

УДК 621.383.8:621.385.833.2

**ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕНОСА
ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО
ПРОЕКЦИОННОГО МИКРОСКОПА**К.Л. Карюгин¹, С.Н. Торгаев^{1,2}, М.В. Тригуб^{1,2}¹Томский политехнический университет²Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

E-mail: konstantin.lod@gmail.com

Торгаев Станислав Николаевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры промышленной и медицинской электроники Института неразрушающего контроля ТПУ, мл. науч. сотр. Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук.

E-mail: torgaev@tpu.ru

Область научных интересов: физика лазеров, физика плазмы, активные оптические системы.

Карюгин Константин Леонидович, магистрант кафедры промышленной и медицинской электроники Института неразрушающего контроля ТПУ, инженер-конструктор 3-й категории ОАО «НПЦ «Полус»». E-mail: konstantin.lod@gmail.com

Область научных интересов: цифровые устройства, встраиваемые системы, преобразовательная техника.

Тригуб Максим Викторович, инженер, ассистент кафедры промышленной и медицинской электроники Института неразрушающего контроля ТПУ, мл. науч. сотр. Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук.

E-mail: torgaev@tpu.ru

Область научных интересов: активные оптические системы, неразрушающий контроль, визуализация.

Разработка приборов, позволяющих проводить обработку материалов с помощью высококонцентрированных потоков энергии, является весьма актуальной задачей. Одним из классов таких приборов являются лазерные системы, которые могут применяться как в технике, так и в медицине. Разработка устройств, позволяющих формировать «силовой» пучок с заданной конфигурацией позволит значительно увеличить скорость обработки материалов и минимизировать побочные действия при использовании в медицинских целях. В работе представлено подобное устройство, позволяющее изменять распределение интенсивности по пучку с использованием активных оптических систем с усилителями яркости на парах металлов. В качестве усилителя яркости использовался CuVg-лазер с тиратронным источником питания с импульсным зарядом рабочей емкости. Мощность источника питания варьировалась от 900 до 1500 Вт. Проведены исследования зависимости контраста получаемых изображений и влияние параметров используемого дисплея.

Ключевые слова:

Газоразрядная трубка, лазер на парах бромида меди, активная оптическая система, лазерный микроскоп (монитор), ЖК-дисплей.

Целью работы является разработка системы переноса изображения, формируемого на ЖК-дисплее с использованием лазерного проекционного микроскопа.

Принцип действия лазерного монитора (термин введен авторами работы [1]) аналогичен работе лазерного проекционного микроскопа [2]: наблюдаемый объект 1 подсвечивается сфокусированным с помощью линзы 2 собственным сверхизлучением усилителя яркости 3, возбуждаемого источником 6, отраженный сигнал, проходя через активную среду оптического усилителя 3, усиливается и проецируется с помощью проецирующей системы 4 на CCD-матрицу камеры 5, соединенной с ПК 7. Схема представлена на рис. 1.

Отличительной особенностью данного устройства по сравнению с классическим проекционным усилителем яркости является возможность наблюдения процессов в режиме реального времени.

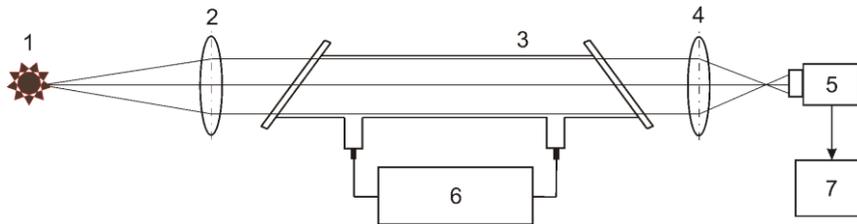


Рис. 1. Схема лазерного монитора

Использование активных оптических систем на основе высокочастотных лазеров на парах бромида меди позволяет визуализировать процессы, микрообъекты, в том числе экранированные мощной фоновой засветкой. Яркость получаемого изображения не зависит от линейного увеличения, получаемого в системе.

Для реализации цели данной работы был построен макет на основе микроконтроллера STM32F103RBT6 [3] и монохромного ЖК-дисплея Nokia 1202.

На рис. 2 представлена структурная схема макета.

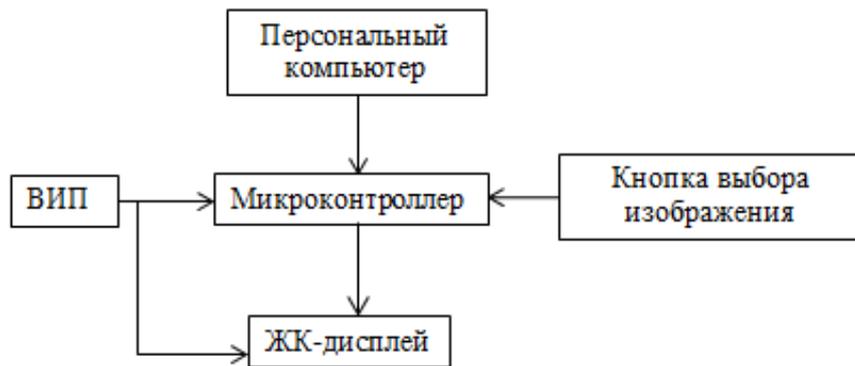


Рис. 2. Структурная схема макета: ВИП – вспомогательный источник питания

На основе структурной схемы была разработана принципиальная схема устройства, представленная на рис. 3.

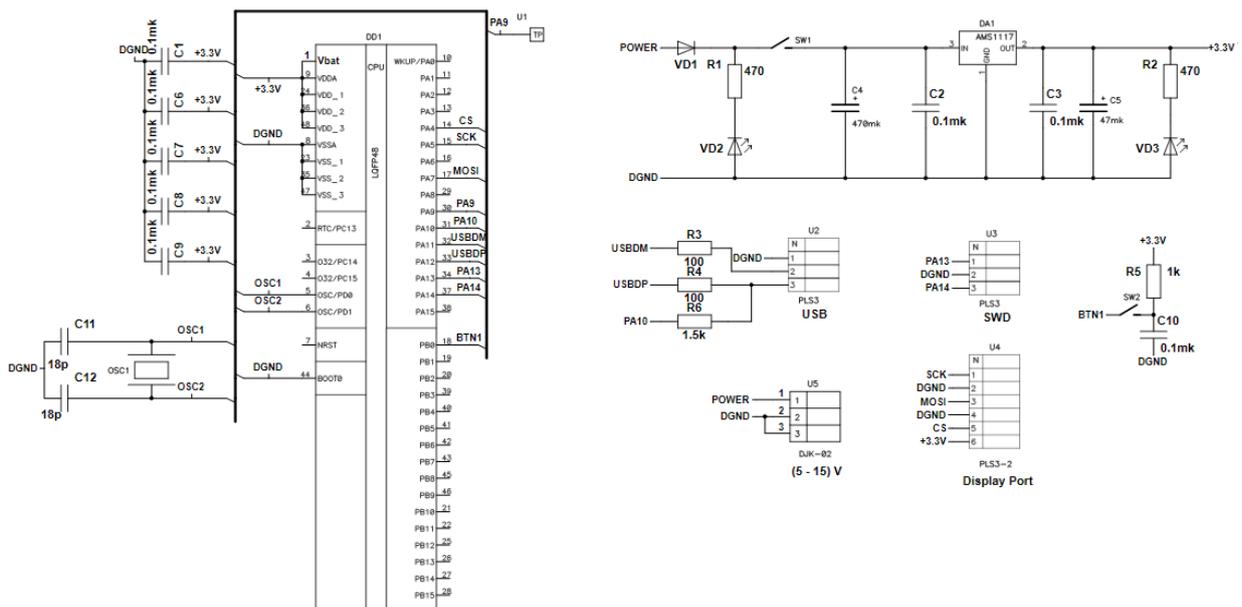


Рис. 3. Принципиальная схема устройства

Схема установки представлена на рис. 4.

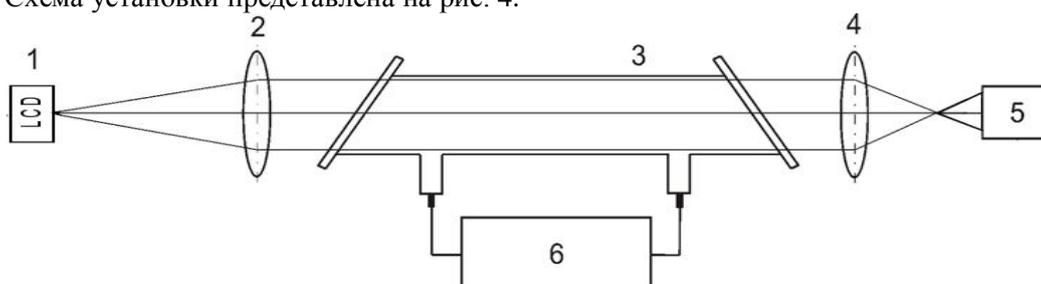


Рис. 4. Схема установки: 1 – ЖК экран; 2 и 4 – фокусирующие линзы; 3 – оптический усилитель; 5 – мишень; 6 – источник накачки

Данный макет позволяет выводить на дисплей как статические изображения, так и динамические (в виде анимации). Изображения были подготовлены с помощью программы Image Generate. На рис. 5 представлен внешний вид главного окна программы.

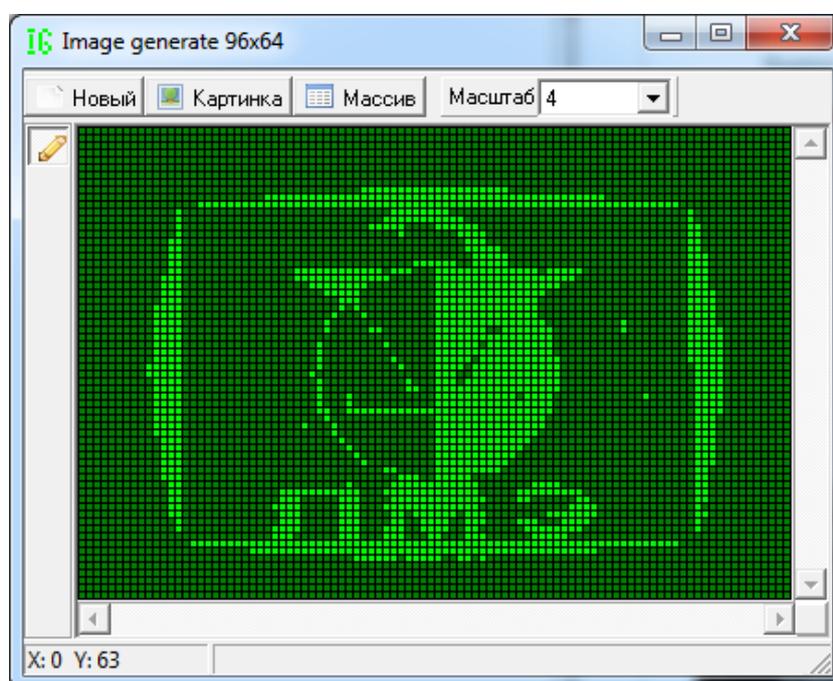


Рис. 5. Вид главного окна программы Image Generate

Для демонстрации возможности переноса изображения с матрицы используемого LCD-дисплея с помощью лазерного монитора был проведен ряд экспериментов. Изображение формировалось на матрице высокоскоростной камеры (Fastec Imaging HiSpec 1) и на экране. Второй вариант может быть интересен для демонстрационных проекционных систем. Было исследовано два вида дисплеев – с подложкой (рис. 6) и без подложки (рис. 7), что позволяло строить схемы лазерного проекционного микроскопа в проходящем и отраженном свете.

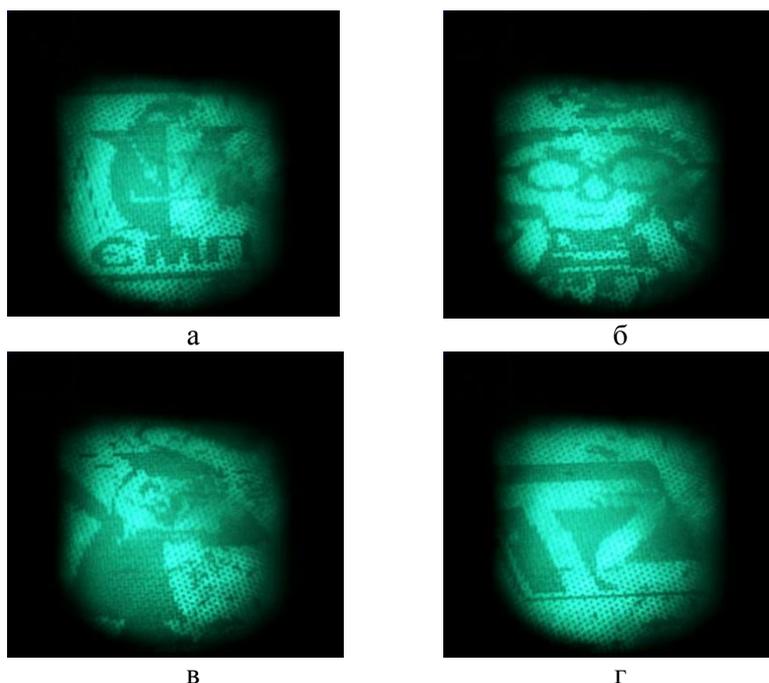


Рис. 6. Изображение, получаемое на дисплее с подложкой: *а-г* – различные изображения, выведенные на дисплей без светоотражающей подложки

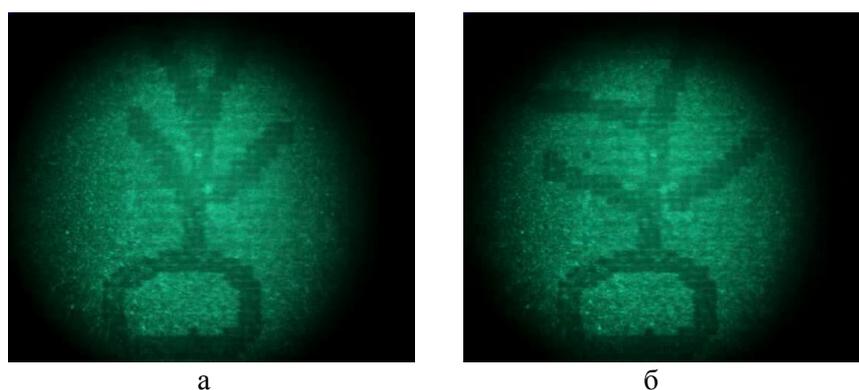


Рис. 7. Изображения с дисплея без подложки: *а, б* – нарисованные от руки изображения, выведенные на дисплей со светоотражающей подложкой.

Проверка передачи контраста при различных изображениях проводилась при выводе линий на дисплей. При этом толщина линий изменялась. Контраст измерялся в программе ImageJ [4]. Ниже, на рис. 8, представлены результаты опыта. На рис. 8, *а* показан снимок полученного изображения, при этом на экран выводились линии шириной в 1 пиксель и расстоянием между линиями также в 1 пиксель. Для рис. 8, *б-г* ширина линии и расстояние между линиями 2, 3 и 4 пикселя соответственно. На графиках оси X соответствуют номера пикселей, оси Y – яркость этих пикселей в оттенках серого. Контраст составил 3 : 1, что является типичным значением для проекционных систем на основе лазерного проекционного микроскопа.

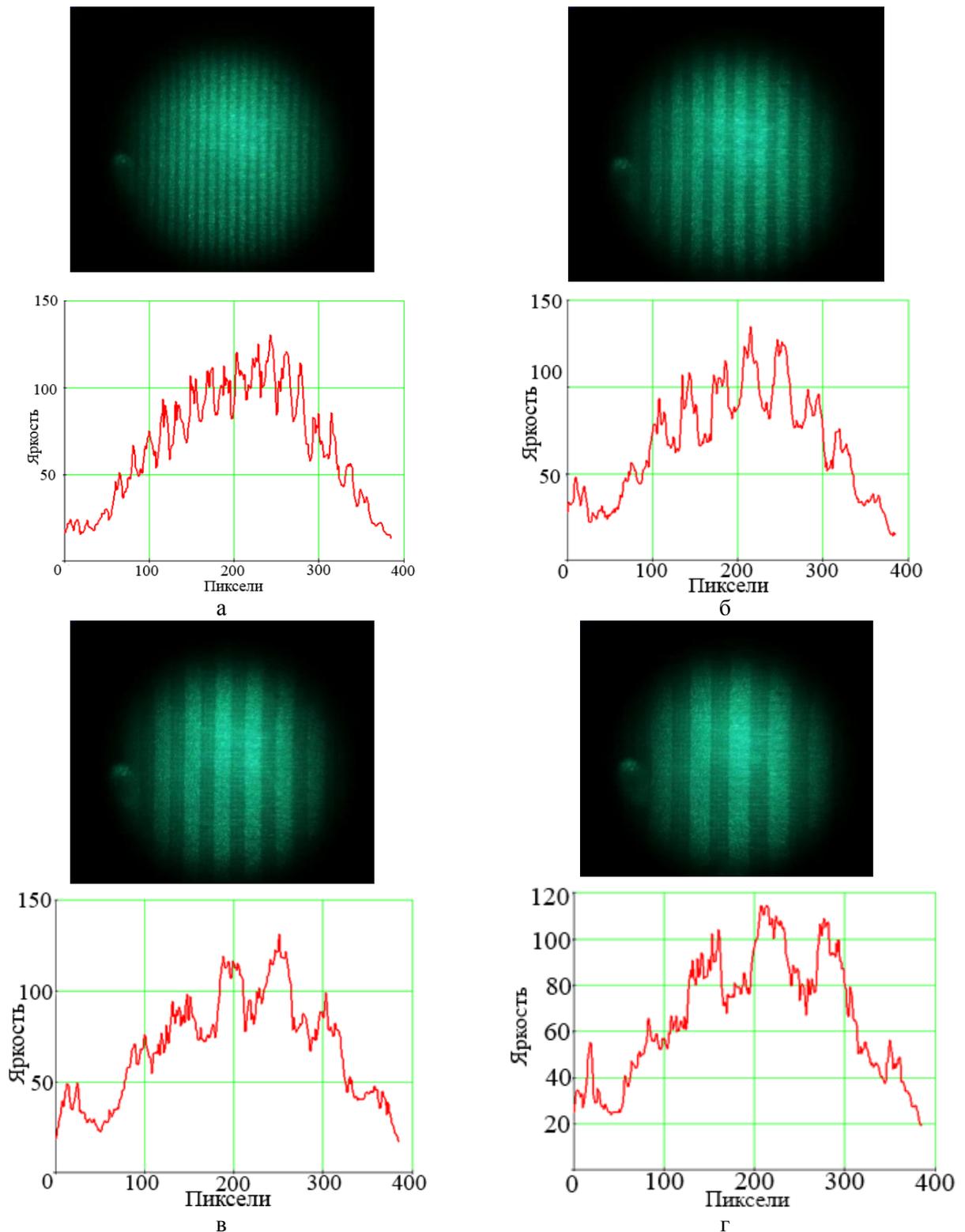


Рис. 8. Изображения линий и их контраст соответственно: *а-г* – ширина линии и расстояние между линиями 1, 2, 3 и 4 пиксела соответственно

Дополнительно был проведен эксперимент по получению изображения с фоновой засветкой. В качестве засветки выступала свеча. Схема установки представлена на рис. 9. На рис. 10, *а* фотография схемы эксперимента. Как видно, мощная фоновая засветка не влияет на качество получаемого изображения (рис. 10, *б*).

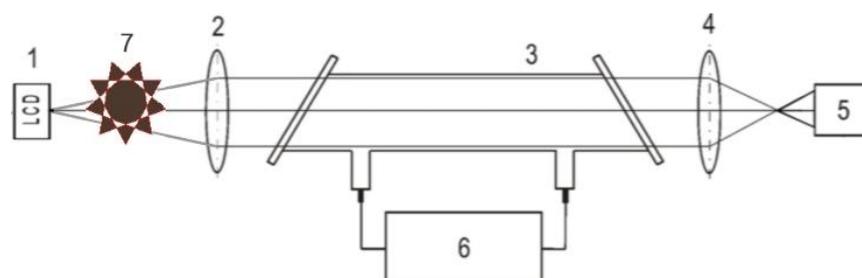
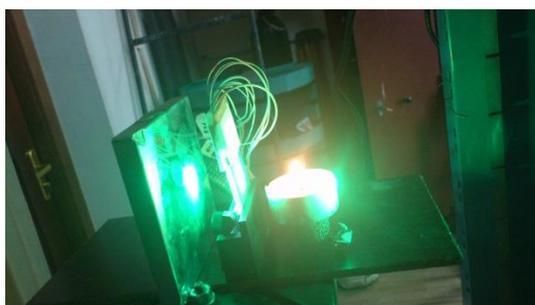


Рис. 9. Схема установки: 1 – ЖК-экран; 2 и 4 – фокусирующие линзы; 3 – оптический усилитель; 5 – мишень; 6 – источник накачки; 7 – источник фоновой засветки (свеча)



а



б

Рис. 10. Изображение с дисплея с фоновой засветкой: а – схема эксперимента с фоновой засветкой в виде свечи; б – результат эксперимента

Для систем с усилителями яркости на парах металлов характерным является возможность наблюдения процессов в условиях фоновой засветки. Проведенный эксперимент показывает, что отраженного от экрана сигнала достаточно для получения неискаженного изображения при экранировании его внешним источником засветки.

Таким образом, в работе продемонстрирована возможность получения изображения, сформированного на ЖК-индикаторе, с помощью активной оптической системы с усилителем яркости на парах бромида меди. Дальнейшим развитием работы является разработка системы генератор-усилитель для нанесения изображений, сформированных с помощью ЖК-индикатора, на различные объекты.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание № 7.586.2011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скоростная визуализация микрообъектов посредством активных сред лазеров на парах / М.В. Тригуб, Г.С. Евтушенко, Ф.А. Губарев и др. // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 4. – С. 141–146.
2. Оптические системы с усилителями яркости / Г.А. Пасманик, К.И. Земсков, М.А. Казарян и др. // ИПФ АН СССР. – Горький, 1988. – 173 с.
3. STMicroelectronics / STMicroelectronics. 2013. – URL: <http://www.st.com>
4. Image Processing and Analysis in Java: September 2013 – URL: <http://rsbweb.nih.gov/ij>

Поступила 19.01.2014 г.