы управления следящего электропривода азимутальной оси ОПУ телескопа ТИ-3.12 и методика синтеза регуляторов контуров регулирования момента, скорости и угла поворота при заданных параметрах ЭПС с трехмассовой моделью механизма исполнительной оси может быть использована при исследовании различных режимов работы указанного электропривода, а также при проектировании и исследовании режимов работы структур с трехмассовыми моделями механизма.

Литература

1. Толмачев В.А. Синтез следящего электропривода оси опорно-поворотного устройства // Изв. вузов. Приборостроение, 2008. – Т. 51. – № 6. – С. 68–72.
2. Толмачев В.А., Никитина М.В., Сергеева М.Е. Синтез системы управления электропривода азимутальной оси алтайского телескопа ТИ-3.12 // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2010. – Т. 69. – № 5. – Выпуск 5. – С. 39–43.

Хабарова Анна Владимировна
Год рождения: 1988
Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптоэлектроники, группа 6244
Направление подготовки:
140400 Техническая физика
e-mail: anna.khabarova@gmail.com

УДК 616.16-007.64

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЛИЖНЕГО ИК ДИАПАЗОНА НА ЖИВЫЕ ТКАНИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ СОСУДИСТЫХ ПАТОЛОГИЙ

А.В. Хабарова
(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)
Научный руководитель – к.т.н. А.А. Филатов
(ООО «НПП ВОЛО»)

Одной из самых актуальных проблем дермокосметологии является лечение телеангиактозий (ТАЭ). Современная наука предлагает для лечения ТАЭ использовать лазерное излучение. Процедура называется чрескожное лазерное склерозирование (ЧЛС) по методу селективного термолиза. Проблемы, с которыми сталкивается данный метод, следующие: подбор длины волны; расчет дозирования энергии; равномерность засветки сосуда. Кроме того важно, что сосуды на ногах и лице имеют разные диаметры и глубину залегания.

Для процедуры ЧЛС сегодня используют самые различные типы лазерных источников. Наиболее адекватными для лечения ТАЭ являются лазерные источники видимого и ближнего ИК диапазонов. Различия состоят в том, что в видимом диапазоне значительная доля энергии поглощается в меланоцитах, а в ближнем ИК диапазоне излучение проникает глубоко и может достигать глубоких сосудов [1]. Наиболее перспективными, на взгляд автора, являются дины волн 532 нм и 940 нм [2]. Также необходимо решить проблему дозирования энергии и неравномерности ее поглощения в сосуде. Для решения указанных проблем было решено создать математическую модель.

Построение модели было начато с создания слоистой структуры кожи с учетом наличия в ней сосуда и неровных границ раздела между слоями. Каждый слой кожи и сосуд были описаны группой параметров: геометрическими, биохимическими, оптическими, теплофизическими. Трассирование лучей в созданной слоистой структуре осуществлялось в программе ZEMAX методом Монте-Карло. Каждый из нескольких десятков тысяч лучей при попадании в оптически мутную среду кожи подвергался актам поглощения, преломления и рассеяния. Статистические законы, по которым это происходило, задаются в ZEMAX'е группой параметров. В частности, акты рассеяния подчинялись функции Хенье-Гренштейна. Также в ZEMAX'е задавались различные типы фокусирующих оптических насадок. Основные параметры для оптимизации: апертура, диаметр пучка на поверхности, глубина фокусировки под кожей. Далее было рассмотрено 4 типа оптических насадок. Были созданы модели распространения излучения от разных оптических насадок в кожу с разными диаметрами сосуда в ней и с разной глубиной их залегания. Предварительно можно сказать, что для лицевых ТАЭ лучше использовать 532 нм со схемой II или 940 нм со схемой I или II; для ТАЭ нижних конечностей использовать – 940 нм со схемой III или IV; для промежуточных вариантов – 940 нм со схемой III или II.

В заключение можно сказать, что была создана оптическая модель слоистой структуры кожи, включающая в себя кровеносные сосуды; проведен сравнительный анализ воздействия на 532 нм и 940 нм; сделан ряд практических выводов и рекомендаций по использованию различных длин волн для лечения сосудистых патологий кожи различной морфологии; была проведена оптимизация оптической системы насадок; проведены предварительные тепловые расчеты; установлены требования к числовым значениям мощности и длительности лазерного излучения. Созданная модель может быть использована в дальнейшем для расчетов и анализа характера взаимодействия лазерного излучения на различных длинах волн с кожей при лечении различных дерматологических заболеваний.

Литература

1. Соколов А.Л. Эндовенозная лазерная коагуляция в лечении варикозной болезни / А.Л. Соколов, К.В. Лядов, Ю.М. Стойко. – М.: Медпрактика-М, 2007. – 220 с.
2. Tianhong Dai1. Comparison of human skin opto-thermal response to near-infrared and visible laser irradiations: a theoretical investigation / Tianhong Dai1, Brian M Pikkula1, Lihong V. Wang, Bahman Anvari1 // Physics in medicine and biology, 2004. – № 49. – С. 4861–4877.

Шибаева Татьяна Анатольевна
Год рождения: 1988
Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6111
Направление подготовки:
230100 Информатика и вычислительная техника
e-mail: tanyashibaeva@mail.ru

УДК 004.056.5

МЕТОД ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ВНЕДРЕНИЯ И ЗАПУСКА ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ

Т.А. Шибаева
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Ю. Щеглов

Работа выполнена в рамках инициативных работ творческого характера, содержащих решение проблем, не предусмотренных учебной деятельностью.

На данный момент проблема защиты от вредоносных программ стоит очень остро. В ходе исследования было установлено, что количество вредоносных программ растет экспоненциально. Согласно последнему отчету антивирусной лаборатории PandaLabs за первый квартал текущего года, количество активных в данный период времени угроз увеличилось по сравнению с прошлым годом. На протяжении первых трех месяцев 2011 года лаборатория PandaLabs в среднем ежедневно обнаруживала около 73 000 новых образцов вредоносного программного обеспечения (ПО), большинство из которых оказались троянским программам [1].

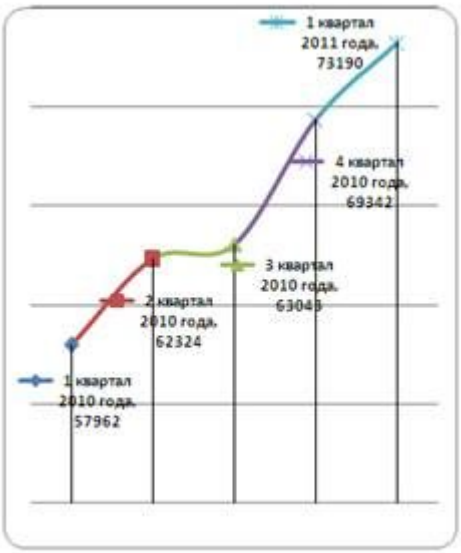


Рисунок. Рост вредоносных программ за 2010 год и первый квартал 2011 года

Что характерно, было зафиксировано увеличение количества появляющихся ежедневно угроз на 26% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года [1]. Эта ситуация показывает, что данный тип атак злоумышленниками считается эффективным и у используемых методов и средств защиты от вредоносных программ низкая эффективность. Для установления причин низкой эффективности были рассмотрены существующие методы защиты.

Все существующие способы защиты можно разделить на два компонента: аналитический и технический. Технический компонент отвечает за сбор информации для последующего анализа. Главным недостатком основных технологий: Сигнатурный анализ, Песочница, Проактивная защита и др., является тот факт, что основой построения составляет анализ файла уже после внедрения его на компьютер-жертву. Минусами данного подхода являются: файл после анализа может быть признан не вредоносным, либо может быть ложное срабатывание. По данным статистик основной угрозой, которая составляет 92%, является внедрение и запуск вредоносного ПО на компьютер-жертву без ведома пользователя [3]. При всех существующих недостатках независимые тесты компонентов анализа показывают, что уровень обнаружения новых вредоносных программ составляет не более чем 40–50% от их числа [2].

Предлагаемая технология защиты от вредоносного ПО основана на реализации разграничительной политики доступа к ресурсам. Основная идея предложенного подхода к защите это не анализ существующих файлов, а предотвращение самого факта занесения вредоносной программы. На основании проведенных исследований были сформулированы основные принципы предлагаемого метода:

– разрешено выполнять только санкционированные предустановленные программы;
– запрещена любая возможность загрузки (установки) и запуска несанкционированных программ;
– запрещена любая возможность запуска несанкционированной программы под видом санкционированной;
– запрещена любая модификация объектов (санкционированных программ) разрешенных к запуску.

По разработанному техническому заданию была создана система защиты информации сотрудниками компании ЗАО «НПП «ИТБ», на ней был реализован метод [4]. Основными отличающими моментами являются: процесс может выступать как

субъект доступа, объект доступа можно описать, используя маску, например *.exe, существует контроль переименования в заданный объект файловой системы.

Была проведена проверка эффективности разработанного и реализованного метода. В результате проделанных экспериментов было установлено, что разработанный метод противодействует всем возможным несанкционированным способам внедрения и запуска вредоносных программ. Метод покрывает 92% существующих угроз: 81% – внедрение при помощи удаленного доступа; 4% – при помощи e-mail сообщений и 3% – автозапуск из интернета; 2% – внедрено другой вредоносной программой; 1% – портативные устройства; 1% – распространение через сеть [3]. При этом дополнительная загрузка процессора находится в пределах 5%.

Литература

1. Annual report PandaLabs 2010 // Аналитика компании Panda Security [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.viruslab.ru/upload/files/download/wp/wp_reports_2010.pdf
2. Результаты теста проактивной антивирусной защиты (июнь 2010) // Информационно-аналитический центр Anti-Malware [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.anti-malware.ru/proactive_test_2010, свободный.
3. 2011 Data Breach Investigation Report // Аналитика компании Verizon [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.verizonbusiness.com/resources/reports/ rp_data-breach-investigations-report-2011_en_xg.pdf, свободный.
4. Шибаева Т.А. Защита от внедрения и запуска вредоносных программ / Т.А. Шибаева, А.Ю. Щеглов, А.А. Оголюк // Вопросы защиты информации. Научно-практический журнал, 2011. – № 2. – С. 26–30.

Юрченко Андрей Андреевич
Год рождения: 1988
Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптоэлектроники, группа 6241
Направление подготовки:
140400 Техническая физика
e-mail: zenitforever@yandex.ru

РАЗРАБОТКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕАТРАЛЬНОГО ЗАЛА

А.А. Юрченко
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Т. Прокопенко

В работе выполнена разработка светотехнического проекта оформления сценического пространства зала «Columbus» на пароме «Princess Maria».

Однозначного репертуара у площадки не будет. Здесь постоянно будут проходить театрализованные представления, выступления шоу-балета, «живые» концерты. На сцене будут ставиться, как и классические номера, так и современные. Так же должна быть возможность сопровождать концертные выступления знаменитых артистов. Задача подготовить площадку с использованием современных технологий, способную обеспечить поддержку любому из перечисленных мероприятий. Оптимально подобрать оборудование, удовлетворяющее техническим возможностям сцены, учесть требования по безопасности, подготовить экономическое обоснование проекта.

Этот зал вместимость около 500 человек. Сцена круглой формы, с небольшой нишей. Площадь всей сцены около 60 кв. метров, высота потолка 2,5 метра.

Было поручено разработать проект со следующими техническими требованиями:

– учесть низкие габариты площадки при выборе оборудования;
– освещенность сценического пространства должна составить не менее 300 Люкс;
– потребляемая электрическая мощность не более 16,5 КВт.

Разработку в следующих направлениях:

1. Проектирование 3-х мерной модели (использовался графический редактор Magic 3D EasyView) (рис. 1).

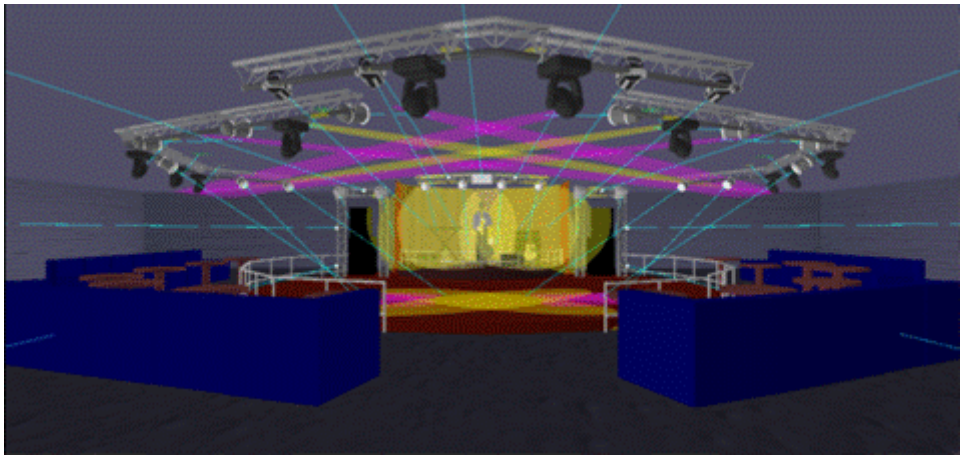


Рис. 1. 3-х мерная модель

Этапы создания модели.

1. Создание модели сценического пространства и фрагмента зрительного зала.
2. Расстановка конструкций ферм под световое оборудование.
3. Выбор оборудования и расстановка световых приборов.
4. Создание различных световых визуализаций.
5. Подбор нужного оборудования.

Для размещения приборов в зрительном зале необходимо установить алюминиевые фермы «трилайт». Световое оборудование в основном будет использоваться трех видов.

1. Двигающиеся головы (Robe Robin Wash 300 Classic, Robe Robin Spot 300 Classic, Robe Robin ColorSpot 170) – их используется 2 вида. Одна группа – это приборы типа Wash – для основного освещения сцены. Остальные Spot для создания эффектов, узоров, вспышек и пр. И те и другие работают на металлогалогеновых лампах.
2. Прожектора Eurolite PAR 56. 12 штук. Классические театральный свет, основанный на лампах накаливания.
3. Led приборы. Используются несколько видов (Led прожектор Eurolite Led Par 56, Led прожектор Robe LEDForce 18 eXterior). Приборы такого типа появились совсем недавно, у них очень большой потенциал. За счет своей энергоэкономичности они очень привлекательны для использования в проекте.

Документация и схемы расстановки конструкций и оборудования подготовлены в системе автоматического проектирования AutoCAD 2008 (рис. 2).

Подготовлены экономические расчеты этого проекта и требования по безопасности жизнедеятельности при разработке и выполнении проекта.

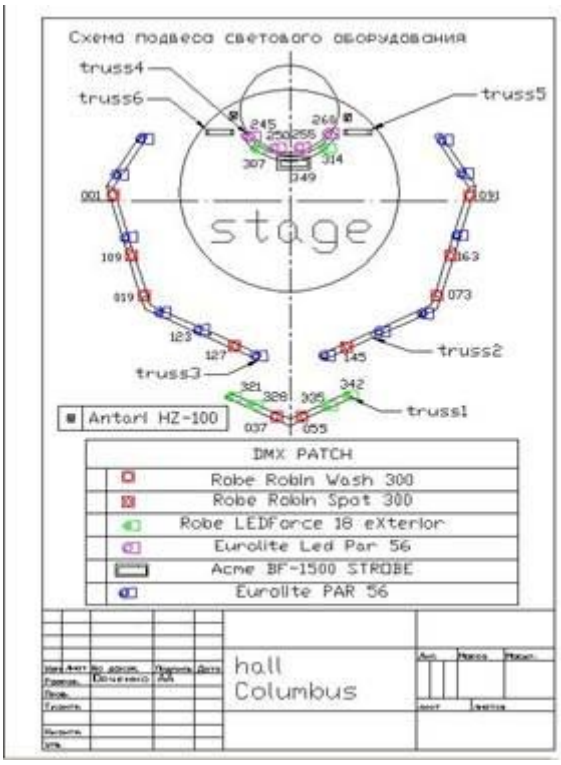


Рис. 2. Схема подвеса светового оборудования

Литература

1. Келлер М. Этот фантастический свет. – Изд. «Театр Строй-Проект Р», 2009. – 240 с.
2. Исмагилов Д.Г., Древалева Е.П. Театральное освещение. – ЗАО «Дока медиа», 2005. – 360 с.

УЧАСТНИКИ КОНКУРСА КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ

УДК 536.629.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.С. Бальнова

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Ю.П. Заричняк

В настоящее время развитие техники постоянно стимулирует создание новых материалов, в которых должен проявляться комплекс свойств, редко проявляемый одним веществом. Такие решения удается находить при формировании композиционных материалов. Новейшие композиционные материалы должны работать в широком диапазоне температур, 350–3500°С, в окислительной атмосфере и обеспечивать высокую теплопроводность примерно от 20 до 200 Вт/мК. А низкотемпературные полимеры с низкой теплопроводностью требуют ее увеличения. И это осуществимо при добавлении наполнителей, таких как нанотрубки (НТ). Эксперименты в этих областях дают весьма неожиданные, но положительные результаты. Поэтому основная задача состояла в том, чтобы разработать модель таких структур и приближенный метод расчета.

В работе были приведены результаты эксперимента из Санкт-Петербургского государственного технологического университета состоящие в том, что концентрационная зависимость теплопроводности исследуемой группы бинарных керамических композитов отличается от ранее известных зависимостей с локальным превышением или общим максимумом эффективной теплопроводности по отношению к композиционным материалам из группы механических смесей [1].

Далее были предложены: разработанная модель структуры, приближенный метод расчета и программа для расчета эффективной теплопроводности бинарной гетерогенной системы А-В. Расчет приводился для двух систем: TiN–AlN и $ZnC–ZnB_2$. Результаты сравнивались с экспериментальными данными и оценивалось расхождение с экспериментом.

Вторая структура, для которой разрабатывалась модель, представляла собой полимерный композит на основе эпоксидной смолы с включениями из НТ. Приведены результаты эксперимента, проведенного в г. Минске в Институте тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси.

Задача состояла в том чтобы, во-первых, оценить прямой вклад НТ в увеличение теплопроводности и, во-вторых, вклад за счет того что матрица вокруг НТ меняет свои свойства. Расчет производился для полимерного композита с включениями из одностенных углеродных НТ с образованием модифицированной матрицы и без нее. В работе были приведены допущения разработанной модели и границы ее применимости.

Модель структуры бинарных керамических нанокомпозитов и методика расчета эффективной теплопроводности описывают эксперимент в приемлемых допущениях и может использоваться для прогнозирования теплопроводности композитов с подобной структурой еще на этапе разработки новых материалов, минимизируя тем самым затраты времени и средств на синтез образцов и проведение измерений.

Расчет для углеродных нанонаполнителей в композитах на основе эпоксидной смолы с целью увеличения теплопроводности показывает, что добавление даже малой доли нанотрубок (около 0,1 % по массе) способно удвоить величину теплопроводности композиций. Планируется продолжение совместных исследований с НАН Беларуси данной группы композиционных материалов.

Литература

1. Орданьян С.С., Унрод В.И. Эвтектики в системах с участием тугоплавких соединений и их модели – спеченные композиции // Новые огнеупоры, 2005. – № 7. – С. 42–46.

УДК 53.072.001.57

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

О.А. Биткова

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

На сегодняшний день идет процесс совершенствования конструкций и технологий производства радиоаппаратуры в направлении ее миниатюризации, перехода на цифровую передачу данных, уменьшения мощностей тепловыделений в блоках. Поэтому разрабатывается аппаратура с воздушными системами охлаждения.

Был исследован тепловой режим усилителя мощности, входящего в состав радиопередатчика, и выяснилось, что температуры всех элементов системы при подаваемой максимальной нагрузке (мощности) выше допустимых, и наблюдался неравномерный перегрев элементов. Вследствие этого было признано, что усилитель не обладает должной надежностью, поэтому необходимо добиться нормального теплового режима блока.

В задачи исследования входило определение температурных полей тепловыделяющих элементов – резисторов – и оснований радиаторов при различных способах воздушного охлаждения.

Цели работы:

– разработка конструкции стенда для теплогидравлических испытаний радиоэлектронной аппаратуры (РЭА);
– проведение сборки и настройки экспериментальной установки, установка направляющих потока воздуха;
– проведение экспериментальных исследований усилителя мощности при различных условиях охлаждения;
– разработка методики расчета радиатора и корпуса макета.

Для исследований была собрана установка блока усилителя мощности, в котором все источники тепловыделений были заменены высокоточными резисторами с суммарной мощностью тепловыделений 2 кВт.

Ряд задач, связанных с изменением тепловых нагрузок и расхода воздуха, исследованием конвективного теплообмена в каналах охлаждения, предлагается решить на новом стенде для испытаний устройств охлаждения РЭА. Отличительной чертой стенда будет центробежный насос с расходом воздуха не менее 0,04 $м^3/с$ при статическом разрежении не менее 5 кПа. Размеры корпуса стенда должны позволять исследовать блоки РЭА самых больших габаритов.

Литература

1. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета теплового режима приборов. – М.: Радио и связь, 1990. – 207 с.
2. Ройзен Л.И., Дулькин И.Н. Тепловой расчет оребренных поверхностей. – М.: Энергия, 1997. – 256 с.
3. Петухов Б.С. Опытное изучение процессов теплопередачи / Под ред. Михеева М.А. – М.: Госэнергоиздат, 1952. – 344 с.

УДК 536.2.083

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ МОДУЛЯХ АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

М.А. Бодрова

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

Важной задачей, при создании активной фазированной антенной решетки (АФАР), является обеспечение нормального теплового режима полупроводниковой техники в приемниках и передатчиках. Фазированной антенной решеткой (ФАР), в технике сверхвысоких частот (СВЧ) называется сложная антенна, набранная из множества элементарных антенн. Активные ФАР нашли широкое применение в отслеживании, фотографировании и наведении.

Композиционный материал «Скелетон-Д» состоит из алмазного порошка, запеченного в карбиде кремния. Он обладает перспективой использования в приемо-передающих модулях (ППМ) АФАР в качестве кондуктивного элемента охлаждения, поскольку удовлетворяет как электромагнитным требованиям для СВЧ техники, так и тепловым.

В ходе работы была разработана конструкция калориметра для измерения теплопроводности скелетона. Также был разработан метод входного контроля образцов с помощью термограмм.

В итоге исследования было получено среднее значение для теплопроводности образцов: 389+20 Вт/м·К. Данный метод оказался не применим для образцов малых (30×10×2 мм) размеров, так как наблюдались значительные оттоки тепла по проводам термопар. Эту проблему оказалось возможным решить, используя свойство полупроводимости. В процессе работы было обнаружено, что скелетон является положительным электродом по отношению к константану, образую с ним так называемую «естественную» термопару. Для исследования величины термоЭДС материала была собрана экспериментальная установка. Значение коэффициента Зеебека колебалось в широких пределах от 0,004 до 0,910 мВ/К. Очевидно, что на такую разницу в величинах оказывает влияние состав керамики (соотношение между содержаниями карбида кремния и алмаза, а так же размер алмазных зерен). Не смотря на то, что эта зависимость требует более подробного изучения, можно с уверенностью утверждать, что естественная термопара «константан-скелетон-константан» может найти свое применение в ППМ, так как позволяет отказаться от дополнительных термопар для контроля температуры пластины скелетона, что в свою очередь снижает оттоки тепла по проводам.

Литература

1. Братчиков А.Н. Активные фазированные антенные решетки / Под ред. Д.И. Воскресенского, А.И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2004. – 487 с.
2. Теплофизические измерения: Учеб. пособие / Е.С. Платунов, И.В. Баранов, С.Е. Буравой, В.В. Курепин; Под ред. Е.С. Платунова. – СПб: СПбГУНиПТ, 2010. – 738 с.

УДК 004.02, 004.04, 004.82

АНАЛИЗ И ПОСТРОЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Д.А. Вареников
Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.И. Болтунов

В настоящее время стратегической линией исследования, разработки и внедрения образовательных информационных технологий является их интеллектуализация на основе моделей знаний учебного материала и моделей учебного процесса. Однако общепризнанных моделей и конструктивной теории решения этой проблемы в настоящее время нет, что и определяет актуальность проводимой работы. Для обеспечения информатизации учебного процесса необходимо разработать структуры представления знаний, алгоритмы для решения возникающих противоречий (исключение дублирования информации и другие), алгоритмы поиска в семантической сети. В работе, для представления знаний, были выбраны семантические сети – наиболее мощная модель для представления знаний о предметной области, одно из важнейших направлений искусственного интеллекта [1].

В работе был проведен анализ наиболее известных семантических сетей. Были выявлены недостатки, а также преимущества различных подходов к построению семантических сетей, что позволило разработать семантическую сеть, отвечающую всем требованиям, предъявленным к данной работе. Разработаны алгоритмы поиска в семантической сети, а также алгоритмы для исключения дублирования информации.

В результате была разработана информационная система для представления модели знаний. Основной областью применения разработанной системы является сфера образования. В связи с легкостью и удобством расширения и удобством представления данных разработанная система может быть применена во всех отраслях науки.

Литература

1. Башмаков И.А., Рабинович П.Д. Анализ моделей семантических сетей как математического аппарата представления знаний об учебном материале // Справочник. Инженерный журнал, 2002. – № 7. – С. 55–60.

УДК 62-97

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО СТАБИЛИЗАТОРА

И.И. Жуков
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Шарков

В ходе работы был исследован тепловой режим трехосного гироскопического стабилизатора для трех режимов его работы, отличающихся различными условиями эксплуатации. Определена методика для нахождения всех видов тепловых проводимостей, в связи со спецификой прибора наиболее подробно рассматривалась кондуктивная составляющая, в том числе тепловая проводимость через шарикоподшипники, при болтовом (винтовом) соединении деталей и т.п. В работе описаны тепловая и математическая модели. Рассчитаны среднемассовые температуры элементов, по которым оценивался тепловой режим прибора в целом. Полученные результаты теоретического расчета сравнивались с результатами испытаний.

Во второй части работы, с помощью программного комплекса Ansys, была разработана и решена более детальная модель гиростабилизированной платформы (ГСП) – элемента конструкции прибора, к которому предъявляются наиболее жесткие

требования по равномерности распределения температур. В работе рассматривалась система обеспечения теплового режима для ГСП, основанная на нагревательных элементах, был определен оптимальный вариант ее применения относительно заданных условий. Проведены оценки линейных деформаций на ГСП, вызванные температурным перепадом, с целью определения их возможного влияния на качество работы прибора. Даны рекомендации по возможным вариантам улучшения тепловых характеристик ГСП – увеличению равномерности температурного поля.

Литература

1. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.
2. Йованович М.М. Термическое сопротивление между контактирующими параболоидами в применении к подшипникам приборов // Теплообмен и тепловой режим космических аппаратов. – М.: Мир, 1975.
3. Пельпор Д.С. Гироскопические системы. Часть 1. Теория гироскопов и гироскопических стабилизаторов. – М.: Высшая школа, 1971. – 568 с.

УДК 53.072, 616

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

Д.Ю. Калмыкова
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Кораблев

В настоящее время проблема лечения локальных злокачественных опухолей головы и шеи остается актуальной в онкологии в связи с анатомическими особенностями, быстрым распространением заболевания и высокой смертностью больных. Наиболее востребованным в последнее время является комбинированный метод, к которому относится криохирургия.

Целями работы являлось:

- провести обзор методов термостатирования различных областей мозга при лечении онкологических заболеваний;
- разработать схему экспериментальной установки, обеспечивающей заданный тепловой режим;
- провести исследования влияния режимов охлаждения на температурное поле тканей;
- выбрать оптимальные режимы термостатирования;
- предложить конструкцию устройства для термостатирования тканей мозга.

В работе было рассмотрено локальное охлаждение мозговой ткани в послеоперационный период с использованием кондуктивного метода. Была поставлена задача, охладить ткани мозга на несколько градусов на расстоянии до 1 см. Объектом охлаждения являлись ткани и внутренние полости головного мозга. Сущность метода заключалась в прокачивании охлаждающей жидкости через тонкую трубку. Трубка в форме змеевика была закреплена в пленке. Такая форма предложена для простого извлечения по окончании терапии без повторного вскрытия черепной коробки.

Для решения задачи локального охлаждения тканей предлагаются две схемы охлаждения:

1. с помощью аккумулятора;
2. с помощью термоэлектрического охладителя.

Объект охлаждения можно подключать к любой из схем с помощью непроливающихся гидроразъемов.

Результаты экспериментов представлены на рисунке.

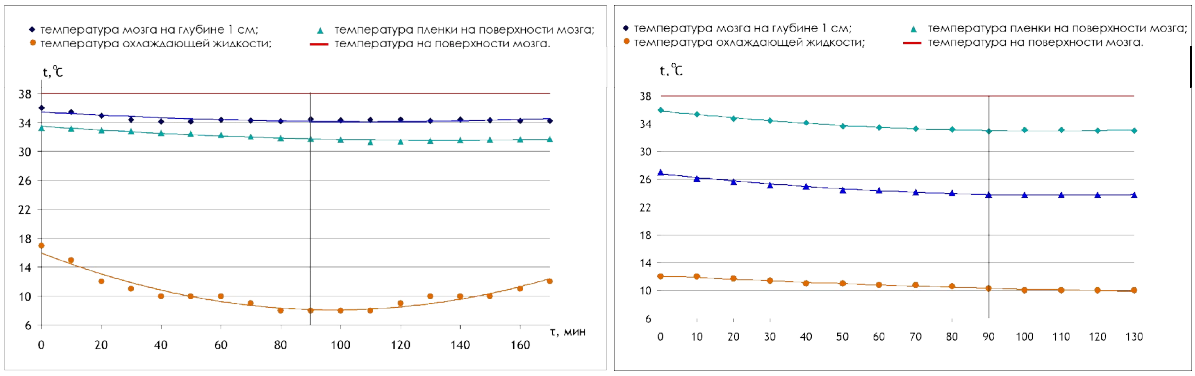


Рисунок. Результаты экспериментов

Литература

1. Потапов И.И. Криохирургия / Под ред. Э.И. Канделя. – М., 1974. – 301, [3] с.
2. Thermoelectric Cooling Assembly (TCA) Instruction Manual, 2009. – 22 с.

УДК 536.629.7

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ГИПЕРЗВУКОВЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБАХ

О.В. Ключка
Научный руководитель – д.т.н., профессор Н.В. Пилипенко

Развитие авиационной и космической техники требует совершенствования методов расчета и обеспечения тепловой защиты летательных аппаратов, которое связано с решением задач прикладной нестационарной высокочастотной и высокотемпературной теплометрии.

В работе был рассмотрен метод восстановления плотности теплового потока на основе параметрической идентификации дифференциально-разностных моделей теплопереноса в объектах, расположенных в импульсных аэродинамических трубах с использованием фильтра Калмана по искомым параметрам [1, 2].

Особенностью процессов в гиперзвуковых аэродинамических трубах является короткое время проведения эксперимента (<100 мс) и высокая плотность нестационарного теплового потока. Для решения обратной задачи теплопроводности необходимо измерение температуры приемника, расположенного либо на поверхности объекта, либо на определенной его глубине.

В качестве объекта реализации выбран одномерный инерционный приемник теплового потока (ПТП), разработанный в Центральном аэрогидродинамическом институте имени Жуковского, для которого разработана математическая модель теплопереноса в форме дифференциально-разностной модели [3].

В работе приведены результаты восстановления плотности тепловых потоков по измеренной температуре поверхности термоприемника, расположенного на поверхности объекта исследования, дана оценка погрешности восстановления теплового потока с использованием совместных доверительных областей, построенных на основе функций чувствительности измеренных температур к искомым параметрам кусочно-линейной аппроксимации теплового потока.

На рисунке приведены сравнительные результаты восстановления плотности теплового потока по двум методам.

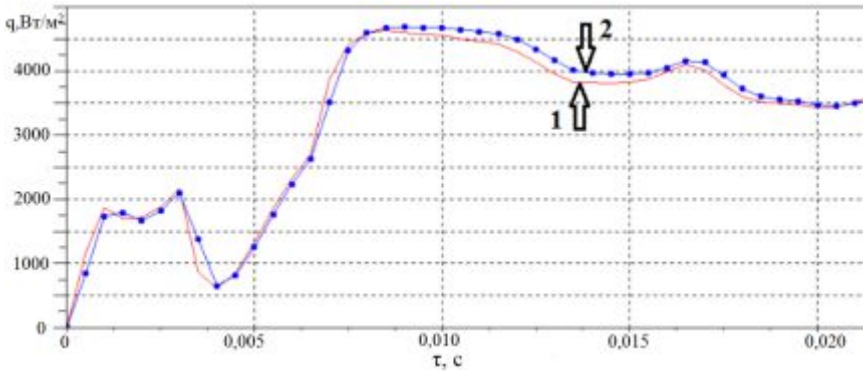


Рисунок. Результаты восстановления плотности теплового потока на поверхности объекта исследования: 1 – метод параметрической идентификации; 2 – метод ФГУП ЦАГИ (операционный метод)

Проведенное имитационное моделирование по восстановлению плотности теплового потока показало высокую сходимость результатов, полученных разными способами. При этом предлагаемая методология на основе параметрической идентификации с использованием фильтра Калмана является более универсальной и позволяет рассматривать существенно более сложные тепловые модели, использование которых в операционных методах невозможно.

Литература

1. Пилипенко Н.В. Методы параметрической идентификации в нестационарной теплометрии (ч.1) // Изв. вузов. Приборостроение 2003. – Т. 46. – №8. – С. 50–54.
2. Пилипенко Н.В. Методы параметрической идентификации в нестационарной теплометрии (ч.2) // Изв. вузов. Приборостроение 2003. – Т. 46. – №10. – С. 67–71.
3. Пилипенко Н.В., Ключка О.В., Кириллов К.В., Сиваков И.А., Павлов А.В. Метод восстановления плотности тепловых потоков на поверхности объектов в импульсных аэродинамических трубах (тезисы) // Четвертая всероссийская конференция по проблемам термометрии «ТЕМПЕРАТУРА-2011». Тезисы докладов. – СПб, 2011. – С. 170.

УДК 621

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ УПРУГИХ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Р.Я. Лабковская
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Л. Ткалич

Характерной чертой мирового развития информационных технологий конца XX и начала XXI века является выделение интегрально образующихся (комплексных) технологий, к которым относятся и технологии микромеханических систем. С 30 марта 2002 года в России микросистемная техника официально объявлена критической технологией [1]. Следовательно, дальнейшее развитие датчиков, микросенсоров и коммутационных устройств систем управления, содержащих упругие чувствительные элементы (УЧЭ), связано с созданием единой методологии проектирования УЧЭ, базирующейся на современных методах расчета. Решению этих задач была посвящена данная работа, что делает ее актуальной.

Целью работы являлась разработка математических моделей УЧЭ датчиков систем управления в статическом и динамическом режимах. Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи: обзор теоретических методов исследования надежности [2]; разработка математических моделей (ММ) УЧЭ систем управления в статическом режиме; разработка математических моделей (ММ) УЧЭ систем управления в динамическом режиме [3].

Были разработаны ММ УЧЭ систем управления в статическом и динамическом режимах, а также было приведено конкретное применение методов статики и динамики к анализу упругих чувствительных элементов [4].

Выявлено, что, с точки зрения качества УЧЭ, его параметрическая надежность, в первую очередь, зависит от неупругих эффектов материала. Следовательно, перспективным направлением является разработка методов, позволяющих понизить степень влияния гистерезиса, релаксации и ползучести. Были предложены ММ, позволяющие адекватно описывать поведение УЧЭ датчиков и коммутационных устройств в статическом и динамическом режимах. Адекватность моделей подтверждена экспериментальными исследованиями. Точность совпадения результатов, полученных с помощью ММ, и экспериментальных данных составляет 93–95%.

Литература

1. Указ Президента РФ от 30.03.2002 г. № Пр-577. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации и Перечень критических технологий Российской Федерации.
2. Ткалич В.Л., Лабковская Р.Я., Пирожникова О.И. Метод повышения надежности упругих чувствительных элементов систем управления и автоматики // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2011. – №1 (71). – С. 136–138.
3. Лабковская Р.Я., Нечаев В.А., Нечаева Н.В., Пирожникова О.И. Математические модели чувствительных элементов линейного акселерометра в динамическом режиме // Сборник тезисов докладов VIII Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых, Выпуск 1. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – С. 138–139.
4. Лабковская Р.Я., Нечаева Н.В., Пирожникова О.И., Нечаев В.А. Анализ жесткости упругих чувствительных элементов датчиков и микроакселерометров систем управления // Сборник тезисов докладов VII Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых, Выпуск 1. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – С. 195.

УДК 004.652.2

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И АЛГОРИТМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛОВЕКА ПО ПАРАМЕТРАМ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Е.В. Лабковская
Научный руководитель – д.т.н., профессор К.Г. Коротков

Работа выполнена в рамках государственной бюджетной темы Министерства спорта, туризма и молодежной политики.

В организации современного профессионального спорта большое значение имеет сбор, анализ и хранение данных по психофизиологическому состоянию и спортивной результативности спортсменов. Современная компьютерная техника позволяет по-новому поставить эту задачу и практически решить ее с использованием информационных хранилищ информации – Баз Данных (БД). **Целью работы** являлось

повышение эффективности системы отбора и многолетней подготовки спортсменов за счет внедрения инновационных технологий и систематического мониторинга психофизического потенциала в сопоставлении с результативностью соревновательной деятельности и повышение сберегающего здоровье эффекта учебно-тренировочной деятельности. Основной задачей работы было создание БД медико-биологических и спортивных показателей спортсмена на основе разветвленного Интернет доступа и с иерархическим распределением прав доступа. При диагностических исследованиях спортсменов наибольшее значение отводится методам функциональной диагностики [1]. Необходимо использовать экспресс-методы оценки состояния спортсмена без специфических требований к помещению и квалификации человека, проводящего обследования. На основании экспертных заключений для работы в режиме реального времени в диагностическом блоке БД были отобраны следующие методики: психологические тесты; ГРВ анализ психологических и психофизиологических параметров [2]; стабилография; вариабельность сердечного ритма (ВСР) и электрокардиография (ЭКГ). Для реализации БД было рассмотрено множество систем управления БД (СУБД) и реляционных БД [3]. В итоге база данных управляется СУБД MySQL 4.1, программное обеспечение (ПО) написано на языке PHP v5.0 и работает под управлением сервера Apache 2.0.43.

Основным достоинством разработанной системы является иерархическое распределение прав доступа пользователей к информации, хранящейся в БД. Доступ к результатам того или иного метода диагностики разрешен только тем пользователям, которые его проводили. Обобщенный алгоритм проведения обследований на программно-аппаратном комплексе представлен на рисунке. Исследования, проводимые на программно-аппаратном комплексе в режиме реального времени, предполагают несколько этапов: регистрация испытуемого; регистрация параметров на измерительном модуле; обработка, расчет и анализ параметров в программном комплексе; формирование и сохранение результатов обследования. Основными блоками системы являются регистратура, база данных и диагностика. База поддерживает функции сбора и хранения данных. Блочно-модульная структура БД позволяет подключать информацию с различных психофизиологических приборов и хранить данные всех измерений в единой БД [4].

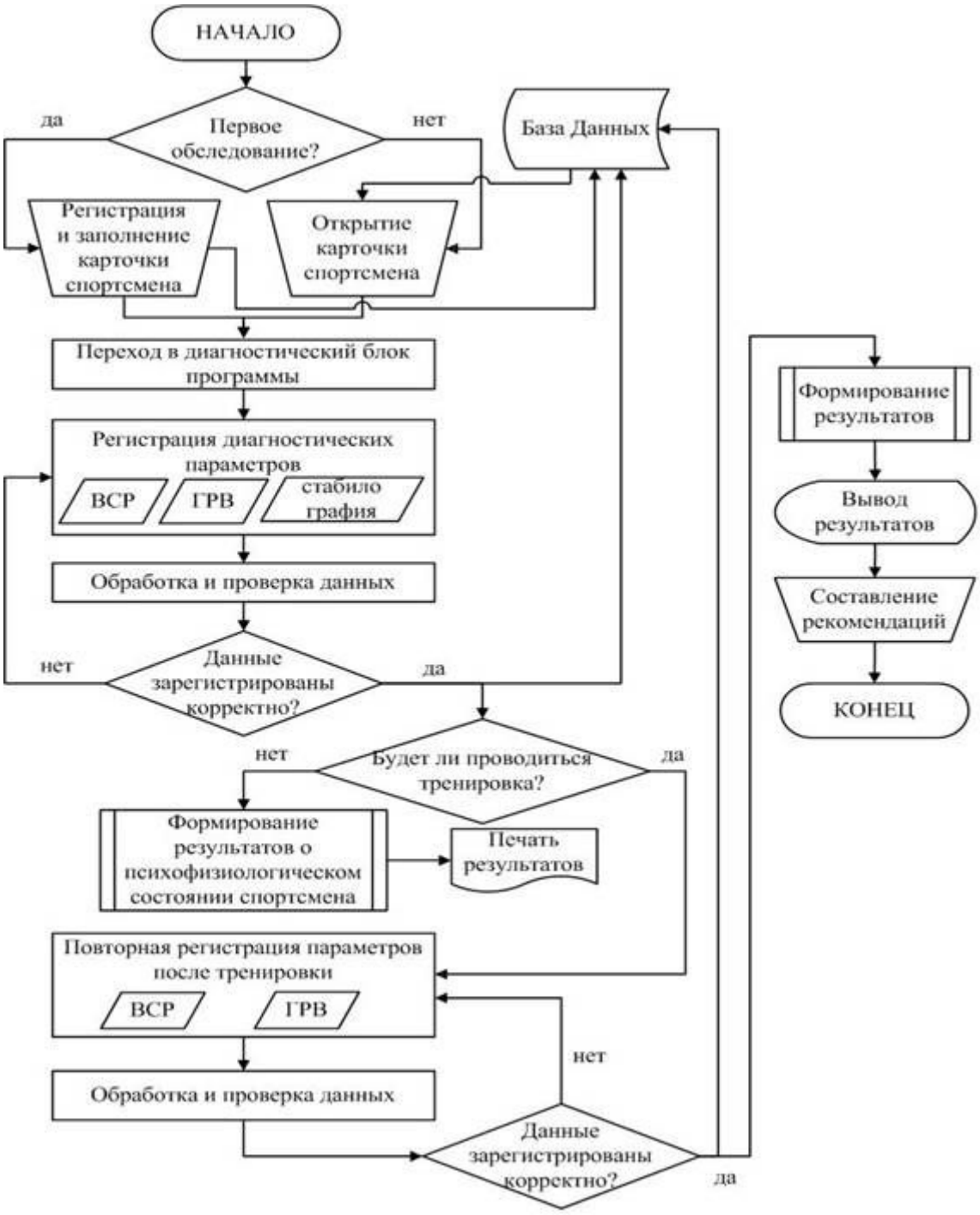


Рисунок. Обобщенный алгоритм проведения обследований на программном комплексе

В ходе работы был проведен анализ и выбор диагностических методик для проведения обследований; был разработан алгоритм программного обеспечения для БД «Спорт»; была реализована локальная БД на основе разветвленного Интернет доступа и с иерархическим распределением прав доступа с представленной структурой данных; было реализовано ПО базы, позволяющее добавлять данные во все таблицы, а также просматривать записи; была разработана программа формирования результатов о медико-биологических и спортивных характеристиках спортсменов. Система прошла многочисленные испытания в Федеральном государственном учреждении «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» при обследовании спортсменов Олимпийских и Паралимпийских команд. Успешные результаты апробации базы данных дают основания считать, что синтез методов,

отобранных для реализации диагностической системы, существенно расширяет возможности оценки уровня соревновательной надежности спортсменов и функциональной диагностики качества здоровья.

Литература

1. Прохоров А.О. Неравновесные (неустойчивые) психические состояния // Психологический журнал, 1999. – № 2. – С. 115–124.
2. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 360 с.
3. Мейер Д. Теория реляционных баз данных. – М.: Мир, 1987. – 608 с.
4. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. – СПб: Питер, 2003. – 528 с.

УДК 621.8+51-34

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕРОМЕТРОВ И ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Р.Л. Новиков
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Киселев

НИОКР № 16001 и № 390172.

Волоконно-оптический интерферометр (ВОИ) – оптико-электронный прибор для измерения угловой скорости и угла поворота объекта, на котором он установлен. Принцип его работы основан на вихревом эффекте Саньяка. Чувствительным элементом ВОИ является волоконно-оптический контур, представляющий собой катушку оптического волокна. Разработка и изготовление контуров сопряжена с рядом проблем: во-первых, это сложность реализации оборудования для их намотки; во-вторых, структура волоконно-оптического контура содержит множество дефектов, влияющих как на его характеристики, так и на выходные характеристики самого ВОИ. **Целью работы** являлась разработка аппаратно-программного комплекса, предназначенного для изготовления чувствительных элементов ВОИ и исследования качества их изготовления.

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи: 1) разработка кинематической схемы, варианта 3D-модели и конструкторской документации аппаратно-программного комплекса, а также расчет моментов инерции водил; 2) разработка программы для моделирования структуры волоконно-оптического контура; 3) формулировка и описание основных дефектов структуры волоконно-оптического контура; 4) обработка, анализ и сравнение данных, полученных при намотке волоконно-оптических контуров, и данных, рассчитанных с помощью программы; 5) формулировка критериев качества волоконно-оптических контуров.

В ходе проведенных исследований было выявлено, что: 1) структура волоконно-оптического контура содержит постоянные дефекты (перескок, пристеночный дефект и дефект выходящего волокна), обусловленные свойствами самой технологии намотки [2], и случайные, причиной которых являются иные факторы (свойства волокна, несовершенство оборудования, ошибки оператора и т.д.) [1]; 2) влияние случайных дефектов на величину неравенства длин плеч является более значительным, нежели влияние постоянных дефектов; 3) одним из факторов, влияющих на характеристики волоконно-оптического контура, является точная установка шага укладки волокна;

4) структура волоконно-оптического контура, смоделированная с помощью программы, отражает процессы, имеющие место в реальном контуре; 5) в качестве критериев качества изготовления чувствительных элементов ВОИ следует выбрать следующие параметры: суммарная длина волоконного контура, величина неравенства длин плеч волоконного контура, суммарная длина волокна, входящего в дефекты структуры контура.

Дальнейшая работа предстоит в области исследования случайных дефектов, уточнения критериев качества, а также зависимости соответствующих характеристик ВОИ от этих критериев.

Литература

1. Мешковский И.К., Киселев С.С., Куликов А.В., Новиков Р.Л. Дефекты намотки оптического волокна при изготовлении чувствительного элемента волоконно-оптического интерферометра // Изв. вузов. Приборостроение, 2010. – № 2. – С. 47–51.
2. Мешковский И.К., Унтилов А.А., Киселев С.С., Куликов А.В., Новиков Р.Л. Качество намотки чувствительного элемента волоконно-оптического гироскопа // Изв. вузов. Приборостроение, 2011. – Т. 54, №7 – С. 75–78.

УДК 536.55

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

М.С. Петров
Научный руководитель – д.т.н., профессор Н.В. Пилипенко

В работе были рассмотрены методы алгоритмизации задачи восстановления плотности нестационарных тепловых потоков на основе параметрической идентификации дифференциально-разностных моделей теплопереноса в сенсорах различных типов. Использовав алгоритм дискретного фильтра Калмана по искомым параметрам, усовершенствован метод решения некорректно поставленной обратной задачи теплопроводности.

Созданный программный комплекс «Heat Flow Inspector» в среде «Scilab» позволяет решать прямую и обратную задачи теплопроводности удобнее, чем существовавшие до этого аналоги, поскольку в нем процесс задания параметров сенсора не требует участия сторонних программ, что позволяет решать поставленные задачи гораздо быстрее. В дальнейшем, на основе этого метода предполагается создание программы, которая позволит осуществлять решение задач теплопроводности в реальном времени, что является важным для быстропротекающих процессов.

В работе также было проведено имитационное моделирование с целью определения погрешности измерения нестационарной температуры поверхности тел, которое, в сравнении с решениями, изложенными в [2], позволяет решать задачи для более сложных моделей сенсоров.

Таким образом, в процессе выполнения работы были решены задачи по созданию современного программного комплекса для решения прямой и обратной задач теплопроводности в сенсорах различных типов, а также было проведено имитационное моделирование по определению погрешности измерения температуры сложных тел.

Литература

1. Пилипенко Н.В. Методы параметрической идентификации в нестационарной теплометрии. Часть 1 // Изв. вузов. Приборостроение, 2003. – №8. – Т.46. – С. 50–54.
2. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерения нестационарной температуры. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.

УДК 536.629.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ 2-Х И 3-Х КОМПОНЕНТНЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ

Д.Б. Синьгаев

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Ю.П. Заричняк

В настоящее время развитие техники постоянно стимулирует создание новых материалов с необходимыми свойствами. Создание образцов таких материалов для оценки их характеристик зачастую требует серьезных затрат. Гораздо удобнее было бы аналитически оценивать свойства многокомпонентных материалов. В связи с этим в работе предлагается приближенный метод расчета для 2-х и 3-х компонентных непрерывных твердых растворов.

Для выявления специфических особенностей структуры, в работе представлена полная классификация твердых растворов, а так же характерные для них диаграммы состояния.

Расчет теплопроводности 3-х компонентных твердых растворов невозможно осуществить без расчета 2-х компонентных [1]. Поэтому, сначала, изложена методика расчета теплопроводности 2-х компонентных твердых растворов. В результате получаем формулы (1) и (2) для расчета на интервале от 0 до 50% компонента В для диапазона от 0 до 20% и для остального промежутка соответственно. А для расчета в диапазоне от 50 до 100% расчет ведется по тем же формулам только с заменой индексов.

$$\lambda = \lambda A \cdot \left(1 - \frac{V_{ABi}}{\frac{1}{1-\nu_{AB}} - \frac{1-V_{ABi}}{3}} \right), \qquad (1)$$

$$\lambda = \lambda A \cdot \left(1 - V_{ABi}\right)^2 + \lambda_{min} \cdot \left(V_{ABi}\right)^2 + 4 \cdot V_{ABi} \cdot \left(1 - V_{ABi}\right) \cdot \frac{\lambda A \cdot \lambda_{min}}{\lambda A + \lambda_{min}}. \qquad (2)$$

Далее представлены результаты расчета, сопоставление с экспериментом и оценка расхождений.

После расчета 2-х компонентных твердых растворов приводится методика расчета для 3-х компонентных твердых растворов. Так же приводится сам расчет на рисунке, сопоставление с экспериментом и оценка расхождений.

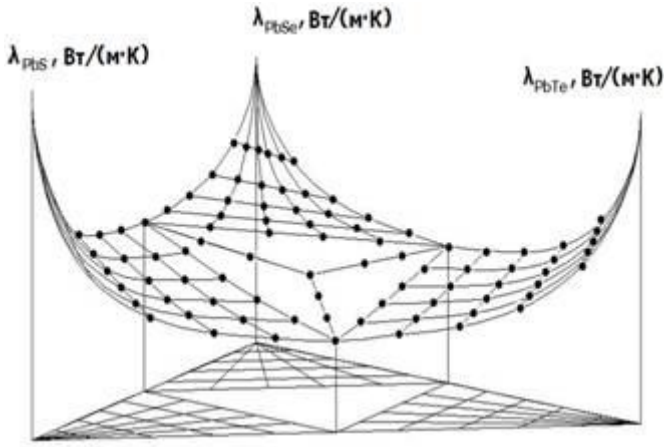


Рисунок. Результаты расчета трехкомпонентных твердых растворов

Расхождение представленных методик с экспериментом не превышает 15%, что говорит о перспективности ее использования при прогнозировании теплофизических свойств 2-х и 3-х компонентных твердых растворов.

Литература

1. Заричняк Ю.П. Структура, теплофизические свойства и характеристики композиционных материалов и сплавов: Дис. ... доктора физико-математических наук: 01.04.14 / АН СССР. Сиб. отд-ние. Ин-т теплофизики. – Новосибирск, 1989.

УДК 536.629.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ГАЗОВОЙ КРИОГЕННОЙ МАШИНЫ

К.Н. Сухарев
Научный руководитель – аспирант А.Н. Соколов

В работе был рассмотрен тепловой режим системы глубокого охлаждения, включающей газовую криогенную машину.

Была предложена методика расчета системы обеспечения теплового режима газовой криогенной машины и проведены расчеты для различных внешних воздействий.

Приведены конструкция и описание основных компонентов устройства измерения теплового потока от газовой криогенной машины. Выполнена градуировка устройства и оценены статическая и динамические погрешности градуировки.

Литература

1. Андрейчук О.Б., Малахов Н.Н. Тепловые испытания космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1982.
2. Геращенко О.А., Федоров В.Г. Тепловые и температурные измерения. Справочное руководство. – Киев: Наукова думка, 1965.
3. Дульнев Г.Н. Тепло- и массобмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высш. шк., 1984.
4. Пилипенко Н.В. Методы и устройства нестационарной теплометрии: Учебное пособие. – Л.: ЛИТМО, 1985.

УДК 537.321, 536.241

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНТАКТАХ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ

С.В. Фадеева

Научный руководитель – к.т.н. В.Ю. Захарова

Разъединитель – контактный коммутационный аппарат высокого напряжения, предназначенный для включения под напряжение и отключения участков электрических цепей без тока нагрузки [1]. Разъединители должны обладать высокой надежностью, а также электродинамической и термической стойкостью в режиме короткого замыкания (КЗ). Процессы, протекающие в контактах разъединителя, определяются механическими, электрическими, магнитными и тепловыми явлениями. От формы контактов и площади контактной поверхности зависят контактные электрические и тепловые сопротивления [2], а, следовательно, и интенсивность тепловыделений.

Существующие методики расчетов описывают процессы, протекающие в контактах разъединителя, приближенно, не учитывая саму форму контактов. Выбрать с их помощью оптимальные параметры контактной системы невозможно.

В связи с этим, в работе был представлен численный метод расчета температурных и электромагнитных полей в разъединителе в различных режимах работы. Отличительной особенностью метода является учет формы контактов аппарата. Также учитывается образование контактных площадок под действием поджимающей силы, контактное тепловое и электрическое сопротивление [2].

Для решения поставленной задачи в работе был использован метод конечных элементов. Составлены физическая, математическая и конечно-элементная модели высоковольтного разъединителя.

Проведена оценка адекватности моделей путем сравнения результатов расчетов температурных полей разъединителя в нормальном режиме работы с экспериментальными данными (рисунок).

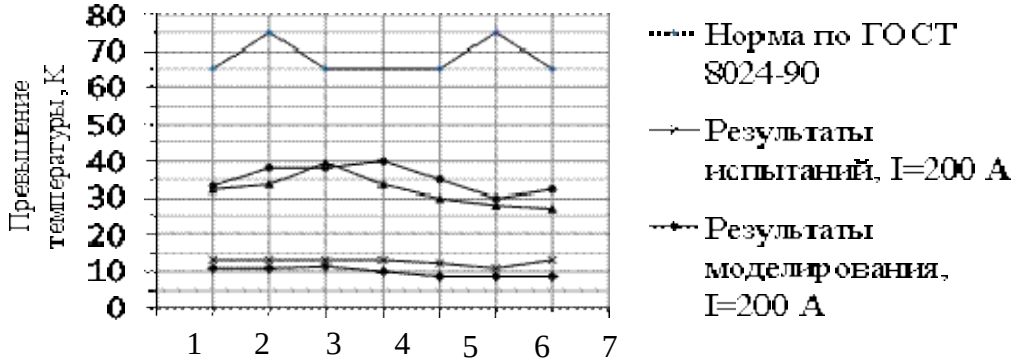


Рисунок. Значение перегревов в некоторых характерных точках разъединителя: 1, 7 – выводы у шины; 2 – вывод у круглого контакта; 3 – круглый контакт; 4 – подвижный контакт; 5 – линейный контакт; 6 – вывод у линейного контакта

В работе составлены алгоритм и методика численного расчета температурных полей и токов электродинамической и термической стойкости в контактах высоковольтного разъединителя в режиме КЗ.

Представлены результаты сравнения различных форм контактов разъединителя с применением разработанной методики. Предложены рекомендации по выбору форм и параметров контактов.

Результаты работы были использованы в НПО «Прибор» для обоснования выбора форм контактов высоковольтных разъединителей, а также для компьютерного моделирования испытаний разъединителя на воздействие токов КЗ.

Литература

1. Яковлев В.Н. Разъединители высоковольтные и приводы: Учеб. пособие. − Самара: СамГАПС, 2001. – 34 с.
2. Хольм Р. Электрические контакты / пер. с англ. под ред. Д.Э. Брускина и А.А. Рудницкого. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961. – 464 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ 5
Аверкин А.Н. Обучаемые методы признакового сопоставления изображений 6
Богданов К.В. Резонансная рамановская спектроктроскопия наноуглеродных материалов 7
Булгакова В.Г. Исследование процессов формирования малоразмерных полимерных элементов в фотоотверждаемых композиционных материалах 9
Ежова В.В. Анализ, исследование и расчет светосильных одно- и двухкомпонентных объективов с асферическими поверхностями второго порядка 11
Иванов А.И. Исследование процессов записи информации на тонких пленках хрома сверхкороткими лазерными импульсами 12
Капитанюк Ю.А. Метод адаптивной компенсации мультигармонических возмущений с нерегулярной составляющей 14
Коняхин А.И. Исследование погрешностей оптико-электронного автоколлимационного угломера с единым полем анализа 16
Копылова Т.В. Трехкоординатный оптико-электронный автоколлиматор с увеличенной чувствительностью измерения угла скручивания 18
Кривых А.В. Решение обратной задачи спектроскопии методом регуляризации 20
Кулешова Е.Н. Оптико-электронная система для измерения линейных перемещений поршня в цилиндре клапана 22
Мараев А.А. Исследование погрешностей оптико-электронной насадки для управления строительными машинами 24
Сиваков И.А. Метод определения нестационарного теплового потока и теплопроводности путем параметрической идентификации 26
Тушев С.А. Сравнительный анализ характеристик следящих электроприводов комплексов высокоточных наблюдений с типовыми структурами систем управления 28
Шаветов С.В. Разработка системы управления двухколесного балансирующего робота 30

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ 32
Гирсова М.А. Лазерные технологии изготовления микроструктур на пористых и кварцоидных стеклах 33
Зацепина М.Е. Светосильный (1:1,2) киносъемочный объектив f'=35 мм для кадра 18,6×24,5 мм 34
Киров Д.А. Исследование методов позиционирования мобильного объекта в беспроводных сенсорных сетях 36
Красковский А.А. Система управления для скважинного прибора 38
Кызьюрова К.Н. Математическое моделирование течения жидкости, вызванного стокслетом, в наноконусе 39
Некрасов А.С. Определение коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций зданий 41
Поляков Н.А. Исследование трехфазных активных выпрямителей напряжения в системах автоматизированного электропривода 42

Правдин К.В. Статистическое моделирование классификаторов в некорректно поставленных обратных задачах 45
Собещук Н.О. Формирование полимерного микроэлемента на торце оптического волокна методом самосогласования 46
Филимонова Е.А. Разработка программного комплекса для оценки микрогеометрии поверхности и его использование в технологических исследованиях 48

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ 50
Абакшина О.А. Модернизация цифрового фотоэлектрического индикатора 51
Абдуллин А.А. Скоростная подсистема следящего электропривода с двухмассовой исполнительной осью 52
Бояринцев Д.С. Разработка программного клиент-серверного экрана для защиты web-приложений 54
Вакулин Д.А. Исследование характеристик электроуправляемых жидкокристаллических устройств 55
Восоркин А.С. Применение систем инженерного анализа в технологической подготовке производства изделий из полимерных материалов 57
Гладских И.А. Исследование морфологии и фотопроводимости островковых металлических пленок 59
Голубева А.Ю. Цифровой биологический микроскоп с автоматически управляемым светодиодным осветителем 61
Дергачев А.А. Система мониторинга и управления конфигурацией корпоративных приложений 63
Иванова С.В. Разработка универсального фантома для оценки характеристик МР-томографа и методики его использования 64
Кабанова Д.С. Разработка компьютерного приложения для расчета оптических систем, включающих элементы с отрицательным показателем преломления 65
Калинин А.П. Компьютерный стереоанализ высокодисперсных систем 67
Каялайнен А.В. Исследование теплообмена в каналах теплообменных аппаратов 69
Кондратова О.А. Двухканальная оптико-электронная система измерения поперечных смещений плавающего дока 70
Лазарева О.Ю. Моделирование и исследование коррекции эффекта оптической близости в фотолитографии 71
Лебедева Л.Н. Методики формирования и регистрации сигналов в спектральной оптической когерентной микроскопии для исследования микрообъектов 73
Матросова Н.Д. Дистанционная образовательная технология для формирования способности управлять подготовкой персонала при внедрении открытого программного обеспечения 74
Оструп А.Б. Анализ волновых ошибок по полю зрения оптической системы 76
Петрик А.И. Разработка алгоритмов управления в задаче ориентации колесных роботов 78
Птицына А.С. Разработка оптико-электронной системы обнаружения и пеленгации летательных аппаратов 79

Семенов А.Ю. Разработка портативного атомно-эмиссионного спектроанализатора твердофазных объектов 80
Сергеева М.Е. Синтез системы управления следящего электропривода с трехмассовой исполнительной осью 82
Хабарова А.В. Моделирование эффектов воздействия лазерного излучения ближнего ИК диапазона на живые ткани при лечении сосудистых патологий 84
Шибаева Т.А. Метод защиты от несанкционированного внедрения и запуска вредоносных программ 85
Юрченко А.А. Разработка светотехнического проекта оформления театрального зала 87

УЧАСТНИКИ КОНКУРСА КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ 90
Бальнова Е.С. Исследование теплофизических свойств композиционных материалов 91
Биткова О.А. Исследование теплообмена в воздушных системах охлаждения радиоэлектронной аппаратуры 92
Бодрова М.А. Исследование теплообмена в приемо-передающих модулях активной фазированной антенной решетки 93
Варенников Д.А. Анализ и построение семантических сетей 94
Жуков И.И. Тепловой режим гироскопического стабилизатора 94
Калмыкова Д.Ю. Исследование систем термостатирования в живых организмах 95
Ключка О.В. Приборы и методы измерения нестационарных тепловых потоков в гиперзвуковых аэродинамических трубах 96
Лабковская Р.Я. Разработка математических моделей упругих чувствительных элементов систем управления 97
Лабковская Е.В. Аналитические принципы и алгоритм программного обеспечения системы оценки психологических параметров человека по параметрам газоразрядной визуализации 98
Новиков Р.Л. Аппаратно-программный комплекс для изготовления чувствительных элементов волоконно-оптических интерферометров и исследования качества их изготовления 101
Петров М.С. Алгоритмизация механизмов восстановления нестационарного теплового потока 102
Синьгаев Д.Б. Исследование теплопроводности 2-х и 3-х компонентных непрерывных твердых растворов 103
Сухарев К.Н. Обеспечение теплового режима газовой криогенной машины 104
Фадеева С.В. Разработка методики расчета тепловых процессов в контактах высоковольтного разъединителя 105

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров НИУ ИТМО / Главный редактор д.т.н., проф. В.О. Никифоров. – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 110 с.

АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ МАГИСТРОВ НИУ ИТМО

Главный редактор
доктор технических наук, профессор
В.О. Никифоров
Дизайн обложки Л.М. Корпан
Редакционно-издательский отдел НИУ ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99.
Подписано в печать 09.11.11.
Заказ 2412. Тираж 100 экз.