

системах управления точными агротехнологиями / в сб. Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – СПб.: СПбГАУ. – 2013. – С. 77–80.

5. Немцев И.С., Теплинский О.И. Универсальное цифровое устройство контроля дозирующих систем машин химизации // в сб.: Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – СПб.: СПбГАУ, 2022. – С. 208–211.

6. Теплинский И.З. Контроль и управление мобильными машинами химизации // Сельский механизатор. – 2004. – № 11. – С. 6–8.

7. Калинин А.Б., Теплинский И.З. и др. Методология прогнозной оценки экологической безопасности применения агрохимикатов туковысевающими приспособлениями картофелепосадочных комбинированных агрегатов // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 2. – С. 122–127.

8. Еникеев В.Г., Абелев Е.А. и др. Моделирование на ЭВМ технологических процессов мобильных с.-х. агрегатов // в сб.: Контроль и управление технологическими процессами сельскохозяйственных машин. – ЛСХИ, 1988. – С. 10–14.

УДК 631.348

## **ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ОСМОТРА ЯБЛОК ПРИ ИХ ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКЕ**

**А.Н. Юрин<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,**

**А.Н. Юрина<sup>2</sup>, зам. нач. отдела**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

<sup>2</sup>РУП «БелГИМ»,

г. Минск, Республика Беларусь.

*anton-jurin@rambler.ru*

*Аннотация:* В данной статье приведен обоснование метода осмотра поверхности плодов при их сортировке.

*Abstract:* This article provides a rationale for the method of examining the surface of fruits when sorting them.

*Ключевые слова:* плоды, метод осмотра, вероятность осмотра, площадь плода, объект контроля, приемник излучения.

*Keywords:* fruits, inspection method, inspection probability, area of the fetus, control object, radiation receiver.

## Введение

Наиболее трудоёмкий процесс производства плодов – контроль их качества. На эти операции приходится до 70 % всех трудозатрат [1]. Повышение производительности труда при сортировании плодов возможно за счет сокращения времени осмотра плода с помощью автоматических сортировочных устройств. Такая сортировка должна осуществляться сканирующим устройством без участия человека.

Из всех существующих методов идентификации качества плодов наиболее подходящим для автоматизации является метод оптического контроля, поэтому обоснование основных параметров оптического сортировщика является важной задачей.

## Основная часть

Эффективная работа оптико-электронных систем контроля свойств плодов возможна только при попадании контролируемых признаков в зону осмотра и обнаружении их данными системами в связи с этим для обнаружения области дефекта необходим тщательный осмотр плода. Таким образом, для таких систем важна вероятность осмотра поверхности плода. Задача осмотра поверхности плода может быть охарактеризована вероятностью однократного осмотра:

$$P_{\text{осм1}} = \frac{S_{\text{осм1}}}{S_{\text{пл}}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{осми}} - \sum_{i=2}^n S_{\text{осми}}}{S_{\text{пл}}};$$

где  $P_{\text{осм1}}$  – вероятность однократного осмотра,  $S_{\text{осм1}}$  – площадь однократного осмотра поверхности плода,  $S_{\text{пл}}$  – площадь поверхности плода,  $S_{\text{осми}}$  – площадь поверхности, осмотренная  $i$  раз.

Для оценки эффективности осмотра целесообразно контролируемые плоды представить в виде геометрической модели. Рассмотрим плод, описываемый шаром единичного радиуса. Оптико-электронную систему можно представить единичным радиус вектором  $r_0(x_0, y_0, z_0)$ , координаты которого изменяются в зависимости от параметров оптико-электронной системы и перемещения плода.

Единичную сферу можно принять неподвижной, а положение оптико-электронной системы задавать единичным радиус-вектором  $\bar{r}_0(x_0, y_0, z_0)$  координаты которого зависят от положения.

Вращение вектора  $\overline{r_0}$  в трёхмерном пространстве можно описать в виде ортогонального линейного преобразования:

$$x'_0 = a_{11}x_0 + a_{12}y_0 + a_{13}z_0;$$

$$y'_0 = a_{21}x_0 + a_{22}y_0 + a_{23}z_0;$$

$$z'_0 = a_{31}x_0 + a_{32}y_0 + a_{33}z_0;$$

В этом случае оптико-электронная система характеризуется конусом эффективного осмотра, который охватывает часть плода и может быть описан вращением радиус-вектора  $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$  вокруг осей координат.

Значения коэффициентов  $a_{jk}$  определяется как элементы матрицы произведения  $A$  из выражений:

$$a_{11} = \cos\varphi \cdot \cos\gamma - \sin\varphi \cdot \sin\gamma \cdot \cos\alpha;$$

$$a_{21} = -\cos\varphi \cdot \sin\varphi - \sin\varphi \cdot \cos\varphi \cdot \cos\alpha;$$

$$a_{31} = \sin\varphi \cdot \sin\alpha; \quad a_{12} = \sin\varphi \cdot \cos\gamma + \cos\varphi \cdot \sin\gamma \cdot \cos\alpha;$$

$$a_{22} = \cos\varphi \cdot \cos\gamma \cdot \cos\alpha - \sin\varphi \cdot \sin\gamma; \quad a_{32} = -\cos\varphi \cdot \sin\alpha;$$

$$a_{13} = \sin\varphi \cdot \sin\alpha; \quad a_{23} = \cos\gamma \cdot \sin\alpha; \quad a_{33} = -\cos\alpha$$

где  $\alpha, \beta, \gamma$  – углы поворота вокруг осей X, Y, Z соответственно.

Для оценки полноты осмотра сфера разбивается на  $n$  участков, количество которых выбирается с учетом погрешностей из соотношения:

$$n \gg \frac{S_{\text{пл}}}{\pi d_a^2};$$

где  $d_a$  – разрешающая способность оптической системы.

Критерий осмотра элементарной площадки с центром в точке  $M_{ij}(x_{ij}, y_{ij}, z_{ij})$  – размер проекции площадки на плоскость, перпендикулярную  $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$ , проходящую через центр сферы

$S_{\text{проект}} \geq \pi d_a^2$ . Уравнение такой проекции имеет вид:

$$x_0x + y_0y + z_0z = 0$$

Этот критерий проверяется по условию взаимного расположения точек  $M_{ij}$  и точки  $M_0(x_0, y_0, z_0)$ , относительно плоскости, перпендикулярной  $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$ , и проходящей через начало координат (центр сферы). Точки  $M_{ij}$  и  $M_0$  находятся по одну сторону плоскости, когда:

$$D = x_0^2 + y_0^2 + z_0^2; \quad B_{ij} = x_0x_{ij} + y_0y_{ij} + z_0z_{ij};$$

Так как  $D=1$ , то критерием осмотра элементарной площадки является выполнение условия  $B_{ij}>0$ . Обзор, осуществляемый приемником, находящимся на оси  $X$ , можно представить как поворот вокруг двух осей на угол соответственно  $\pm\beta$  и  $\pm\gamma$ . Для тел, имеющих форму шара, угол  $\beta=\gamma$ . Для приемника на оси  $Y$  обзор представляется поворотом вокруг осей  $X$  и  $Z$  соответственно на угол  $\pm\alpha$  и  $\pm\gamma$ .

Очевидно, чем больше углы поворота, тем выше  $P_{осм}$ . Так как  $\sum_{i=1}^n S_{осмi}$  не зависит от расположения приемников, то наиболее эффективен  $P_{осм1}$  при расположении фотоприемников с наименьшим перекрытием зон. Для приемников с одинаковыми свойствами наиболее эффективно с этой точки зрения расположение при двух приемниках – напротив, на одной из осей  $X, Y$  (рис. 1), при трех приемниках – в углах равностороннего треугольника с центром в  $M_0$ , при четырех приемниках и более – в углах правильных многоугольников с центром в точке  $M_0$ .

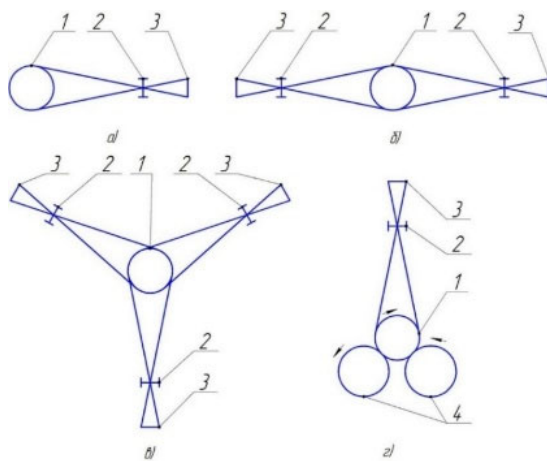


Рисунок 1 – Схема расположения приемников при осмотре объектов:  
 1 – объект контроля; 2 – объектив; 3 – приемник излучения; 4 – ролики;  
 а – схема с одним приемником; б – схема с двумя приемниками;  
 в – схема с тремя приемниками; г – схема осмотра с вращением объекта.

Для эффективного осмотра наряду с увеличением количества приемников и точек осмотра другим направлением повышения

эффективности является осмотр одним приёмником излучения, который осуществляет осмотр объекта контроля, осуществляющего вращение вокруг собственной оси. Подобный способ осмотра поверхности реализован в линии сортировки яблок ЛСП-4, разработанной РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [1].

### **Заключение**

Наиболее рациональным способом осмотра поверхности плода является применение СТЗ с одним приёмником излучения, который осуществляет осмотр объекта контроля, осуществляющего вращение вокруг собственной оси.

### **Список использованной литературы**

1. А. Юрин, А.Н. Инновационные технологические процессы и технические комплексы для интенсивного садоводства Беларуси / А.Н. Юрин. – Минск : Белорусская наука, 2022. – 208 с.

УДК 004.8+631.5

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПЛАТФОРМЕ ТЕХНОЛОГИИ «БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ»**

**П.В. Терентьев, канд. техн. наук, доцент,**

**А.С. Балабайкин, магистрант**

**Д.А. Мартюхин, студент**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет»,*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*terentyevpv@inbox.ru*

*balabaikin777@gmail.com*

*daniilmartyukhin@mail.ru*

*Аннотация:* Данная научная статья рассматривает применение технологии «Большие данные» в агропромышленном комплексе. В статье описывается перспективное направление искусственного интеллекта – прогнозная аналитика на платформе технологии. Описываются основные преимущества технологии «Большие данные». Также отмечается необходимость применения современных методов и инструментов для эффективной обработки больших объемов