

## Обоснование структуры и параметров опто-электронного устройства для определения параметров клубней картофеля в масштабе реального времени

Джахфер Алиханов, Русин Цонев, Жандос Шыныбай, Айдар Молдажанов,  
Акмарал Кулмахамбетова

*Rationale for the structure and parameters of the optical-electronic device to determine the parameters of potato tubers in real time: The substantiation of structure and parameters of the optical-electronic device to determine the geometrical parameters of potato tubers in real time*

**Keywords:** *optical-electronic device, potato tubers, shape factor, size and shapes, webcam, picture.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

При описании отличительных морфологических признаков клубня картофеля, в частности его формы, у гибридов и сортов в селекционной и семеноводческой работе, а также при оценке сортов на пригодность к промышленной переработке, проводится рутинная работа по измерению геометрических параметров длины, ширины и толщины клубня, глубины залегания глазков. Вместе с тем в селекционно-семеноводческой практике имеются определенные трудности, как по оценке морфологических признаков, так и по разделению семенного материала по форме клубня. Чаще всего пользуются глазомерной оценкой, которая дает лишь приближенный характер формы клубня. Для точной количественной характеристики размеров и формы клубня необходимо проводить замеры длины, ширины и толщины, требующие измерительные инструменты и затраты дополнительного времени. В результате проведенных исследований разработано и исследовано опто-электронное устройство для автоматизированного определения длины, ширины, площади и периметра изображения клубня в неподвижном состоянии [1]. В статье приводятся методика и результаты исследований по обоснованию структуры и параметров опто-электронного устройства для определения параметров клубней картофеля в масштабе реального времени.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Параметры клубней картофеля определяются по программе обработки информации разработанной в среде LabVIEW. Программа состоит из блока диаграммы и виртуального прибора, который выводится на монитор. По команде оператора на монитор выводится изображение клубня, значения длины, ширины, площади и периметра продольного сечения, а также значения коэффициентов формы клубня. Путем сравнения полученного значения площади продольного сечения с заданными граничными значениями изменения площади клубня в соответствии с сортовыми показателями осуществляется алгоритм разделения клубней на фракции по размерам. Аналогично путем сравнения значения коэффициента формы с допустимым диапазоном колебания значения коэффициента формы осуществляется отбраковка клубней несоответствующих по форме сортовым признакам. По результатам обработки информации на мониторе меняется цвет индикатора; зеленый – сортовой, красный – брак. Оператор вручную выбирает клубни, соответствующие требованиям стандарта. Время, затрачиваемое, оператором на обработку одного клубня составляет 2 секунды, что в пять раз быстрее по сравнению с ручным отбором клубней экспертом. Разработанное автоматизированное опто-электронное устройство предназначено

для определения размеров и формы клубней картофеля при проведении клубневого анализа и селекционной работы [1]. Для механизированного контроля сортовых признаков семенного материала в потоке необходимо разработать устройство, обеспечивающее реализации экспресс метода в режиме реального времени. Параметры оптико-электронного устройства для определения геометрических параметров клубней картофеля в режиме реального времени обоснованы на основе исследования технологического процесса реализованной в картофелесортировальной машине М-616. Картофель загружается в приемный бункер подающего транспортера и подается сортировку. На сортировке (сортирующих ситах) картофель очищается, посредством направляющих разделяется на фракции, которые направляются по секциям селекционного стола. Перемещаясь по секциям стола, клубни проходят через зону контроля камеры. Камеры захватывают и обрабатывают изображение клубня картофеля и передают полученные данные на персональный компьютер, в котором происходит дальнейшая обработка и анализ параметров изображения каждого клубня. Полученные в компьютере значения информативных признаков передаются в программируемый контроллер. Если клубень картофеля дефектный, то контроллер подает сигнал на соответствующий электромагнитный клапан, который открывает соответствующий исполнительный механизм и некондиционный клубень сбрасывается под машину на отводной лоток.

В результате проведенных исследований установлено, что технологический процесс сортировки клубней семенного картофеля на базе картофелесортировочной машины М-616 предусматривает разделение потока клубней на шесть, разделенных между собой рядов клубней. Следовательно, программа должна обеспечить параллельную обработку шести изображений и получение результатов о соответствии шести клубней сортовым признакам в масштабе реального времени. Для сокращения времени обработки информации были приняты ряд принципиально отличающихся от разработанной для стационарной системы обработки информации решений:

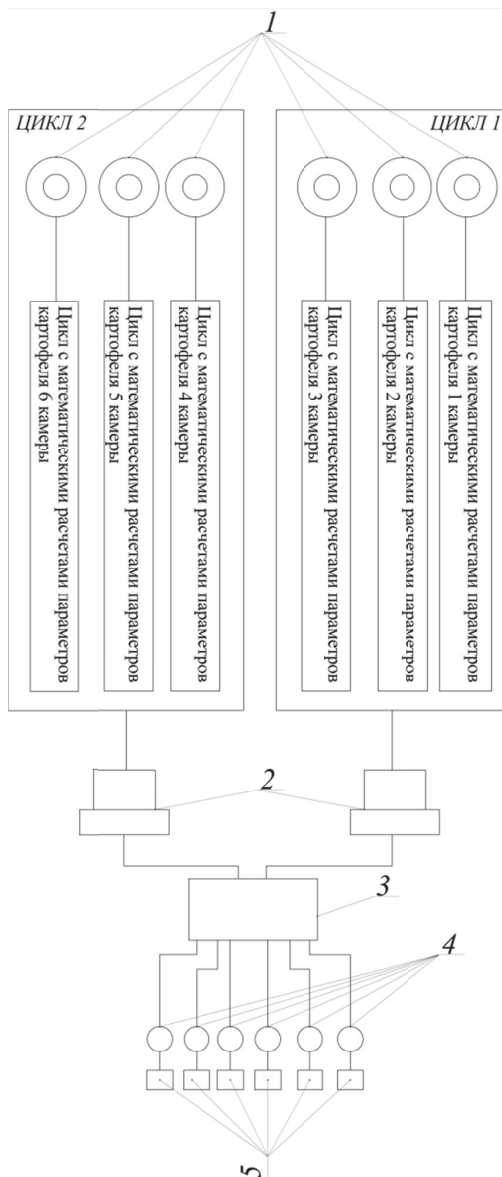
1. Камеры работают в потоковом режиме, вместо режима фотографирования.
2. Камеры выведены за цикл обработки информации.
3. Информация о параметрах клубня определяются в пикселях, вместо метрической системы.

С учетом принятых допущений разработано оптико-электронное устройство для определения показателей клубней картофеля в масштабе реального времени на базе программ LabVIEW .

Для приема и обработки информации от шести камер в рассматриваемом варианте реализации оптико-электронного устройства требуется два компьютера. В каждом компьютере устанавливается программное обеспечение LabVIEW с оригинальным программным кодом. К входам каждого компьютера подключены по три камеры. В основном цикле программы включаются три камеры с потоковым видео захватом. В свою очередь выходной сигнал от каждой камеры поступает на свой цикл, который уже находится в основном цикле. В данном цикле происходит определение геометрических параметров клубней картофеля: площадь, периметр, длина и ширина, а также производятся математические расчеты для вычисления текущих значений индекса формы и коэффициента формы. Полученные данные из циклов выводятся на контроллер, далее контроллер в зависимости от выходных параметров подает сигнал на исполнительные механизмы для автоматической отбраковки клубней неправильной формы. В программный код для технологической линии включены шесть камер в режиме потокового видео захвата. В схеме за основным циклом установлены шесть инициализаций камер и шесть библиотек потокового захвата видео. Для того чтобы, камеры успевали последовательно обрабатывать сигналы и в программном коде не происходил сбой, камеры

разделены на две группы, по три камеры в каждой группе. Камеры работают на два цикла. Три камеры работают синхронно с задержкой 50 мс, а другие три камеры работают с задержкой 100 мс.

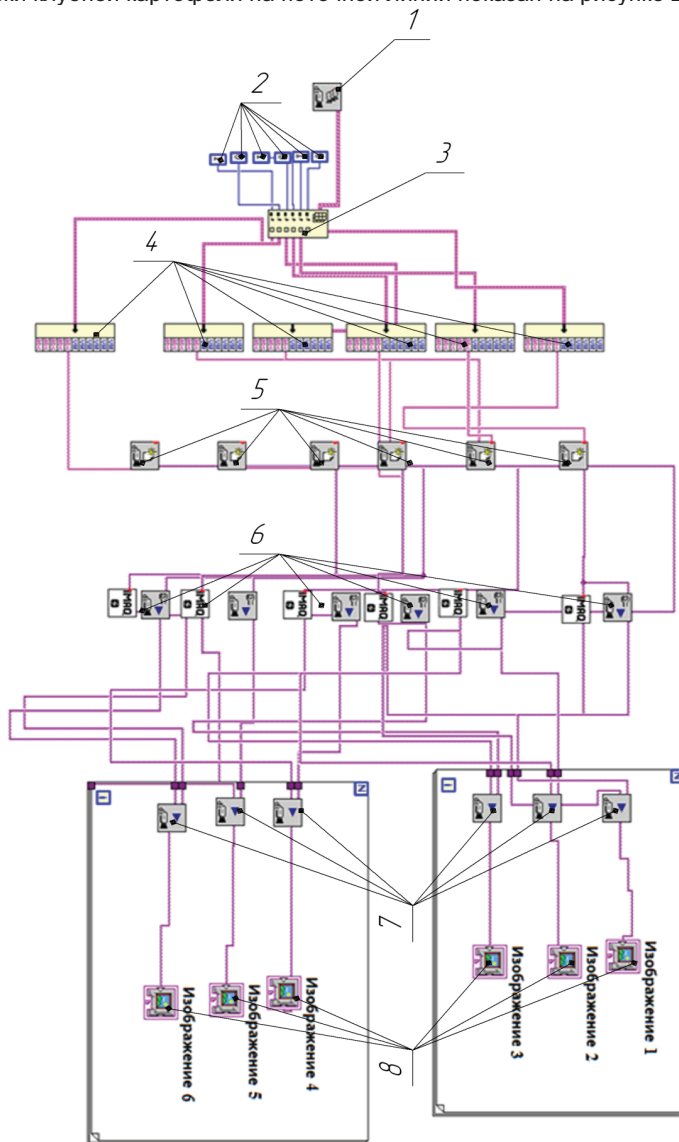
Структурная схема работы автоматизированного устройства приведена на рисунке 1.



- 1 – Камеры; 2 – Персональные компьютеры; 3 – Контроллер;  
4 – Пневмоклапаны; 5 – Исполнительные механизмы.

Рисунок 1 – Структурная схема работы автоматизированного устройства

Алгоритм работы программного обеспечения опико-электронного устройства для сортировки клубней картофеля на поточной линии показан на рисунке 2.



1 – Блок выбора камер; 2 – Порядковый номер камеры; 3 – Коммутатор; 4 – Распределительный блок; 5 – Инициализация камер; 6 – Библиотека настроек камер; 7 – Поточный захват видео; 8 – Вывод изображений.

Рисунок 2 – Алгоритм потокового видео захвата клубней картофеля

В технологической линии, где участие человека в управление процессом сводится к минимуму, интерфейс программы играет второстепенную роль, а основным технологическим параметром становится время обработки сигнала от входа камеры до выхода контроллера.

Интерфейс программы для работы в режиме реального времени представлен на рисунке 3.

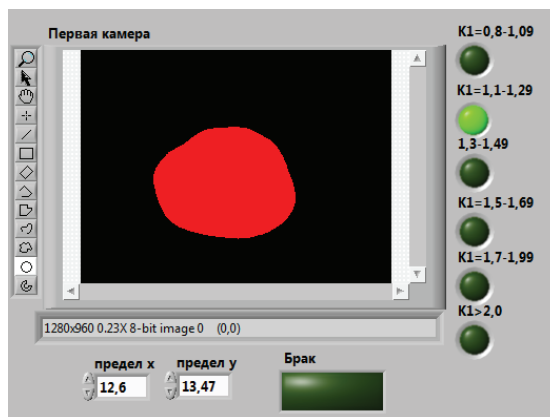


Рисунок 3 – Интерфейс программы для технологической линии

Для уменьшения времени обработки из интерфейса программы убраны индикаторы числовых геометрических параметров клубней картофеля, оставлены лишь индикаторы значений коэффициентов формы и индикатор брака.

Экспериментальные исследования проводились на клубнях картофеля сорта «Тамыр» в исследовательской лаборатории Казахского национального аграрного университета. На экспериментальном устройстве были определены длина, ширина, периметр и площадь каждого клубня с последующим вычислением значений коэффициента формы и сравнении его значение с допустимым диапазоном изменения формы клубней для сорта.

**Заключение.** Результаты исследований экспериментального оптико-электронного устройства определение параметров клубней картофеля в режиме реального времени показали, что сбоев в работе программного кода не происходит, USB контроллер третьего поколения успевает обрабатывать сигналы от трех камер одновременно и без сбоев. Для определения размеров и формы трех клубней картофеля затрачивается не более 210 мс.

Полученные результаты исследований подтверждают возможность использование оптико-электронного устройства в технологической линии для автоматического сортирования клубней картофеля по форме.

### Литература

[1] Alikhanov Dz., ShynybayZh., Daskalov P., Tsonev R. Express method and device for definition of potato tubers parameters // Bulgarian journal of agricultural science. – 2013. – vol. 19, №4. – P. 866-874.

**За контакти:**

Алиханов Джахфер Музаферович кандидат технических наук, доцент кафедры “Энергосбережения и автоматика”, КазНАУ, г. Алматы, Казахстан,  
раб. тел.: +7 (727) 264 53 78, моб. тел.: +7 777 315 65 98,  
E-mail:alikhhanov.d@list.ru

Русин Цонев доктор наук, доцент кафедры “Автоматика, информационная и управляющая техника”, Русенский университет имени “Ангел Кънчев”, г.Русе, Болгария  
тел.:082 888379  
E-mail:rtzonev@ru.acad.bg

Шыныбай Жандос Сапаргалиулы доктор Ph.D, КазНАУ, заведующий кафедрой “Энергосбережения и автоматика”г. Алматы, Казахстан,  
раб. тел.: +7 (727) 264 53 82, моб. тел.: +7 777 258 98 70,  
E-mail:jandos\_76@mail.ru

Молдажанов Айдар Кадыржанович магистр, КазНАУ, ассистент кафедры “Энергосбережения и автоматика”г. Алматы, Казахстан,  
раб. тел.: +7 (727) 264 53 78, моб. тел.: +7 771 576 01 57,  
E-mail:aidar-j@bk.ru

Кулмахамбетова Акмарал Токтаналиевна магистр, КазНАУ, ассистент кафедры “Энергосбережения и автоматика”г. Алматы, Казахстан,  
раб. тел.: +7 (727) 264 53 78, моб. тел.: +7 747 300 12 77,  
E-mail:akmaral.1990@bk.ru

**Докладът е рецензиран.**