

9. Немцев И.С. Повышение эффективности работы машины для внесения жидких немагницидов в точном земледелии за счет совершенствования ее технологического процесса // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК. – СПбГАУ, 2020. – С. 301–303.

УДК 631.331.022

## ОБОСНОВАНИЕ ПОТОКА СОРТИРУЕМЫХ ПЛОДОВ

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

**В.К. Клыбик<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,

**А.В. Захаров<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **А.Н. Юрина<sup>3</sup>**, инженер

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

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

<sup>3</sup>РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь.

*anton-jurin@rambler.ru*

*Аннотация:* В данной статье приведен анализ способов формирования потока плодов при сортировке. Обоснован одно признаковый тип потока с равномерным расстоянием между плодами и обоснован их шаг.

*Abstract:* In this article, an analysis of the methods for forming the flow of fruits during sorting is given. Justified one indicative type of flow with a uniform distance between the fruits and substantiated their step.

*Ключевые слова:* плоды, поток плодов, однопризнаковый тип потока, математическое ожидание, размер плода, шаг потока.

*Key words:* fruit, fruit flow, one-attribute type of flow, mathematical expectation, fruit size, flow step.

**Введение.** Повышение производительности труда при сортировании яблок возможно применением сортировщика оптического сортировщика с системой технического зрения [1-2]. Способ формирования потока плодов, и подача их в модуль оптического сортировщика определяет конструктивные требования и режимы работы системы технического зрения в целом.

Поэтому определение типа формирования потока плодов и его основных параметров является актуальной задачей.

**Основания часть.** Поток, поступающие на контроль, можно представить в виде моделей, характеризующихся математическим ожиданием, дисперсией расстояния между центрами плодов и размерностью пространства. Наиболее просто поддающиеся автоматизации является одномерный поток плодов, т.к. при переменном расстоянии между плодами в потоке необходимо применение дополнительных систем слежения за плодами. Таким образом рациональным является обеспечение одномерного потока плодов.

Необходимо выбрать признаки, по которым выстраивается поток. Возможно использование одного, двух и более признаков, при которых системы подачи плодов будут одно-, двух признаковым.

В соответствии с СТБ 2288 [3] плоды сортируются по размеру и наличию дефектов от вредителей, болезней и механических повреждений. При этом яблоки большинства сортов имеют шарообразную форму, характеризуемую диаметром. Следовательно, основной физической величиной, характеризующей яблоки, является средний диаметр.

При этом размер плодов может изменяться в широких пределах от 40 до 95 мм.

Плотность вероятности распределения размеров подчиняется в большинстве случаев нормальному закону:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}},$$

где  $X$ ,  $m_x$ ,  $\sigma$  – размер, математическое ожидание и разброс размеров плодов.

Для обеспечения автоматической сортировки в одно признаковой системе подачи необходимо решение задачи поштучной подачи плодов, которая сводится к прохождению его через заданную ячейку. При этом через нее должен пройти любой плод, только два плода одновременно пройти не должны. Такая ячейка может быть описана постоянной плотностью вероятности:

$$f(x) = \frac{1}{h_b - h_n}$$

где  $f(x)$  – плотность распределения вероятности пропускной способности ячейки;  $h_b$ ,  $h_n$  – верхняя и нижняя границы пропускной способности ячейки.

Плотность распределения вероятности выстраивания плодов по одному в общем случае может быть определена как плотность распределения системы независимых случайных величин  $p(x)$  и  $f(x)$ . Вероятность выстраивания по одному в общем случае может быть определена по формуле:

$$P_{\text{ед}} = \int_{h_n}^{h_b} (p(x) f(x)) dx$$

Для нормального закона распределения плотности вероятности выстраивания плодов  $p(x)$  имеет вид:

$$P_{\text{ед}} = \frac{1}{2} \left[ \Phi \left( \frac{h_b - m_x}{\sigma} \right) - \Phi \left( \frac{m_x - h_n}{\sigma} \right) \right],$$

где  $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$ .

Из выражения вытекает, что наложение функции  $p(x)$  и  $f(x)$  позволяет выявить три области: от 0 до  $h_n$  – вероятность выстраивания плодов по два и более, от  $h_n$  до  $h_b$  – поштучно, от  $h_b$  до  $\infty$  – вероятность, что плод не пройдет через ячейку из за большого размера. Плоды небольших размеров, оказываясь одновременно в зоне поштучного формирования, могут проходить по два сразу. Считая, что одновременно можно наблюдать в зоне контроля не более двух плодов, вероятность появления «двоек» можно определить:

$$P_{\text{дв}} = \left[ k_{\text{дв}} \int_0^{h_n} p(x) dx \right]^2,$$

где  $k_{\text{дв}}$  – коэффициент появления «двойки».

В расчетах принимаем  $k_{\text{дв}}=1$  В связи с тем, что плоды размерами, близкими к  $h_b$ , с трудом проходят через формирующее устройство, получается много «пропусков», то есть интервал между плодами дискретно меняется от  $\Delta$  до  $n\Delta$  (где  $n=2,3\dots$ ). Это снижает плотность потока и производительность. Поэтому целесообразно соблюдать условие:

$$h_b \approx (1,1 \dots 1,2)x_{\text{max}}$$

В данном случае зная размеры наибольший плодов необходимых к сортировке определяем размер ячейки устройства для формирования потока  $h_b=10,5$  см.

**Заключение.** 1. Обоснован одномерного потока плодов с равномерным расстоянием между сортируемыми плодами. 2. Определен рациональный размер шага ячеек для устройства формирования потока плодов равный  $h_b=10,5$  см.

### Список использованной литературы

1. Бобров В.П. Применение систем технического зрения. Механизация и автоматизация производства. №9, 1989, стр. 23.
2. Бусаров Н.А. Сбор и товарная обработка плодов и ягод. М., Колос, 1970.
3. СТБ 2288-2012 «Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия».