

УДК 677.019

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_2\_104

**ПОИСК ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ЦИФРОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ\***

**FINDING WAYS TO IMPROVE THE DIGITAL PRESENTATION  
OF TEXTILE MATERIALS FOR DETECTING DEFECTS**

*Т.Ю. КАРЕВА, Д.А. МИРОШНИЧЕНКО, Г.И. ТОЛУБЕЕВА,  
М.В. БОЛСУНОВСКАЯ, А.В. БОЙКОВ, А.В. ЛОДЫШКИН*

*T.Yu. KAREVA, D.A. MIROSHNICHENKO, G.I. TOLUBEEVA,  
M. V. BOLSUNOVSKAYA, A.V. BOIKOV, A.V. LODYSHKIN*

**(Ивановский государственный политехнический университет,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики",  
ООО "ВизиумТекс")**

**(Ivanovo State Polytechnical University,  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
National Research University Higher School of Economics,  
LTD "VisiumTex")**

E-mail: pti@ivgpu.com, ktju@bk.ru, nkorn@ivgpu.com

***В статье рассмотрена возможность использования нейросетевых технологий для автоматизированного поиска дефектов текстильных материалов. Представлен разработанный лабораторный стенд, на котором проводится фотосъемка образцов для формирования обучающей выборки. Проведен ряд исследований по влиянию различных видов освещенности материала при получении изображения с камеры. Выполнено исследование по влиянию***

---

\* Исследование выполняется при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям в рамках научного проекта СЦТ-92697 «Разработка программно-аппаратного комплекса обнаружения и классификации дефектов тканей с использованием нейросетевых технологий».

*изменения угла наклона камеры относительно образца ткани. Предложены различные варианты по устранению нежелательного искажения на изображениях.*

*The article discusses the possibility of using neural network technologies for the automated search for defects in textile materials. A developed laboratory stand is presented, where samples are photographed to form a training sample. A number of studies have been conducted on the influence of various types of illumination of the material when obtaining an image from the camera. A study was performed on the effect of changing the camera angle relative to the fabric sample. Various options for eliminating the undesirable image distortion are proposed.*

**Ключевые слова:** дефекты текстильных материалов, контроль качества, обработка изображений, нейронная сеть.

**Keywords:** defects of textile materials, quality control, image processing, neural network.

Одной из главных задач в развитии текстильной и легкой промышленности является повышение качества выпускаемой продукции. При этом наиболее актуальным, на данный момент, становится автоматизация производственных процессов с целью уменьшения затрат человеческого труда [1]. В настоящее время одним из наименее автоматизированных и компьютеризированных этапов технологической цепочки на предприятиях остается определение сортности и выявление дефектов текстильных материалов. В большинстве случаев используется ручной труд, где заняты десятки человек и тратится огромное количество рабочего времени. Автоматизировать процесс контроля качества возможно, как известно, при помощи современных IT-технологий в области программно-аппаратных средств вычислительной техники и использовании средств технического зрения [2...4].

Коллективом авторов решается задача по разработке программно-аппаратного комплекса для распознавания дефектов на движущихся рулонных материалах большой ширины с различным видом оформления поверхностей. Реализовать такую сложную систему обработки данных позволяет глубокое машинное обучение, основанное на полном наборе собранных данных, и не требующее формирования признаков для выявления дефектов. При таком виде машинного обучения чаще всего используются сверточные ней-

ронные сети, особенно при обработке оптических изображений, что обеспечивает высокий показатель точности, составляющий около 99%. Достижение такого уровня происходит за счет большой обучающей выборки на собранном наборе данных. В нашем случае – это фотографии образцов текстильных материалов с дефектами, полученные на специально сконструированном для этих целей лабораторном стенде, включающего линейную видеокамеру Basler acA2440-35uc и специализированное освещение, установленные на расстоянии 50 сантиметров от поверхности образца текстильного материала, общий вид которого представлен на рис. 1.

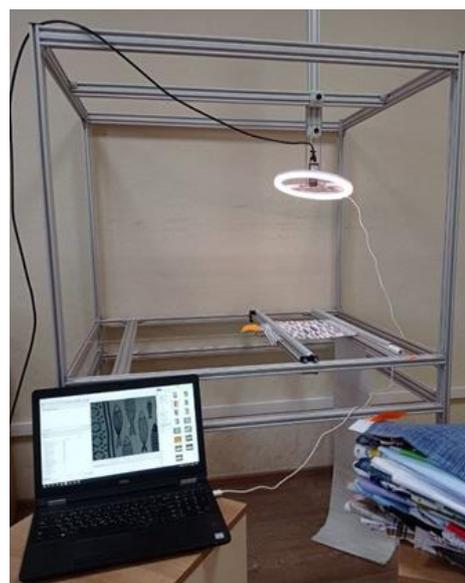


Рис. 1

Для корректного определения местоположения и вида дефекта текстильного материала к получаемым с камеры изображениям предъявляются особые требования по их качеству. На фотографиях должны четко просматриваться все нити, что необходимо для обнаружения структурных дефектов. При поиске дефектов важным является недопущение на изображениях появления дополнительных искажений, вызываемых при фотосъемке материала [5]. Известно, что цифровые изображения, сформированные различными оптоэлектронными системами, могут искажаться под действием помех различного характера [6]. Вызваны они могут быть любыми составляющими компонентами камеры: осветительная система может вызвать неравномерность освещенности предмета; оптическая система может создавать оптические искажения, называемые абберациями; матрицы фотоприемников излучения с зарядовой связью могут создавать помехи, называемые электронным шумом. Это обычно связано с несовершенством технических средств и точности их изготовления. На изображениях искажаются формы предметов, линии, окружности, проявление которых может быть как неравномерно, так и по всей площади снимка. Все это затрудняет и визуальный анализ изображений человеком, и их цифровую обработку программным комплексом [7].

При проведении фотосъемки у значительной части фотографий образцов тканей с дефектами проявилось искажение в виде полос разного размера и направления с оттенком желтого и зеленого цветов, как видно на рис. 2.



Рис. 2

Анализ литературных источников [8], [9], показал, что такие искажения изображений представляют собой оптическую абберацию и шумы квантования, устранить которые возможно либо путем изменения условий фотосъемки, либо использованием другой фотоаппаратуры [10]. Для корректной работы разрабатываемого программно-аппаратного комплекса появление этих помех недопустимо, так как такие искажения изображений очень похожи на настоящие дефекты текстильных материалов.

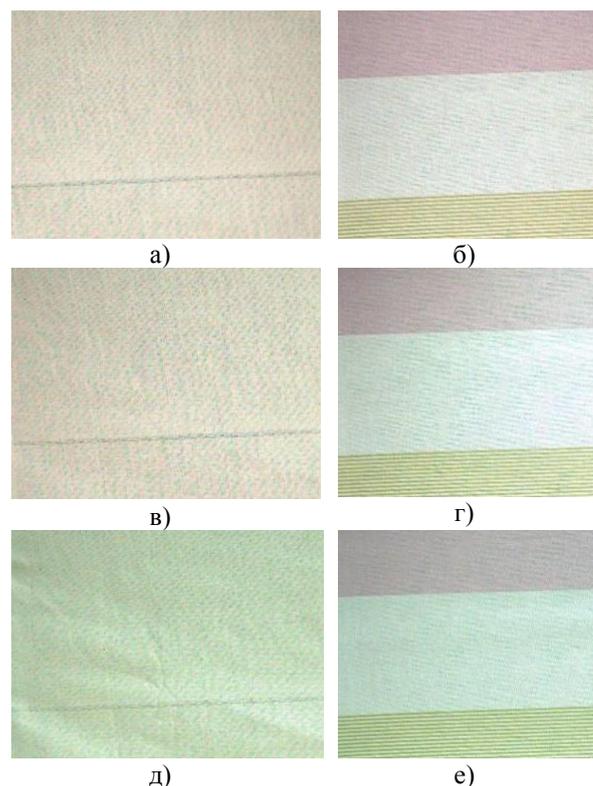


Рис. 3

Исследовано влияния освещенности на проявление оптических искажений. Для этого фотографирование образцов осуществлялось с использованием разных источников света: со стандартным освещением, с дополнительным источником света и без использования освещения. При этом исследованы фотографии образцов тканей как до отделочного процесса, на суровье (рис. 3 - а, в, д), так и после процесса печати (рис. 3 - б, г, е).

При использовании стандартного освещения для фотосъемки (рис. 3 - а, б) на

изображениях возникают самые яркие искажения. Подключение дополнительного источника света (рис. 3 - в, г) не только не влияет на уменьшение помех, но и дополнительно добавляет блики и изменения цвета рисунка. Отсутствие освещения (рис. 3 - д, е) также не приводит к устранению искажений, к тому же заметно ухудшается видимость нитей, что недопустимо. Эксперимент показал, что изменение освещения не устраняет помехи на изображениях.

Исследовано влияние цветовой температуры освещения на образце ткани с печатным рисунком, фотографирование которого осуществлялось при теплом освещении (цветовая температура 3200 К) (рис. 4-а) и при двух источниках света с цветовой температурой 3200 К и 5500 К (рис. 4-б). Эксперимент показал, что при изменении цветовой температуры освещения искажения становятся более выраженными. Таким образом, проведенные исследования показали, что любые настройки освещенности при фотосъемке образца не устраняют проблему появления помех на изображениях.

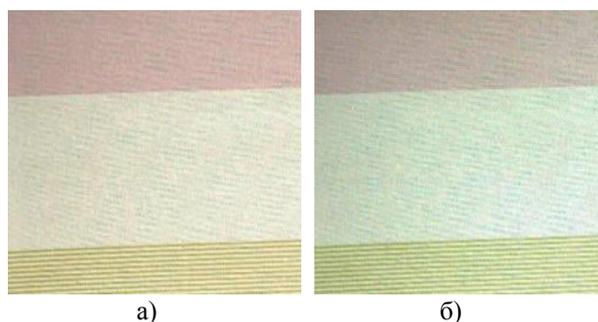


Рис. 4

Рассмотрено влияние угла наклона камеры относительно образца ткани. Для этого технически изменено положение установки камеры на стенде и проведено фотографирование образцов. На рис. 5 представлены полученные камерой изображения, на которых видно, что изменение угла приводит к уменьшению искажений.

Однако данный способ использовать нежелательно, так как возникают трудности в определении принадлежности дефекта к системе нитей (основы или утка), что ведет к неправильному определению вида дефекта, а следовательно, и сорта ткани.

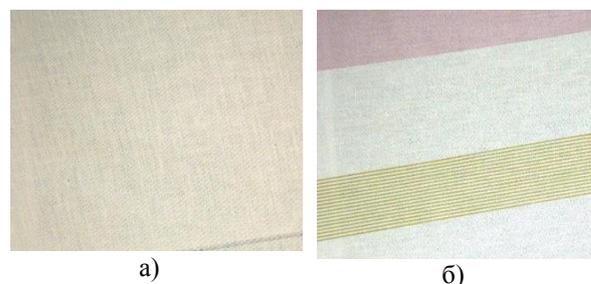


Рис. 5

В связи с вышесказанным нами рассматриваются другие варианты решения выявленной проблемы, а именно: изменение фокусного расстояния; обработка готового изображения; наложение фильтров при фотографировании (в частности, черно-белого); фотографирование с более близкого расстояния; изменение типа устройства захвата изображения.

## ВЫВОДЫ

Для формирования обучающей выборки, состоящей из набора фотографий текстильных материалов с дефектами, разработан лабораторный стенд, на котором осуществляется фотографирование тканей. Выполнена фотосъемка образцов, показавшая невозможность получения качественного изображения при стандартных настройках камеры и ее первоначальном положении. Проведен ряд экспериментов по определению влияния наличия освещения и его цветовой температуры на проявление искажений, показавший неэффективность таких настроек фотосъемки. Рассмотрена возможность изменения угла наклона камеры относительно образца ткани, результат которой показал уменьшение помех, однако использование такого метода нежелательно из-за трудностей в определении принадлежности дефекта к системе нитей основы или утка. Предложены другие варианты решения проблемы по возникновению помех на изображении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тесленко И.Б., Дигилина О.Б., Савельев И.И., Селезнев П.С. Цифровые технологии в организации текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №4. С. 153...157.

2. *Silvestre-Blanes J., Albero-Albero T., Miralles I., Pérez-Llorens R., Moreno J.* A public fabric database for defect detection methods and results // *Autex Research Journal*. – 19 (4), 2019. P. 363...374.

3. *Ершов С.В., Реймер В., Калинин Е.Н., Грис Т.* Разработка системы компьютерного зрения для измерения направленности волокон в плетеных структурах // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2019, №5. С. 204...208.

4. *Карелина Е.Б., Бальхин М.Г., Донник И.М., и др.* Разработка интеллектуального комплекса для адаптивного управления технологическими процессами текстильной промышленности с применением нейросетевых регуляторов // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2019, №4. С. 144...148.

5. *Goyal A.* Automation in fabric inspection, in *Automation in Garment Manufacturing* // *Woodhead Publishing*. – 2018. P.75...107.

6. *Старовойтов В.В.* Получение и обработка изображений на ЭВМ. – Минск: БНТУ, 2018.

7. *Селянкин В.В., Скороход С.В.* Анализ и обработка изображений в задачах компьютерного зрения. – Таганрог: ЮФУ, 2015.

8. *Сойфера В.А.* Методы компьютерной обработки изображений. – М.: Физматлит, 2001.

9. *Шапиро Л., Стокман Дж.* Компьютерное зрение. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.

10. *Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю.* Компьютерная обработка и распознавание изображений. – С-П: СПбГУ ИТМО, 2008.

#### REFERENCES

1. *Teslenko I.B., Digilina O.B., Savel'ev I.I., Seleznev P.S.* Tsifrovye tekhnologii v organizatsii tekstil'nogo proizvodstva // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2019, №4. S. 153...157.

2. *Silvestre-Blanes J., Albero-Albero T., Miralles I., Pérez-Llorens R., Moreno J.* A public fabric data-base for defect detection methods and results // *Autex Research Journal*. – 19 (4), 2019. P. 363...374.

3. *Ershov S.V., Reymer V., Kalinin E.N., Gris T.* Razrabotka sistemy komp'yuternogo zreniya dlya izmereniya napravlennosti volokon v pletenykh strukturakh // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2019, №5. S. 204...208.

4. *Karelina E.B., Balykhin M.G., Donnik I.M., i dr.* Razrabotka intellektual'nogo kompleksa dlya adaptivnogo upravleniya tekhnologicheskimi protsessami tekstil'noy promyshlennosti s primeneniem neyrosetevykh regulyatorov // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2019, №4. S. 144...148.

5. *Goyal A.* Automation in fabric inspection, in *Automation in Garment Manufacturing* // *Woodhead Publishing*. – 2018. P.75...107.

6. *Starovoytov V.V.* Poluchenie i obrabotka izobrazheniy na EVM. – Minsk: BNTU, 2018.

7. *Selyankin V.V., Skorokhod S.V.* Analiz i obrabotka izobrazheniy v zadachakh komp'yuternogo zreniya. – Таганрог: YuFU, 2015.

8. *Soyfera V.A.* Metody komp'yuternoy obrabotki izobrazheniy. – М.: Физматлит, 2001.

9. *Shapiro L., Stokman Dzh.* Komp'yuternoe zrenie. – М.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2006.

10. *Fisenko V.T., Fisenko T.Yu.* Komp'yuternaya obrabotka i raspoznavanie izobrazheniy. – S-P: SPbGU ITMO, 2008.

Рекомендована заседанием Инженерингово центра текстильной и легкой промышленности ИВГПИУ. Поступила 20.12.21.