

**Кілт сөздер:** сапаны бағалау, механикаландырылған жұмыстардың сапасы, мпшиналардың сенімділігі, қанағаттану коэффициенті, эксперименттік зерттеу әдістемесі, құрама агрегат, топырақты өңдеу.

**Р.М. Касимова<sup>1</sup>, М.Я. Михов<sup>2</sup>, А.С. Адильшеев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, [kassimova\\_rizvangul@mail.ru](mailto:kassimova_rizvangul@mail.ru)\*

<sup>2</sup>Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений «Н.Пушкаров», София, Болгария, [M.Mihov@abv.bg](mailto:M.Mihov@abv.bg)

<sup>3</sup>Научно-производственный центр агроинженерии, Алматы, Казахстан, [adanuar@mail.ru](mailto:adanuar@mail.ru)

## ПОКАЗАТЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КОМБИНИРОВАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

### **Аннотация.**

В данной статье рассматриваются показатели для оценки машин и качества механизированных работ, способствующие выбрать оптимальный вариант машин при нынешнем большом предложении на рынке.

Оценка сельскохозяйственного оборудования и машин представляет собой комплексное исследование, проводимое с целью установления его действительной стоимости в условиях свободного рынка. В условиях рыночной экономики выросли требования к качеству сельскохозяйственной техники, и поэтому необходимо обоснование (уточнение) новой номенклатуры оценочных показателей и их характеристик (весомость, значимость) и на этой основе построение показателя комплексной оценки эффективности функционирования.

Научная новизна исследований заключается в разработке методики для определения общего коэффициента удовлетворенности машин и оценки качества выполнения технологических операций.

В результате исследования были обоснованы элементы методики экспериментального исследования общего коэффициента удовлетворенности машин и оценки качества выполнения технологических операций для комбинированного агрегата по улучшению пастбищ и сенокосных угодий.

**Ключевые слова:** оценка качества, качество механизированных работ, надежность машин, коэффициент удовлетворенности, методология экспериментального исследования, комбинированный агрегат, обработка почвы.

МРНТИ 68.85.85  
УДК 631.171

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2021/11>

*А.Н. Нуртулеуов, А.К. Молдажанов, А.Т. Кулмахамбетова\*, Д.А. Зинченко*

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: [alish.nur.99@mail.ru](mailto:alish.nur.99@mail.ru)*

## ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ЯБЛОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

### *Аннотация.*

В статье рассмотрены обоснование методов и алгоритмов определения показателей качества яблок с использованием машинного зрения для дальнейшей сортировкой их на

категории. Основными показателями качества согласно стандартам является его внешний вид (окрас), размер (величина), вес и форма.

Для исследования работоспособности алгоритма и программы получения и обработки изображения, а также вычисления его характерных признаков оценки показателей качества разработана и изготовлена экспериментальная автоматизированная установка (АУ), основными компонентами которой являются оптическая камера, тензометрический датчик и микрокомпьютер Raspberry Pi4 на основе которого была создана эта установка.

В результате исследований было установлено, что наиболее современным и актуальным решением является определение основных стандартов качеств с помощью автоматизации процесса сортировки с использованием оптико-электронных методов, а именно с использованием средств машинного зрения.

Результаты статистической обработки показали, что значения диаметров при ручном измерении и измерении на АУ незначительно отличаются, значения массы яблок при ручном взвешивании на весах и измеренные на АУ автоматизированным методом практически совпадают, относительная ошибка не превышает 0,8 %. Большим преимуществом использование машинного зрения при определении показателей качества яблок, является то, что есть более точная возможность определять долю окраса яблок, а данный показатель является одним из важнейших показателей качества, который влияет на продажную стоимость.

***Ключевые слова:** яблоко, алгоритм, программа, эксперимент, показатели, статистика, автоматизация, установка, машинное зрение, захватывающее устройство.*

### **Введение.**

Качество плодов яблони поступающие на прилавки магазинов и экспортируемые в различные страны во многом зависит от методов, используемых для их сортировки и упаковки. Послеуборочный осмотр плодов яблони необходим для предотвращения их гниению в будущем при хранении. Когда это делается вручную, трудно обеспечить качественный отбор согласно стандарту бездефектных яблок. [7]

Для обеспечения соблюдения этих стандартов используются различные автоматические классификационные машины. Особенно плоды яблони, собираемые на крупных хозяйствах с большим объемом, для повышения их экономической ценности, должны сортироваться с использованием автоматических машин, так как данные машины позволяют повысить производительность и качество сортируемой продукции, при этом снизить стоимость затрачиваемой сортировки. Плоды яблони, в частности, имеют очень широкий ассортимент сортов. Поэтому яблоки разного цвета и размеров должны быть классифицированы, чтобы продаваться на рынке как продукт более высокого качества. [9]

Качество яблок определяется в зависимости от цвета, веса, размеров и их дефектов. В настоящее время, для сортировки яблок по данным параметрам, используются механические яблоко сортировочные машины, на которые устанавливаются сетки-сито различных размеров и механическим путем яблоки по размерам остаются на различных сетках, классификация по цвету производится органолептическим методом, то есть оператор-лаборант осматривает отсортированные яблоки визуально и отбирает дефектные по цвету плоды. Используемый механический способ имеет ряд недостатков, во первых большую металлоемкость конструкции и тем самым увеличенные габариты, во-вторых данный способ не позволяет в автоматическом режиме разделять плоды по цвету и дефектам.

На смену, механическим машинам, все чаще приходит автоматическая сортировка с использованием систем технического зрения. Идентификация дефектов в системах технического зрения, осуществляется с использованием цветовой и другой морфологической информации о яблоке с использованием системы машинного зрения. Проверка продукции в пищевой промышленности является общей потребностью, которая включает проверку качества, устранение дефектов, контроль технологического процесса и сортировку пищевых продуктов. Визуальный осмотр плодов достигается путем определения внешних признаков,



наибольшему поперечному диаметру, разница в диаметре плодов в одной и той же упаковке не должна превышать:

- 5 мм для яблок высшего, первого и второго сортов, уложенных в упаковку рядами и слоями [для яблок помологических сортов Bramley's Seedley (Bramley, Triomphe de Kiel) и Horneburger разница в наибольшем поперечном диаметре может быть до 10 мм];

- 10 мм для яблок первого сорта, уложенных насыпью в упаковку или в потребительской упаковочной единице [для яблок помологических сортов Bramley's Seedley (Bramley, Triomphe de Kiel) и Horneburger разница в диаметре может быть до 20 мм]. [6]

Допускаемые отклонения по массе плодов приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Допускаемые отклонения по массе плодов яблок**

Масса плодов, г	Допускаемые отклонения, г
Для яблок всех товарных сортов, уложенных в упаковку рядами и слоями	
Св. 70,0 до 90,0 включ.	15,0
Св. 90,0 до 135,0 включ.	20,0
Св. 135,0 до 200,0 включ.	30,0
Св. 200,0 до 300,0 включ.	40,0
Св. 300,0	50,0
Для яблок первого сорта, уложенных насыпью в упаковку или в единичную потребительскую упаковку*	
Св. 70,0 до 135,0 включ.	35,0
Св. 135,0 до 300,0 включ.	70,0
Св. 300,0	100,0

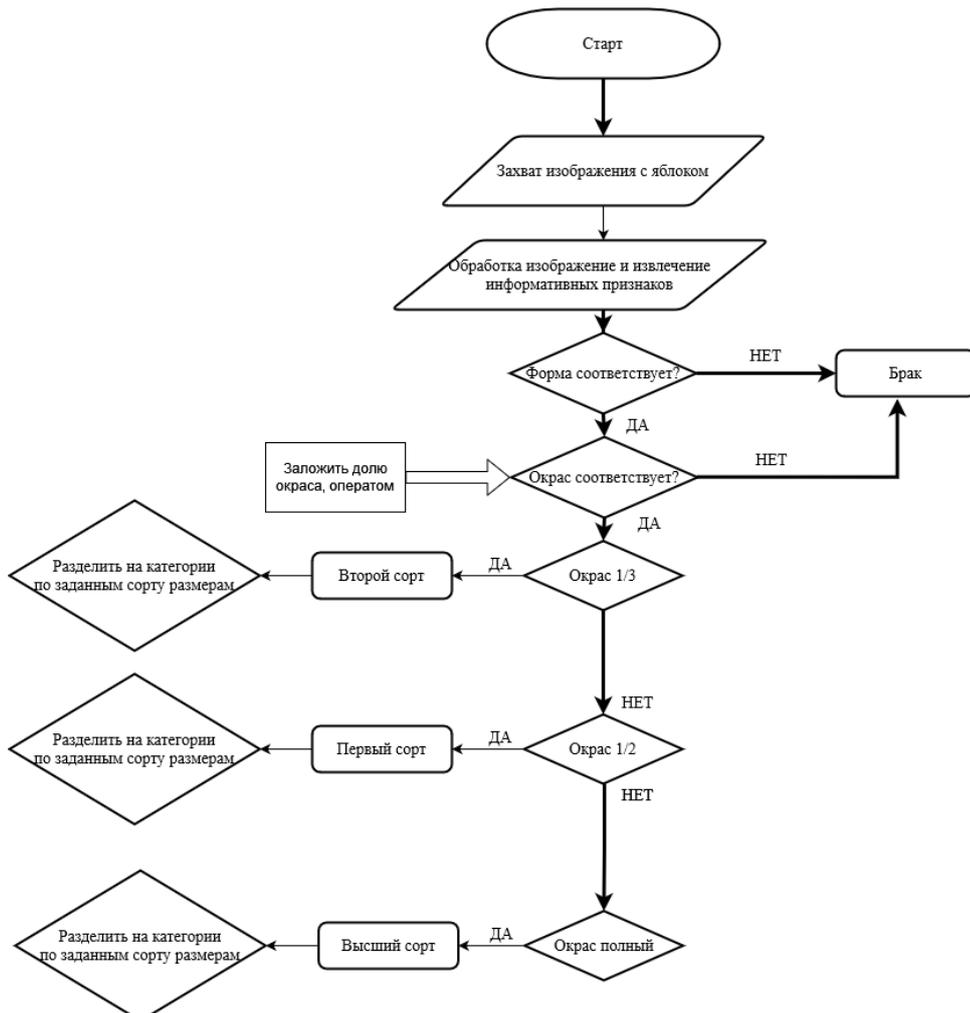
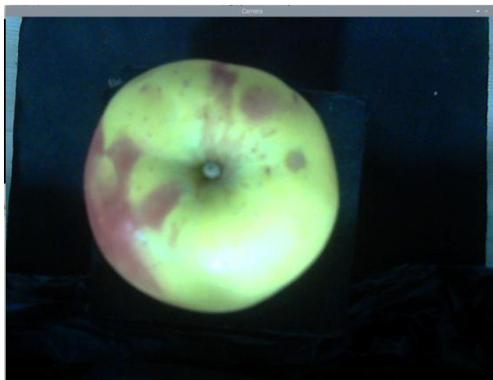


Рисунок 3 - Блок схема программы для определения показателей качества яблок

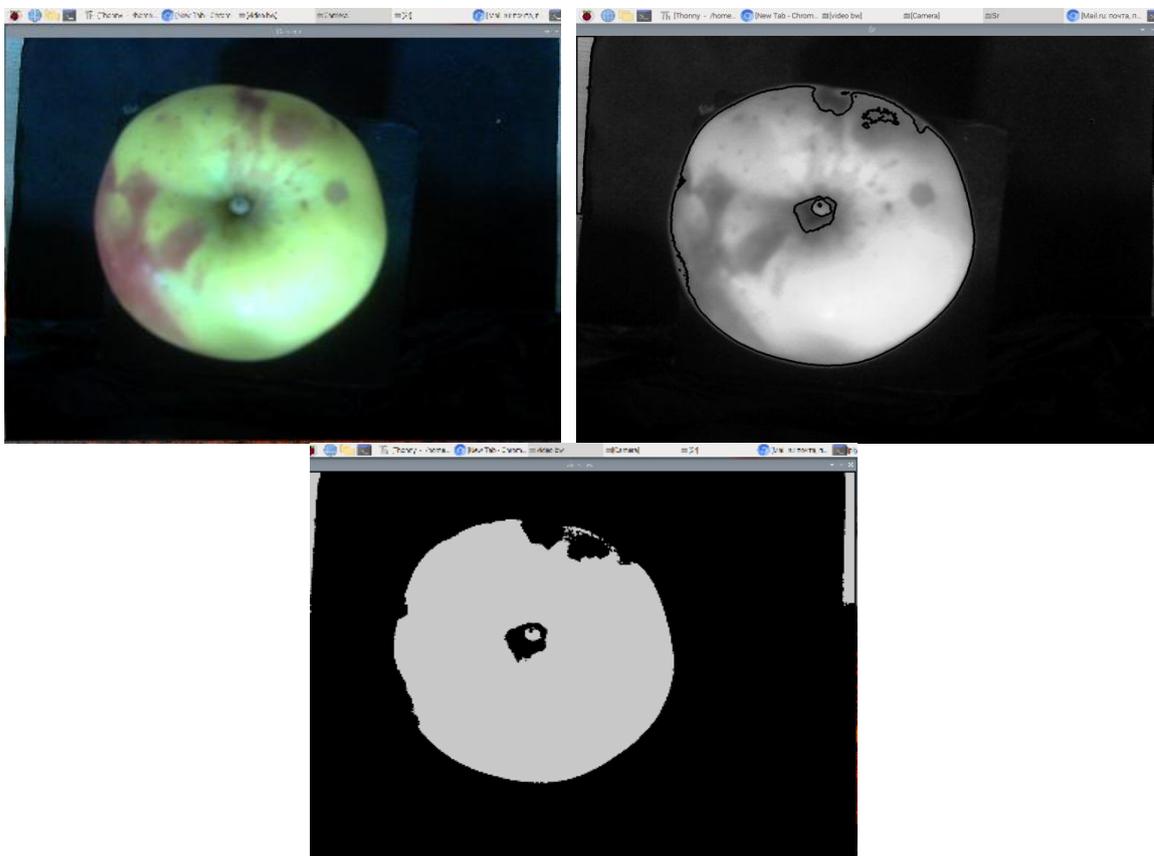
Таким образом, разрабатываемый метод сортировки яблок с использованием машинного зрения должен позволять определять форму, размер и массу, а также цветность яблок. Для предлагаемого метода, разработана специальная программа, написанная на языке Python с использованием библиотеки OpenCV, блок схема работы программы показана на рисунке 3.[4,5,10]

Суть работы программы заключается в следующем, на первом этапе производится захват изображения с яблоком, рисунок 4.



**Рисунок 4** – Захват изображения с яблоком, в разработанной программе

После чего для определения программой яблока, его необходимо отделить от фона, то есть сегментировать. Для этого изображение с яблоком переводится в оттенки серого цвета, а потом в черно-белое (бинарное изображение), далее производится определения границ черного (фона) и границ белого цвета (яблоко), тем самым определяется контур яблока, рисунок 5 [1].



**Рисунок 5** – Сегментация изображения с яблоком в программе

Далее уже математически определяются длина (D), ширина (d) контура с яблоком, а также площадь (S) и периметр (L) контура с яблоком. Помимо этого, определяются контуры цвета на яблоке (S1, S2 .... Sn).

После чего определяется форма яблока If, согласно формуле:

$$If = \frac{d}{D} * 100\% \quad (1)$$

где, If – индекс формы яблока.

Согласно исследованиям, индекс формы считается округлым в диапазоне 50-78%, то что выше считается неправильной формы с о смещенным центром масс.

Учеными КазНАИУ установлена формула регрессионной модели для определения массы косвенным путем, через площадь изображения объекта, так как корреляция между площадью изображения объекта и массой объекта составляет 0,96 [ссылка на статью с ИФ]

$$m = 0,0399 * S - 15,166 \quad (2)$$

где, m – масса яблока, S- площадь изображения с яблоком

Определения окраса яблок производится из соотношения площади сегмента каждого цвета к общей площади изображения с объектом

$$O = S_n / S \quad (3)$$

где, O- степень окраса, S- площадь изображения с яблоком, Sn- площадь сегмента цвета на изображении с яблоком.

#### **Результаты и обсуждение.**

Для исследования предложенного метода определения качества и сортировки яблок с использованием машинного зрения, проведены экспериментальные исследования. Исследования проводились двумя способами, традиционным и на автоматизированной установки с установленной программой. Для исследования взяты 100 яблок различного окраса, формы и массы [8].

Традиционный способ определения массы яблок заключается в измерении яблока с использованием электронных весов, рисунок 6.



**Рисунок 6** – Определение веса яблок

Размеры яблок определялись штангенциркулем пример которого показан на рисунке 7.



Рисунок 7 – Определение размера яблок

Окрас визуально с использованием, распечатанным на цветном принтере колориметре, рисунок 8.

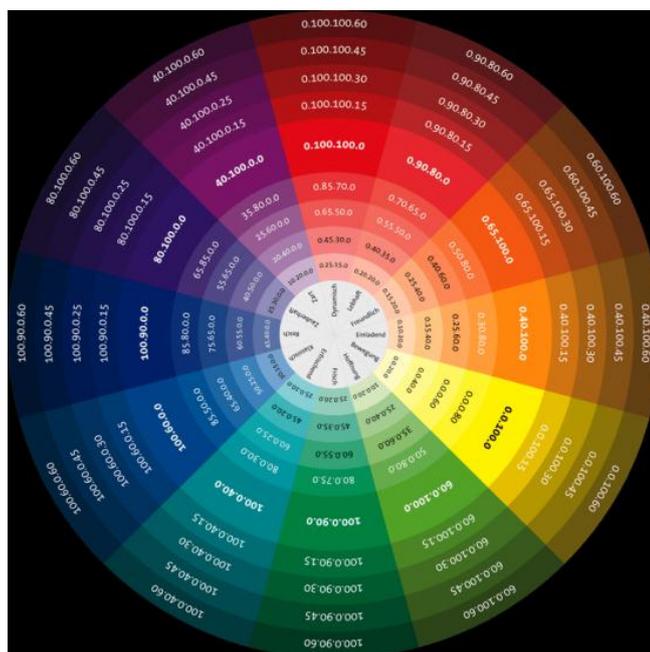


Рисунок 8 – Колориметр распечатанный

Все параметры записывались в ручную на лист А4.

Второй этап заключался в измерении этих же показателей на автоматизированной установке [2].

Автоматизированная установка состоит из рабочей поверхности (1), объекта исследования – плод яблока (2), захватывающее устройство (веб камера) (3) и персональный компьютер с разработанной программой (4), рисунок 9.

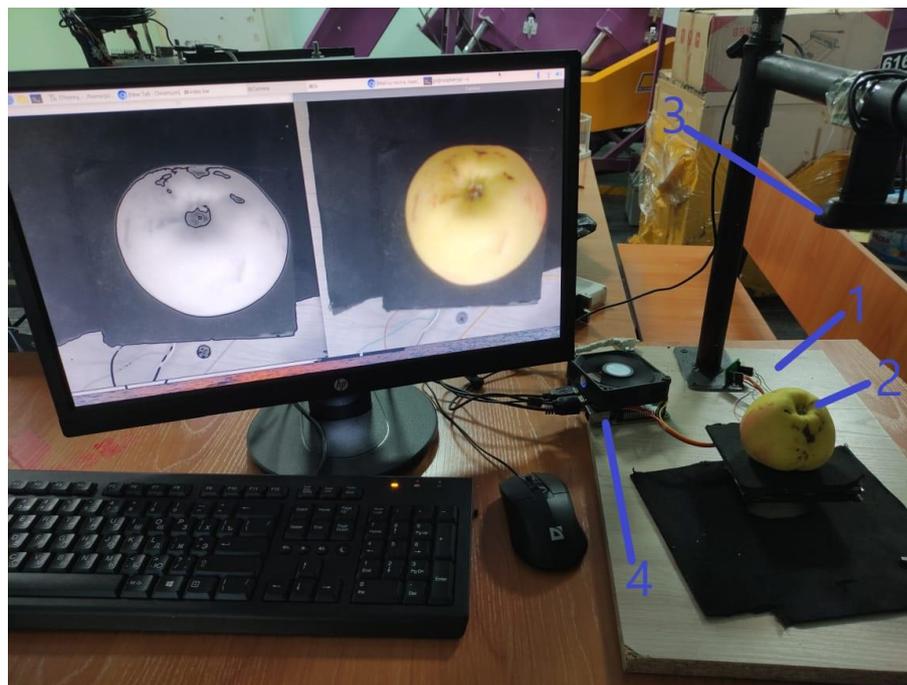


Рисунок 9 – Автоматизированная установка

Для плодов на автоматизированной ОЭУ определяются окрас, масса, размеры, и форма. Полученные результаты экспериментальных исследований сведены в таблицы.

После чего проведена статистическая обработка данных результаты которой показаны в таблице 2.

Таблица 2

**Обобщённые данные статистической обработки результатов экспериментальных исследований**

Наименование	Средние значения									
	N	M	D	d	H	S	P	V	$\rho$	If
ед. изм.	шт.	гр.	мм	мм	мм	мм <sup>2</sup>	мм	см <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>	%
Ср. зн , Трад. метод	100	161,9	73,98	70,83	61,67	-	-	-	0,159	95,74
Ср. зн , Метод МЗ	100	162,6	73,01	70,45	60,51	5199,0 42	288, 44	314,59	0,167	96,12
Ср. зн , , $\Delta$ погр.	100	1,3	0,87	0,38	1,16	-	-	-	0,008	0,38
Ср. зн , , $\delta$ погр. %	100	0,8	1,3	0,5	1,88	-	-	-	0,282	0,39

*Ср.зн -среднее значение;  $\Delta$  погр. – абсолютная погрешность между значениями параметров измеренными ручным методом и методом машинного зрения (МЗ);  $\delta$  погр. – относительная погрешность. %;*

Для наглядности построены графики расхождения измерения массы яблок между измеренных вручную и измеренными с использованием машинного зрения, рисунок 10.



**Рисунок 10** – График распределения масс для яблок

Сравнительный анализ данных, приведенных на диаграмме (рисунок 10), показывает, что результаты определения массы яблок на весах ручным методом и автоматизированным методом практически совпадают. Среднее значения абсолютной погрешности составляет 1,3 гр. Максимальное значение абсолютной погрешности не более 3,5 гр.

Результаты статистической обработки результатов экспериментальных исследований показывают, что средние значения параметров яиц измеренные ручными инструментами по существующей методике и средние значения параметров яиц измеренные на автоматизированной АУ по разработанной компьютерной программе отличаются незначительно, относительная погрешность не превышает два процента.

#### **Выводы.**

1. Экспериментальные исследования массы и геометрических параметров, проведенные на большом количестве яблок (100 шт.) двумя методами, показали, что результаты, полученные при помощи автоматизированной установки по разработанному алгоритму на языке программирования Python схожи с результатами, полученными традиционным методом с использованием ручных измерительных инструментов.

2. Предлагаемый оптико-электронный метод позволяет определить не только показатели качества плода, указанные в стандарте, а также другие параметры, такие как диаметр яблок, площадь и периметр продольного сечения, объем, что дает более объективную оценку качеству плода.

3. Сравнительный анализ сведений полученных традиционным методом с данными полученными при помощи автоматизированной установки показали: результаты определения массы фрукта на весах ручным методом и автоматизированным методом при помощи тензометрического датчика совпадают, с погрешностью 0,8%; значения диаметров при ручном измерении и измерении на АУ незначительно отличаются; значение при ручном измерении диаметров и определенный на АУ автоматизированным методом также незначительно отличаются.

4. Сравнение графиков распределения значений объема, площади повторяют график распределения массы плода, что свидетельствует о тесной корреляционной связи между этими параметрами.

#### **Благодарность.**

Исследования были проведены с использованием технических средств приобретенных и оборудованных по программе 217 «Развитие науки» подпрограмма 102 «Грантовое

финансирование научных исследований» ИРН АР08052348 «Разработка многофункциональной машины для неразрушающего контроля показателей качества и автоматической сортировки яиц на категории с элементами интеллекта» при грантового финансирования МОН РК на 2020-2022 год под руководством Молдажанова А.К.

### Список литературы

1. «An indirect approach for egg weight sorting using image processing» Alikhanov, J., Penchev, S.M., Georgieva, T.D., Moldazhanov, A., Shynybay, Z., Daskalov, P.I. - Источник: Scopus.
2. «Результаты исследований автоматизированной установки для определения показателей качества яиц» - Алиханов Д.М., Молдажанов А.К., Кулмахамбетова А.Т., Шыныбай Ж.С. - Алматы, 2019. Источник - Изденістер, № 2 исследования, нәтижелер 2019 результаты.
3. ГОСТ 34314-2017 Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия.
4. [https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial\\_py\\_thresholding.html](https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html)
5. <https://robotclass.ru/tutorials/opencv-python-find-contours/>
6. ГОСТ 27572-2017 Яблоки свежие для промышленной переработки.
7. Adel A. Kader, Sonya Rosa Rolle, 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. FAO Agricultural Services Bulletin no.152.
8. Cășăndroiu T., 1998. Processes and machinery for sorting potatoes, fruit and vegetables. PAIDEIA Publishing, Bucharest.
9. Gheorghe A., 1979. Maintaining the quality of fresh fruits and vegetables. Ed.Tehnica, Bucharest. Э.
10. Калинин В., Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение. Изд: Питер. С- 576, ISBN 978-5-4461-0914-2, 978-5-496 -03068-748

### References

1. «An indirect approach for egg weight sorting using image processing» Alikhanov, J., Penchev, S.M., Georgieva, T.D., Moldazhanov, A., Shynybay, Z., Daskalov, P.I. - Источник: Scopus.
2. Rezultaty issledovaniy avtomatizirovannoj ustanovkidlya opredeleniya pokazatelej kachestva yaic» - Alixanov D.M.,Moldazhanov A.K., Kulmaxambetova A.T., Shynybaj Zh.S. – Алматы – 2019 Istochnik: Izdenister 2 issledovaniya natizheler 2019 rezultaty.
3. GOST 34314-2017 yabloki svezhie realizuemye v roznichnoj torgovle texnicheskie usloviya
4. [https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial\\_py\\_thresholding.html](https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html)
5. <https://robotclass.ru/tutorials/opencv-python-find-contours/>
6. GOST 27572-2017 Yabloki svezhie dlya promyshlennoj pererabotki.
7. Adel A. Kader, Sonya Rosa Rolle, 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. FAO Agricultural Services Bulletin no.152.
8. Cășăndroiu T., 1998. Processes and machinery for sorting potatoes, fruit and vegetables. PAIDEIA Publishing, Bucharest.
9. Gheorghe A., 1979. Maintaining the quality of fresh fruits and vegetables. Ed.Tehnica, Bucharest. Э.
10. Kalinin V., Python dlya slozhnykh zadach. Nauka o dannyx i mashinnoe obuchenie. Izd: Piter. S- 576, ISBN 978-5-4461-0914-2, 978-5-496 -03068-748

*А.Н. Нуртулеуов, А.К. Молдажанов, А.Т. Кулмахамбетова\*, Д.А. Зинченко  
Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан  
Республикасы, e-mail: [alish.nur.99@mail.ru](mailto:alish.nur.99@mail.ru)\**

## МАШИНАЛЫҚ КӨРУДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АЛМА ЖЕМІСТЕРІНІҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІН АНЫҚТАУ ӘДІСІНІҢ НЕГІЗДЕМЕСІ

### Аңдатпа.

Мақалада алманың сапа көрсеткіштерін анықтау әдістері мен алгоритмдерінің негіздемесімен, оларды әрі қарайта санаттарға сұрыптау үшін машиналық көруді қолдану қарастырылған. Стандарттарға сәйкес сапаның негізгі көрсеткіштері оның сыртқы түрі (түсі), көлемі (мөлшері), салмағы мен пішіні болып табылады.

Суретті алу және өңдеу алгоритмі мен бағдарламасының жұмысқа қабілеттілігін зерттеу, сондай-ақ оның сапа көрсеткіштерін бағалауға тән белгілерін есептеу үшін эксперименттік автоматтандырылған қондырғы (АҚ) әзірленді және дайындалды, оның негізгі компоненттері оптикалық камера, тензометриялық датчик және Raspberry Pi4 микрокомпьютері болып табылады, және осының негізінде осы қондырғы құрылды.

Зерттеулер нәтижесінде сапаның негізгі стандарттарын анықтау ең заманауи және өзекті шешімі, ол оптикалық-электронды әдістері арқылы сұрыптау процесін автоматтандыру болып табылатыны анықталды, атап айтқанда машиналық көру құралдарын қолдана отырып.

Статистикалық өңдеу нәтижелері қолмен өлшеу және АҚ-да өлшеу кезінде диаметрлердің мәні аздап ерекшеленетінін, таразыда қолмен өлшеу кезінде алма массасының мәні және автоматтандырылған әдіспен АҚ-да өлшенген шамалар іс жүзінде сәйкес келетінін, салыстырмалы қателік 0,8% - дан аспайтынын көрсетті. Алманың сапа көрсеткіштерін анықтауда машиналық көруді қолданудың үлкен артықшылығы-алманың түс үлесін анықтауға нақты мүмкіндігі бар және бұл көрсеткіш сату құнына әсер ететін маңызды сапа көрсеткіштерінің бірі болып табылады.

**Кілт сөздер:** алма, алгоритм, бағдарлама, эксперимент, көрсеткіштер, статистика, автоматтандыру, орнату, машиналық көру, түсіру құрылғысы.

*A.N. Nurtuleuov, A.K. Moldazhanov, A.T. Kulmakhambetova\*, D.A. Zinchenko  
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: [alish.nur.99@mail.ru](mailto:alish.nur.99@mail.ru)\**

## SUBSTANTIATION OF THE METHOD FOR DETERMINING THE QUALITY INDICATORS OF APPLE FRUITS USING MACHINE VISION

### Abstract.

The article discusses the justification of methods and algorithms for determining the quality indicators of apples using machine vision for further sorting them into categories. The main quality indicators according to the standards are its appearance (color), size (magnitude), weight and shape.

To study the operability of the algorithm and the program for obtaining and processing images, as well as calculating its characteristic features for evaluating quality indicators, an experimental automated installation (AU) was developed and manufactured, the main components of which are an optical camera, a strain gauge sensor and a Raspberry Pi4 microcomputer on the basis of which this installation was created.

As a result of the research, it was found that the most modern and relevant solution is to determine the basic quality standards by automating the sorting process using optoelectronic methods, namely using machine vision tools.

The results of statistical processing showed that the values of the diameters during manual measurement and measurement on the AU slightly differ, the values of the mass of apples during manual weighing on the scales and measured on the AU by an automated method practically coincide, the relative error does not exceed 0.8%. The great advantage of using machine vision in determining the quality indicators of apples is that there is a more accurate way to determine the

proportion of the color of apples, and this indicator is one of the most important quality indicators that affects the selling value.

**Key words:** apple, algorithm, program, experiment, indicators, statistics, automation, installation, machine vision, exciting device.

GTAMP 68.01.11  
ЭОЖ 631.171

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2021/12>

*Н.К. Толунбеков\*, Қ. Қалым, С.Б. Бекбосынов*

*«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан  
[nurlan.tolunbekov@kaznaru.edu.kz](mailto:nurlan.tolunbekov@kaznaru.edu.kz)\**

## **ФЕРМЕРЛІК ШАРУА ҚОЖАЛЫҒЫНДА МАЛАЗЫҒЫН ДАЙЫНДАУДЫҢ МӘСЕЛЕСІ ТУРАЛЫ**

*Аңдатпа.*

Қазіргі уақытта Қазақстанда мал шаруашылығы саласы кең дамуда, өйткені ірі қара, шошқа және қойдың барлық дерлік мал басы ұсақ шаруа қожалықтарында орналасқан. Мал шаруашылығын көтерудің және халықтың өз өндірісінің мал шаруашылығы өнімдеріне, өнеркәсіптің шикізатқа деген қажеттіліктерін және халықтың азық-түлікке деген сұранысын шаруа қожалықтары айтарлықтай қанағаттандыра алмайды [1]. Өйткені шаруа қожалықтары мал азығын дайындайтын заманауи дамып келе жатқан озық машиналар мен жабдықтарды қаржы мәселесіне байланысты ала алмай отыр.

Мал шаруашылығы саласын қарқындату, кешенді мамандандыру, жоғарыда аталған мәселені шешудегі көптеген маңызды мәселелердің бірі ретінде біздің елімізде мал шаруашылығы өнімдерін өндірудің, қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында мал шаруашылығы фермаларының көп саны жұмыс істейді, «қайта құруға дейінгі» дәуір кезеңіндегі фермалардың жоғары өндірістік қуаттарын қалпына келтіру бойынша белсенді жұмыс жүргізілуде.

Мал шаруашылығы өнімінің артуы, өнім бірлігіне шаққандағы жем-шөп пен еңбек құнының төмендеуін азықты ұтымды пайдаланусыз елестету мүмкін емес. Өнімнің өзіндік құны жалпы шығындардың 55-70% құрайды. Мал азығын жай ғана азықтандыру емес, оларды барынша тиімді пайдалану малдың шағын тобының өнімділігі мен физиологиялық жағдайын ескере отырып, қоректілігі теңдестірілген азық қоспасын малды азықтандырушыға бергенде ғана мүмкін болады [9]. Осы мәселеден кейін мал шаруашылығын қайтадан құру немесе жаңадан жобалау қажеттілігі туындайды. Осындай мәселелердің шешімі ретінде ферманы жан-жақты механикаландыру, малазығын дайындайтын тасқынды-технологиялық желі мен азық таратуды жобалау және пайдалану, машиналардың заманауи технологияларын қолдану арқылы мәселені шешу көзделіп отыр.

**Кілт сөздер:** *механикаландыру, жобалау, мал шаруашылығы, тасқынды-технологиялық желі, малазығын тарату, азықтандырушы, ферма, теңдестірілген азық.*

### **Кіріспе.**

Мал шаруашылығын механикаландыру саласының тиімділігі шағын, бірақ айтарлықтай сенімді қадамдармен артып келеді. Сондай-ақ ғылым мен техниканың жаңа жетістіктерін енгізу мақсатында жұмыс істеп тұрған фермаларды қайта құру жөнінде үлкен жұмыс жүзеге асырылуда. Мал шаруашылығы өнімдерін өндіру және олардың сапасын жақсартып, шығынды азайтуда өндірістік процестерді механикаландыру және жобалаудың рөлі зор [8].