

12-18-2019

## Software program device analysis and color determination of silkworm on a stationary platform

B.A. Mirzaxodjayev

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

R.K. Bazarov

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

D.X. Dadajanova

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

A.V. Korabelnikov

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/titli>

---

### Recommended Citation

Mirzaxodjayev, B.A.; Bazarov, R.K.; Dadajanova, D.X.; and Korabelnikov, A.V. (2019) "Software program device analysis and color determination of silkworm on a stationary platform," *Textile Journal of Uzbekistan*: Vol. 6 : No. 2 , Article 9.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/titli/vol6/iss2/9>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Textile Journal of Uzbekistan by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

УДК 638.264+62-529

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА АНАЛИЗА И  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТА ГРЕНЫ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА НА  
СТАЦИОНАРНОЙ ПЛАТФОРМЕ.**

*Б.А.Мирзаходжаев, Р.К.Базаров, Д.Х.Дадажанова, А.В.Корабельников*

*Tashkent Institute of Textile and Light Industry*

**Annotatsiya:** Maqolada tut ipak qurti urug'ini rangiga qarab ajratish uchun saralash uskunasini dasturiy ta'minotini yaratish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Yuqori texnologik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan pilla iplarni beruvchi pillalarni hamda 100% sof, dastlabki zotlar bilan ifloslanmagan tut ipak qurti urug'larini olish uchun mo'ljallangan. O'rganish va tahlil shuni ko'rsatdiki, urug'ni ajratish eng yuqori tezlikda web-kamera yordamida kompyuter ko'rish asosida ishlab chiqilgan, uni aniqlash zonasiga alohida yo'naltirib yetkazib berish yaxshi amalga oshiriladi. Shuningdek, apparat platformasi sifatida bir platali kompyuter Arduino UNO R3 ni ishlatish taklif etiladi. Ma'lumotlarni tahlil qilish va qayta ishlash uchun ishlab chiqilgan apparat va dasturiy ta'minotni ishlab chiqilgan uskunaning tut ipak qurtining rangini statsionar platformada aniqlash tavsiflangan. Ishlash prinsipi, dasturlarning manba kodlari va uskuna sxemalari keltirilgan. Tut ipak qurti urug'larining rangi va sonini aniqlash uchun uskunaning maket nusxasi yaratildi. Signallar harakatlanuvchi platformada urug'larning rangi va sonini aniqlash uchun uskuna dasturini yanada rivojlantirishga ularning soni statsionar tasvirdagi aniqlangan kul rangli urug'lar soniga to'g'ri keladigan uskuna ijrochi mexanizmiga yuboriladi.

**Аннотация:** В статье приводятся данные исследований по разработке программного обеспечения сортировочного устройства деления грены тутового шелкопряда по цвету, предназначенного для получения 100% чистой, не засоренной исходными породами грены тутового шелкопряда, для получения коконов, дающих коконную нить с высокими технологическими показателями. Изучение и анализ показали, что разделение грены лучше осуществлять путем поштучно-ориентированной подачи ее к зоне распознавания, разработанного на основе компьютерного видения при помощи высокоскоростной веб-камеры. Также предложено использовать в качестве аппаратной платформы одноплатный компьютер Arduino UNO-R3. Описывается разработанное аппаратное и программное обеспечение для анализа и обработки данных по определению цвета грены тутового шелкопряда разрабатываемого устройства на стационарной платформе. Приведены принцип работы, исходные коды программ и схемы устройства. Создан макет устройства определения цвета и числа грены тутового шелкопряда. На исполнительный механизм устройства подаются сигналы, число которых соответствует числу обнаруженных грен темного цвета на стационарном изображении, для дальнейшей разработки программы для устройства по определению цвета и числа грены уже на движущейся платформе.

**Abstract:** The article presents the data of research on the development of software sorting device division of silkworm eggs by color, designed to produce 100% pure, not clogged with the original breeds of mulberry silkworm, to produce cocoons giving cocoon thread with high technological performance. The study and analysis showed that the separation of silkworm eggs is better carried out by piece-oriented feeding it to the recognition zone, developed on the basis of computer vision using a high-speed web camera. It is also proposed to use a single-Board computer Arduino UNO R3 as a hardware platform. The developed hardware and software for the analysis and processing of data on determination of color of a eggs of a silkworm of the developed device on a stationary platform is described. The principle of operation, source codes of programs and schemes of the device are given. A model of the device for determining the color and number of silkworm eggs was created. On the Executive mechanism of the device signals are supplied, the number of which corresponds to the number of detected dark color silkworm eggs in the stationary image, for further development of the program for the device to determine the color and number of silkworm eggs on the moving platform.

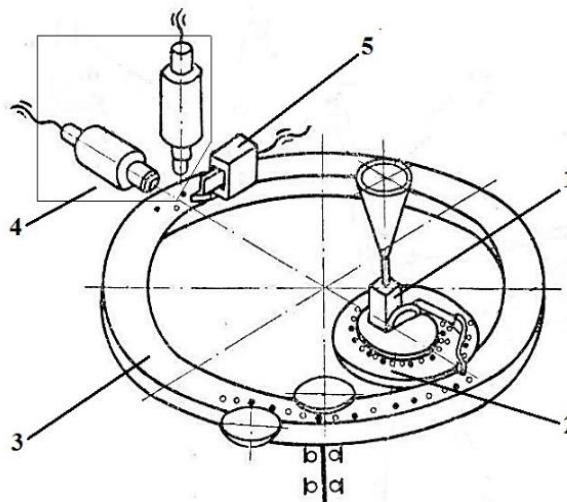
**Keywords:** silkworm, silkworm eggs, color, device, Arduino UNO, Internet of things, computer vision

**Введение.** Для выработки высококачественного шелка-сырца необходимо сырье – коконы тутового шелкопряда с высокими технологическими свойствами коконной нити, которые получают непосредственно от выкормки чистых гибридов. При производстве качественной гибридной грены очень важно разделить шелкопряд по полу с высокой точностью, чтобы самок одной породы скрестить с самцами другой и наоборот. Практическое осуществление этой операции, казалось бы, простого мероприятия, в производственных условиях весьма затруднительно, ввиду отсутствия соответствующей технологии и техники, и поэтому до сегодняшнего времени не удается обеспечить чистое разделение шелкопряда по полу.

Одним из эффективных способов деления шелкопряда по полу является метод деления его на стадии грены по цветовому признаку. Для этой цели выведены новые породы, меченые по полу признаком окраски грены: темная-женские особи, светлая – мужские, которые разделяются по цвету с высокой точностью при помощи разрабатываемого устройства деления грены по цвету [1,2].

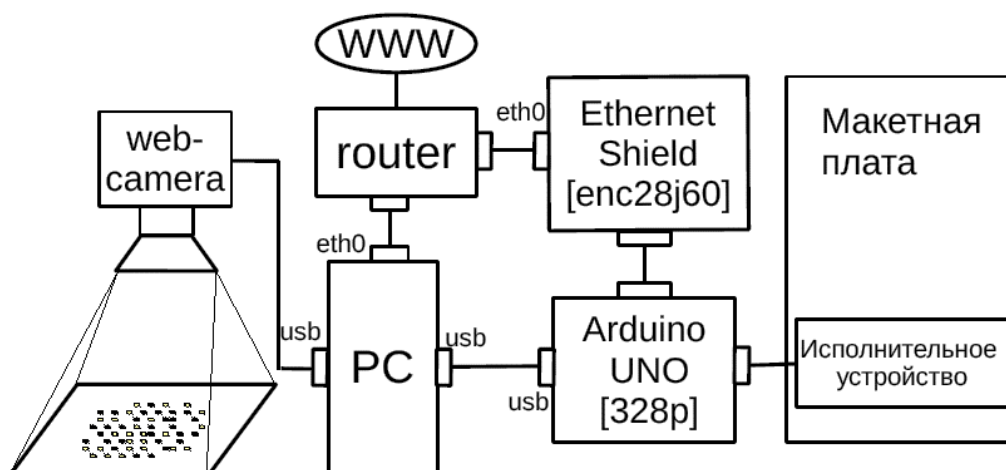
**Постановка задачи.** Изучение сортировочных устройств сыпучих материалов показало, что анализ и разделение грены лучше осуществлять путем поштучно-ориентированной подачи ее к соответствующему сортирующему устройству [3,4,5,6]. Поэтому любой такой автомат должен состоять из следующих основных блоков: 1- загрузочного устройства (питателя); 2- формирующего, обеспечивающего поштучно-ориентированную подачу грены; 3- транспортирующего, перемещающего грену к анализо-сортировочным позициям; 4- измерительно-запоминающего, распознающего по цвету и подсчитывающего поступающую грену; 5 - сортирующего (исполнительное устройство), разделяющего грену на две группы (рис. 1).

Проведением всестороннего анализа источников информации и на основе предыдущего опыта применения фотоэлементной базы по распознаванию цвета грены, было принято решение начать экспериментальные работы по использованию веб-камеры и аппаратной платформы Arduino UNO-R3 для распознавания цвета грены и разработки на ее основе механизма деления грены с использованием компьютерного зрения [7,8,9,10].



**Рис.1** Схема устройства деления грены тутового шелкопряда по цвету.

Аппаратное обеспечение разрабатываемого устройства включает плату Arduino Uno сопряжения с микроконтроллером ATmega 328, веб-камеру «G-LENS Defender 2597», модуль расширения Ethernet Shield ENC28j60, макетную плату и светодиод — для эмуляции работы исполнительного механизма, персональный компьютер с операционной системой Debian-8. Структурная схема макета измерительно-запоминающего устройства приведена на рис.2.



**Рис.2. Структурная схема макета измерительно-запоминающего устройства подсчета темной грены тутового шелкопряда.**

Веб-камера подвешена над стационарной платформой, на которой лежит грена тутового шелкопряда. Данные с веб-камеры поступают через usb-порт на персональный компьютер PC, к которому также подключены маршрутизатор и плата Arduino Uno через сетевой адаптер eth0 и usb-порт соответственно. Arduino соединена с модулем расширения Ethernet Shield, имеющем сетевой адаптер enc28j60/ss. Ее назначение — обеспечить микроконтроллер IP-адресом для удаленного управления этим устройством по локальной сети. Задача компьютера — обработать поступающие с веб-камеры видеоданные (распознавание и подсчет грены) и передать управляющие воздействия исполнительному устройству: светодиод должен «моргнуть» столько раз, сколько будет распознано темной грены.

Arduino – набор аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей.

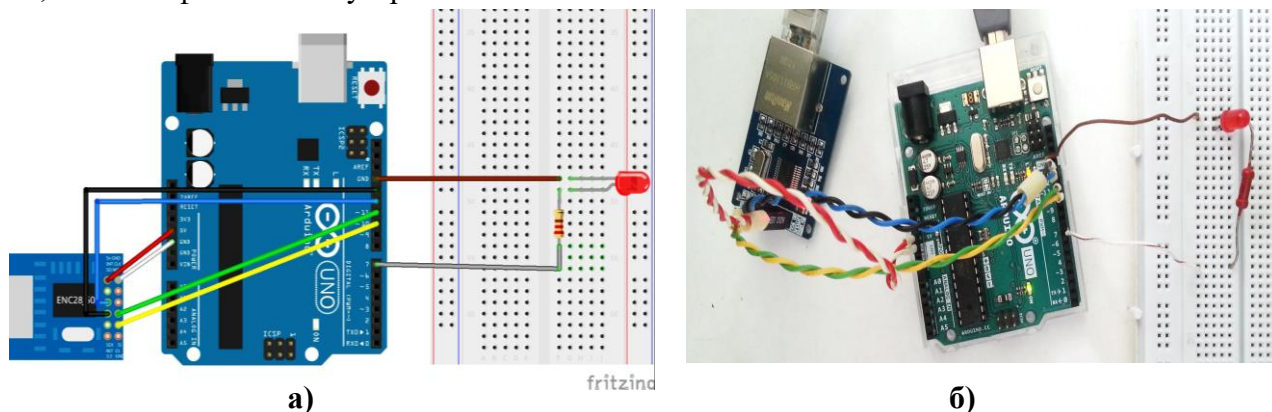
Разработка приложений на базе Arduino осуществляется в среде программирования Arduino IDE. Среда предназначена для написания, компиляции и загрузки пользовательских программ в память микроконтроллера, установленного на плате Arduino. Основой среды разработки является язык Processing/Wiring – это язык программирования C++, дополненный функциями управления вводом/выводом на контактах устройства. Если необходимо расширить функционал Arduino за счет добавления модулей расширения, следует загрузить и необходимое ПО. Например, для Ethernet-шилда это библиотека EtherCard. После загрузки библиотеки можно в целях тестирования воспользоваться набором готовых примеров.

Код этого скетча отличается от оригинала приветственной фразой: «Welcome to BAZAROV\_RUSTAM web-server's page» и отсутствием комментариев и операторов, присваивающих устройству стационарный IP-адрес. Полный путь к примеру: *Файл > Примеры > EtherCard > BackSoon*.

После компиляции программы в консоли IDE возникнет надпись: «Скетч использует... байт...» и появится исполняемый бинарный hex-файл (backSoon\_bazarov.ino.hex). Этот файл можно загрузить сразу на физический микроконтроллер или на его виртуальный аналог в программе Proteus (раздел 6). Но сначала создадим схему подключения элементов устройства в среде Fritzing.

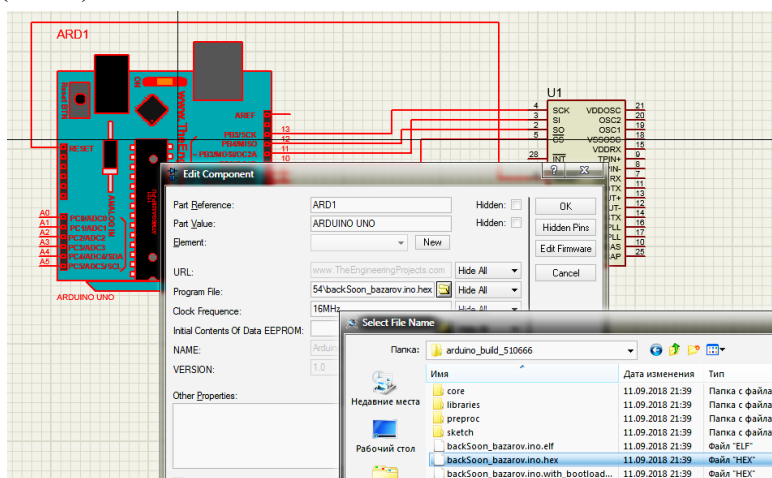
Среда разработки Fritzing - инструмент разработчика, предназначенный для прототипирования и создания программного кода на базе Arduino. С помощью Fritzing можно создать принципиальную схему устройства и оформить ее представление в виде соединения макетов элементов, разработать печатную плату. В отличие от других систем проектирования, у Fritzing простой интерфейс, который делает разработку электронных схем интуитивно ясной. На схеме рис.3а светодиод через резистор 240 Ом подключен анодом к 7-му цифровому

выводу, а катодом к «земле» (GND) платы Arduino. Цифровые контакты с 10 по 13-к Ethernet-шилду по интерфейсу SPI: SCK-13, SO-12, SI-11, CS-10. Питание шилд получает от Arduino (5V-5V, GND-GND). Следует иметь в виду, что Fritzing не симулятор, а среда сквозного проектирования, и имитировать работу электронной схемы не умеет, для тестирования использовали Proteus [11,12]. Фото самого устройства на рис.3б, соответствующее схеме подключения показанного на рис.3а. Цвета соединительных кабелей в Fritzing выбраны теми же, что и на физическом устройстве.



**Рис.3. а) схема подключения элементов устройства в среде Fritzing. б) подключение Ethernet shield к плате Arduino Uno и вывод на исполнительный механизм устройства.**

Proteus - виртуальная система моделирования и эмуляции работы электронных схем. Содержит компоненты анимации и микропроцессорных моделей для упрощения моделирования проектов, построенных на микроконтроллерах. Может имитировать работу как самого устройства, так и программного обеспечения, запущенного на микроконтроллере. Т.к. разработана только Windows-версия этой программы, то программу backSoon\_bazarov скомпилировали в Windows. Также как и во Fritzing-среде, создали схему подключения компонентов Arduino UNO и микросхемы ENC28j60. Процесс симуляции работы устройства запускается клавишей F12 (Панель управления > Debug > Run Simulation), но предварительно нужно указать полный путь к исполняемому файлу C:\\Temp\\arduino\_build\_510666\\backSoon\_bazarov.ino.hex в свойстве Program File виртуальной платы Arduino Uno (Рис.4)



**Рис.4. Загрузка скомпированного файла backSoon\_bazarov.ino.hex на виртуальное устройство в среде Proteus.**

На рис.5 показан результат моделирования работы схемы. В частности, виртуальная консоль (virtual terminal) с настройками сети, по которой можно узнать адрес устройства: 192.168.1.112, выдаваемого DHCP-сервером маршрутизатора. Пинг устройства в windows-



консоли (команда `ping 192.168.1.112 -t`) приведет к тому, что при ответе будет загораться светодиод D2 (светодиод D1 горит постоянно). Если в браузере набрать пингуемый адрес, то можно увидеть приветствие «Welcome to Bazarov\_Rustam web-server's page». На рисунке показано также окно среды Arduino IDE, с фрагментом загруженной на виртуальное устройство программы.

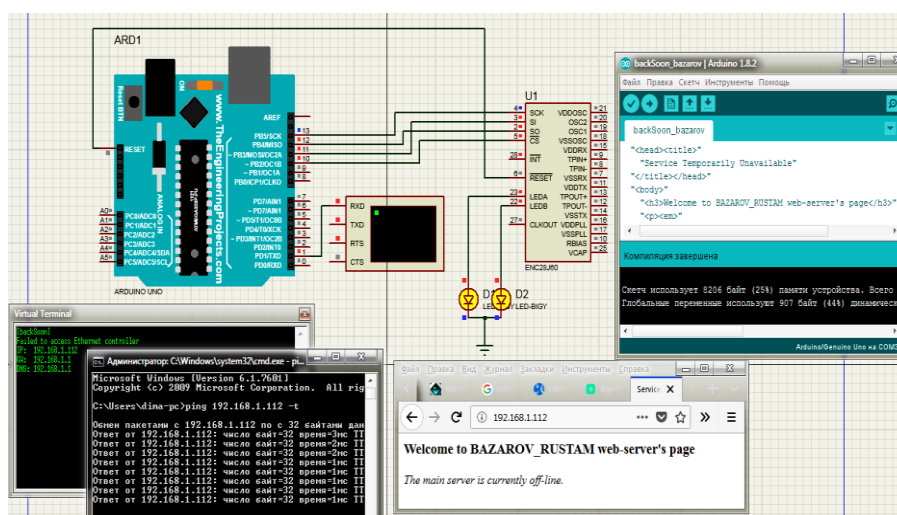


Рис.5. Симуляция работы простейшего веб-сервера на плате Arduino-UNO.

Таким образом, на Proteus'e протестирована возможность соединения платы Arduino UNO с модулем ENC28J60. Симулятор на виртуальном устройстве развернул простейший веб-сервер, который в дальнейшем можно будет использовать для управления процессом отбора грены по цвету и сбора статистических данных: числа грены, информации об ошибках и т. п.

На рис.6 представлен sketch\_may14a-исполнительная часть программы, загружаемая в микроконтроллер. Если для эмуляции работы устройства достаточно было получить исполняемый файл программы, то для ее загрузки в реальное устройство следует воспользоваться комбинацией CTRL+U.

Исходный текст программы взят из [13], приводить не будем, он ясно виден на рис. 6.

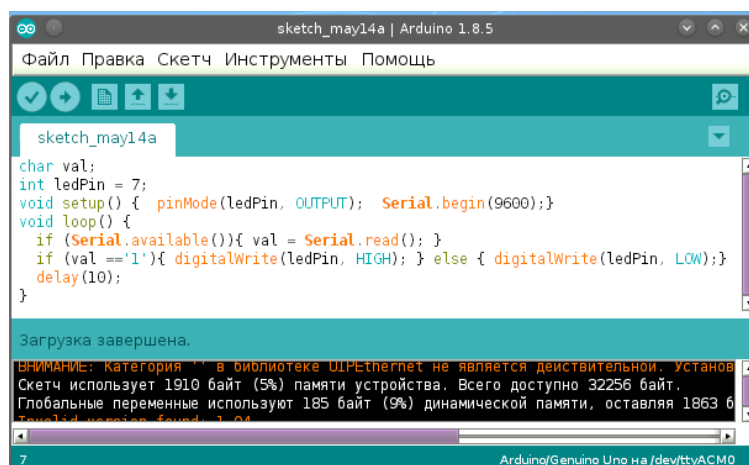


Рис. 6. Компиляция и загрузка программы на устройство Arduino.

Поскольку исполнительное устройство (светодиод) подключено к выводу 7 (рис.3), то и в программе глобальная переменная ledPin будет содержать номер этого контакта. Так как данные будут посылаться, чтобы «зажечь» светодиод, обозначим ledPin выходом с помощью оператора `pinMode (ledPin, OUTPUT)`. Далее задаем скорость передачи по последовательному порту: 9600 бод (символов в секунду). Наконец, в бесконечном цикле `loop()` анализируем поступающие на последовательный порт данные. При поступлении «1» подаем питание на

ledPin: digitalWrite(ledPin, HIGH) — светодиод горит. Если поступает нуль, то светодиод гаснет после вызова digitalWrite(ledPin, LOW); Задержка в 10мс даст человеческому глазу возможность оценить количество поступивших на устройство по последовательному порту единиц.

Чтобы придать действию осмысленный характер, написали программу, в которой при обнаружении очередной темной грены на стационарном изображении светодиоду посылается короткий импульс. Область исследований, занимающаяся подобными задачами, называется компьютерным зрением, которое позволит посчитать грены тутового шелкопряда.

В качестве среды разработки воспользовались Processing-3.3.7 [14], поскольку, во-первых, она легко интегрируется с Arduino IDE, что позволяет передавать сигналы на исполнительное устройство, а во-вторых, содержит библиотеку OpenCV (open source computer vision) готовых программ компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с исходным кодом.

Любая программа Processing содержит два метода (процедуры): setup() и draw(). Метод setup() выполняется один раз, устанавливая все начальные условия: размер окна апплета, начальные значения переменных и т. п. Метод draw() — основной цикл — выполняется непрерывно, пока открыто окно апплета (рис.7). Во всех программах Processing обновление экрана происходит после выполнения функции draw().

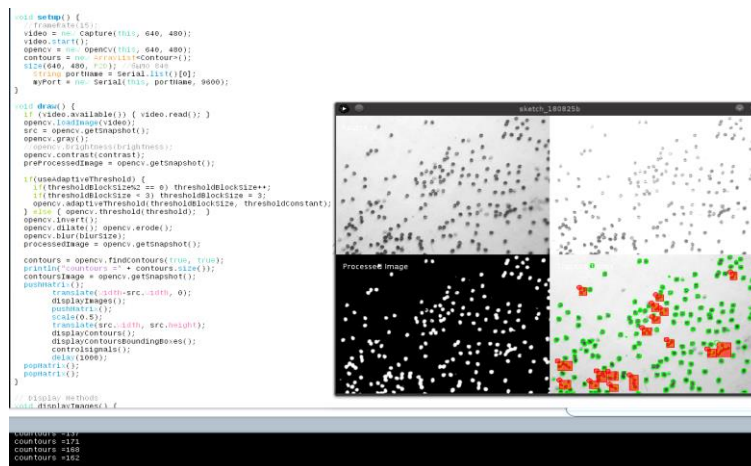


Рис. 7. Фрагмент программы определения числа грены темного цвета

На рис. 7 представлено исходное изображение, считываемое с камеры (Source), предобработанное (Preprocessed image), обработанное (Processed image) и с выделенными, подсчитываемыми фрагментами изображения (Tracked Points). Прототипом этой программы является пример из библиотеки OpenCV ImageFilteringWithBlobPersistence [15].

Опытным путем подобраны параметры: контрастность (Contrast), яркость (brightness), размер пятна (blurSize) и др., значения которых минимизируют ошибки в определении образа грены в потоке видеоданных. В пример включены библиотеки взаимодействия с последовательными устройствами processing.serial, определено имя последовательного порта и скорость передачи информации по нему. В функции draw - определяется и печатается в консоли число объектов, ограниченных контуром. Затем вызывается функция controlsignals, которая столько же раз включает светодиод, сколько грены было считано с изображения.

Ниже приведены отличия нашей программы от примера ImageFilteringWithBlobPersistence.

*//Параметры*

```
float contrast = 1.63; int brightness = 0; int threshold = 105; boolean useAdaptiveThreshold = true; int thresholdBlockSize = 142; int thresholdConstant = 61; int blobSizeThreshold = 20; int blurSize = 4; void setup () {
```

```
String portName = Serial.list()[0];  
myPort = new Serial(this, portName, 9600); }  
void draw() {  
  contours = opencv.findContours(true, true);  
  println ("countours =" + contours.size()); //Считаем количество грены и выдаем это  
число в консоль.  
  controlsignals();  
  delay(1000); }  
void controlsignals() {  
  for(int i=0; i<contours.size(); i++) { myPort.write('1'); myPort.write('0'); delay(200); }
```

**Выводы.** Таким образом, создан макет устройства определения цвета и числа грены тутового шелкопряда. На исполнительный механизм устройства подаются сигналы, число которых соответствует числу обнаруженных грен темного цвета на стационарном изображении. В дальнейшем планируется тестирование работы устройства определения цвета и числа грены на движущейся платформе.

### Reference

1. Strunnikov V.A. Ispolzovanie geneticheskix metodov v selektsii tutovogo shelkopryada. //Sb.nauch.tr.SANIISh, yubileyny vpusk. - Tashkent, Fan, 1971. – S.40-48.
2. Larkina Ye.A, Abdukayumova N. Perspektiv ispolzovaniya mechenx po polu na stadii gren porod mirovoy kolleksii tutovogo shelkopryada. //J. Molodoy ucheny. - Moskva, 2018, №50, ch1. – S.52
3. Ivanova, V.N. Seregin S.N. Pishhevaya promshlennost Rossii. Sovremennoe sostoyanie, problem, orientir budushchego razvitiya: ucheb. posobie / - M: Finans i statistika, 2013. - 568 s.
4. V.N. Ivanova, S.N. Seregin, Ye.A. Kulikova. Modernizatsiya otrasley pishchevoy promshlennosti v realizatsii programmnx meropriyatiy texnologicheskoy platform «Xranenie i pererabotka-2030» // Ekonomika selskoxozyaystvennx i pererabatvayushix predpriyatiy. - 2013. - № 5. - S. 15-20.
5. Gujjar, H.S. and Siddappa, D.M. (2013) A Method for Identification of Basmati Rice grain of India and Its Quality Using Pattern Classification. Vol. 3, Issue 1 edn. (Gujjar and Siddappa, 2013, pp. 268–273)
6. Kiruthika, R., Muruganand, S. and Periasamy, A. (2013) ‘MATCHING OF DIFFERENT RICE GRAINS USING DIGITAL IMAGE PROCESSING’, International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 2(2278 – 8875), pp. 2937–2941.
7. Myasnyankin K.V. Primenenie fotoseparatora dlya ochistki grechixi // Aktualne napravleniya nauchnx issledovaniy XXI veka. Teoriya i praktika: sb. nauchnx issledovaniy po materialam mejdunarodnoy zaочноy nauch.-prakt. konf. - Voronej : FGBOU VPO VgLtA, 2014. - № 3. - Ch. 4 (8-4). - S. 439-442.
8. Boehnke, K., Ottesteanu, M., Roebroek, P., Winkler, W. and Neddermeyer W. //Neural network based object recognition using color block matchin, Insbruck, Austria: (2007) pp. 122–125.
9. Arefi, A., Motlagh, A.M. and Teimourlou, R.F. //Wheat class identification using computer vision system and artificial neural networks. Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences. (Arefi, Motlagh, and Teimourlou, 2011, pp. 319–325)
10. Petin V.A. Arduino i Raspberry Pi v proektax Internet of Things. — S-Pb.: BXV-Peterburg, 2016.
11. EtherCard is an IPv4 driver for the ENC28J60 chip, compatible with Arduino IDE [Elektronny resurs] / - Rejim dostupa: ьь ь-
12. Proteus 8.6 Free Download [Elektronny resurs] / - Rejim dostupa: <https://proteus.soft112.com/>
13. Connecting Arduino to Processing a learn.sparkfun.com tutorial [Elektronny resurs] / - Rejim dostupa: 2\* 8 +
14. Sreda Processing. Download / Processing.org [Elektronny resurs] / - Rejim dostupa: <https://processing.org/download/>
15. Opencv-processing / ImageFilteringWithBlobPersistence.pde [Elektronny resurs] / - Rejim dostupa: <https://github.com/atduskgreg/opencv-processing/blob/master/examples/ImageFilteringWithBlobPersistence/ImageFilteringWithBlobPersistence.pde>.