

Отзыв официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Кульчицкого Александра Александровича

на диссертационную работу Кофнова Олега Владимировича «Модель и алгоритмы обработки цифровых изображений для оценивания геометрических параметров материалов с периодической структурой», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)

1 Актуальность темы диссертации

Необходимость улучшения качества продукции диктуется требованиями конкурентоспособности с учетом снижения затрат. Решением проблемы является развитие средств оценки их качества. Современное развитие цифровых средств сбора и обработки информации открывает новые возможности для расширения использования бесконтактных методов для оценки свойств различных физических объектов.

Поэтому тема исследования Кофнова О.В. весьма актуальна, поскольку затрагивает область изучения физических свойств структуры материалов по их изображениям, сделанным с помощью цифровой фотокамеры, с последующей их компьютерной обработкой.

Выбранная соискателем прикладная задача бесконтактной оценки геометрических параметров качества текстильных материалов, как характерного примера объектов с периодической структурой, особенно актуальна в силу архаичности используемых в настоящее время в отечественной легкой промышленности средств для решения подобных задач.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается и тем, что предложенные Кофновым О.В. модель и алгоритмы обработки цифровых изображений могут быть распространены и на другие виды материалов и изделий с периодической структурой.

2 Соответствие диссертационной работы выбранной научной специальности

Содержание диссертационной работы О.В. Кофнова соответствует п. 2, 5 и 12 научной специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)».

Конкретно п. 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» паспорта специальности соответствует содержанию первого раздела работы

«Анализ и формальная постановка задачи определения геометрических параметров периодических структур материалов»; п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» соответствуют, в частности, описание математического моделирования явления дифракции, разработка алгоритмического обеспечения оценивания геометрических параметров материалов с периодической структурой и разработка специального программного обеспечения для моделирования изображений материалов с периодической структурой в параграфах; п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации» соответствует четвертому разделу работы, посвященному разработке экспериментального образца системы бесконтактного определения величин геометрических параметров материалов с периодической структурой и его программного обеспечения.

3 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Используемая соискателем формальная модель обработки изображений корректна. Компьютерное моделирование изображения дифракционной картины базируется на хорошо известных принципах Фурье-оптики. Приближение Фраунгофера в данном случае допустимо и не оказывает влияния на точность результата. Использование интеграла Френеля-Кирхгофа для расчета интенсивности светового сигнала в дифракционной картине верно. Упрощение (3.4) допустимо (с учетом пояснений, данных соискателем в тексте диссертации). Данное упрощение позволяет применить для дальнейших расчетов алгоритм быстрого преобразования Фурье, что действительно экономит вычислительные ресурсы, особенно при обработке цифровых изображений с высоким разрешением.

Таким образом, вынесенные на защиту положения обоснованы в тексте диссертационной работы. Сделанные соискателем выводы согласуются с этими положениями. Справедливость рекомендаций подтверждается апробацией в печатных трудах и на научных конференциях, внедрением результатов в промышленное производство и учебную деятельность.

4 Научная новизна результатов исследования

Соискателем предложена аналитическая модель обработки цифрового изображения материалов с периодической структурой. Данная модель содержит обобщенный подход к анализу любых изображений микроструктур с повторяющимися элементами. Для этого по исходному цифровому

изображению материала строится модель изображения дифракционной картины. Распределение интенсивности дифракционных максимумов в этой модели позволяет оценивать геометрические параметры элементов структуры исследуемого материала.

Для моделирования изображения дифракционной картины соискатель предложил использовать интеграл Френеля-Кирхгофа. Для вычисления этого интеграла соискателем разработан алгоритм, основанный на быстром дискретном преобразовании Фурье, что экономит машинное время и вычислительные ресурсы при компьютерном моделировании.

Используя в дальнейшем разработанную им же модель дифракционной картины и угловую диаграмму распределения интенсивности светового сигнала, соискатель определяет величины таких важных геометрических параметров, как угол кручения нити и перекос нитей в ткани, что повышает оперативность и точность измерения этих параметров.

Предложенный соискателем алгоритм двойного преобразования Фурье, по сравнению с традиционными дифракционными методами, позволяет вычислять линейные параметры элементов периодических структур материалов с точностью до значения, определяемого коэффициентом увеличения при фотосъемке, без использования обратных пропорций и определяемых экспериментально коэффициентов настройки системы.

В целом, предложенные соискателем алгоритмы позволяют отказаться от использования аппаратных методов получения дифракционных картин с помощью лазера для последующего анализа структуры материала, что снижает затраты и повышает оперативность оценивания величин геометрических параметров материалов с периодической структурой.

5 Научная ценность и практическая значимость

Научная ценность работы соискателя выражена в предложенной им формализации подхода к обработке цифровых изображений материалов с периодической структурой. Следует отметить универсальность предлагаемых алгоритмов для определения геометрических параметров структур самых различных материалов. Предложенные алгоритмы не зависят от способа получения исходного цифрового изображения материала.

С практической точки зрения ценность представляет экспериментальный образец программно-аппаратной системы бесконтактного определения основных геометрических параметров повторяющихся структур, в котором реализованы указанные алгоритмы. В главе 4 диссертации соискатель приводит примеры практического использования этого программного приложения для определения

геометрических параметров различных текстильных материалов, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью. Данный экспериментальный образец может служить прототипом программно-аппаратных систем контроля качества различных материалов и изделий.

6 Замечания по работе

Диссертационная работа написана грамотным научным языком и оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ. Однако в ней необходимо отметить следующие недостатки.

1. Соискатель излишне внимание уделяет терминами текстильного материаловедения и технологии текстильного производства. В частности, он приводит явно лишние сведения об обозначении текстильных нитей.
2. Параграф 1.4 озаглавлен «Методы, основанные на анализе изображений материалов и распознавании образов», однако собственно методы распознавания образов там не описаны. Изложенные же там методы по своей сути являются методами обработки цифровых изображений и в этом качестве наиболее близки к методам, выносимым на защиту.
3. На рис. 2.22 видно, что угол α – это угол между нормалью к поверхности образца материала и лучом света, падающим на него. В то же время далее по тексту говорится, что это угол между лучом света и поверхностью экрана, на котором располагается образец.
4. По видимому, следовало обосновать требования к получаемому изображению и проанализировать возможные потери информации при ее сжатии в формат JPEG.
5. Не описаны условия съемки, необходимые для получения требуемых исходных цифровых изображений материалов.
6. Из работы не до конца ясно, чем обоснован выбор отображения результатов оценки угла кручения нити с разрешением 0,01 град?
7. В автореферате есть ряд технических и редакционных неточностей, например: на рис. 2 вертикальная ось системы координат обозначена u , а горизонтальная вообще никак не обозначена; на стр. 9 первая и вторая строка выглядят так, как будто между ними потерян кусок текста.

Приведенные замечания носят частный характер, не снижают научной и прикладной значимости работы и направлены на дальнейшее исследование и внедрение разработанной модели и алгоритма в системы оценивания

геометрических параметров различных материалов с периодической структурой.

7 Заключение

Соискателем проделана большая исследовательская работа, решающая актуальную научную задачу разработки модели и алгоритмов обработки цифровых изображений для оценивания геометрических параметров материалов с периодической структурой. Помимо диссертационной работы результаты исследований соискателя опубликованы в 16 научных работах, в том числе 10 в журналах из Перечня ВАК; получено 2 патента на изобретения и зарегистрировано 4 компьютерные программы.

Работа Кофнова Олега Владимировича отвечает требованиям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)».