

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ПОДАЧИ РАССАДЫ К ПОСАДОЧНОМУ АППАРАТУ

Виневский Е.И.¹, д-р техн. наук, проф., Чернов А.В.¹, Зантария А.М.²

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Целью исследований являлось теоретическое обоснование параметров рабочего органа для подачи рассады к посадочному аппарату. Обоснованы основные параметры накапливающего и подающего барабанов рабочего органа для автоматической подачи рассады в рассадодержатели посадочного аппарата: частота вращения; радиус барабана $r = 0,75...0,1\text{м}$; количество отверстий для пневматического удержания рассады $n = 8...10$; частота вращения подающего барабана в зависимости от шага посадки рассады и скорости движения рассадопосадочной машины.

Ключевые слова. Рассада, посадочный аппарат, накапливающий барабан, подающий барабан.

THE THEORETICAL JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF WORKING BODY FOR SUPPLYING SEEDLINGS TO THE PLANTING APPARATUS

Vinevskii E.I.¹, Dr. Sc. (Tech.), Prof., Chernov A.V.¹, Zantaria A.M.²

¹FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Russian Federation, Krasnodar

²FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The aim of the research was the theoretical justification of the parameters of the working body for feeding seedlings to the lander. The main parameters of the accumulating and feeding drums of the working body for the automatic supply of seedlings to the seedling holders of the landing apparatus are justified: speed; radius of the drum $r = 0.75...0.1\text{ m}$; number of holes for pneumatic retention of seedlings $n = 8...10$; rotation rate of the feeding drum depending on the step of planting seedlings and the speed of movement of the transplanters.

Keywords. Seedlings, planting machine, an accumulating drum, the feed drum.

Большую роль в производстве овощных рассадных культур и высококачественного табачного сырья является процесс высадки рассады в поле, так как в этот период времени растение проходит важнейшие стадии вегетации. В 60-80 годы прошлого столетия посадка рассады овощных культур и табака в поле была полностью механизирована, что позволило повысить производительность труда в 3,0-3,58 раза [1]. Анализ результатов испытаний, производственных

проверок и опыта эксплуатации машин, применяемых в настоящее время при посадке рассады табака, показывает, что они имеют низкие технико-эксплуатационные показатели [2, 3]. Конструкции посадочных аппаратов отечественных и зарубежных машин неспособны работать без применения ручного вкладывания, что является дополнительным ограничивающим фактором их производительности.

Исходя из вышеизложенного, целью исследований являлось теоретическое обоснование параметров рабочего органа для подачи рассады к посадочному аппарату, применение которого позволит повысить производительность труда при посадке рассады.

Рабочий орган для автоматической подачи рассады к посадочному аппарату (рисунок 1) состоит из накапливающего и подающего пневматических барабанов.

Рабочий орган работает следующим образом. Накопительный пневматический барабан окнами присоса, расположенными вдоль оси барабана по всей длине барабана, присасывает рассаду к своей поверхности. При его повороте рассада попадает в зону повышенного разряжения, создаваемого подающим барабаном и присасываясь к его окнам присоса, отрывается от накопительного барабана и переходит на подающий барабан. Отрыв происходит за счет повышенного уровня вакуума и повышенной скорости вращения подающего барабана.

Таким образом, технологический прием перехода рассады *от накапливающего пневматического барабана* к подающему пневматическому барабану заключается в поштучном отделении единичных растений от массы с помощью подающего пневматического барабана.

Проведем анализ сил от накапливающего и подающего пневматического барабанов, действующих на рассаду аналогично [4] (рисунок 1).

Вдоль линии N-N на рассаду действуют следующие силы:

$G_{рас}$ – сила тяжести рассады;

$$G_{рас} = m_{рас} g \quad (1)$$

$P_{разр}^I$ – сила разрежения воздушного потока со стороны накапливающего барабана;

$P_{разр}^{II}$ – сила разрежения воздушного потока со стороны подающего барабана;

$$P_{разр}^I = D_{разр} \cdot m_{отв} \cdot S_{отв} = D_{разр}^I \cdot m_{отв} \cdot \pi \cdot r^2$$

где $m_{отв}$ – количество отверстий барабана, при помощи которых рассада удерживается барабаном;

$S_{отв}$ – площадь одного отверстия, м²;

r – радиус отверстия барабана, м;

$D_{разр}$ – величина разрежения воздушного потока, $\frac{H}{m^2}$.

$P_{ц}$ – центробежная сила.

$$P_{ц} = m_{рас} \omega^2 r_{бар}$$

где $m_{рас}$ – масса рассады, кг;

ω – угловая скорость, сек⁻¹;

$r_{бар}$ – радиус барабана, м;

g – ускорение свободного падения; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

где n_1 – частота вращения накапливающего барабана, мин⁻¹.

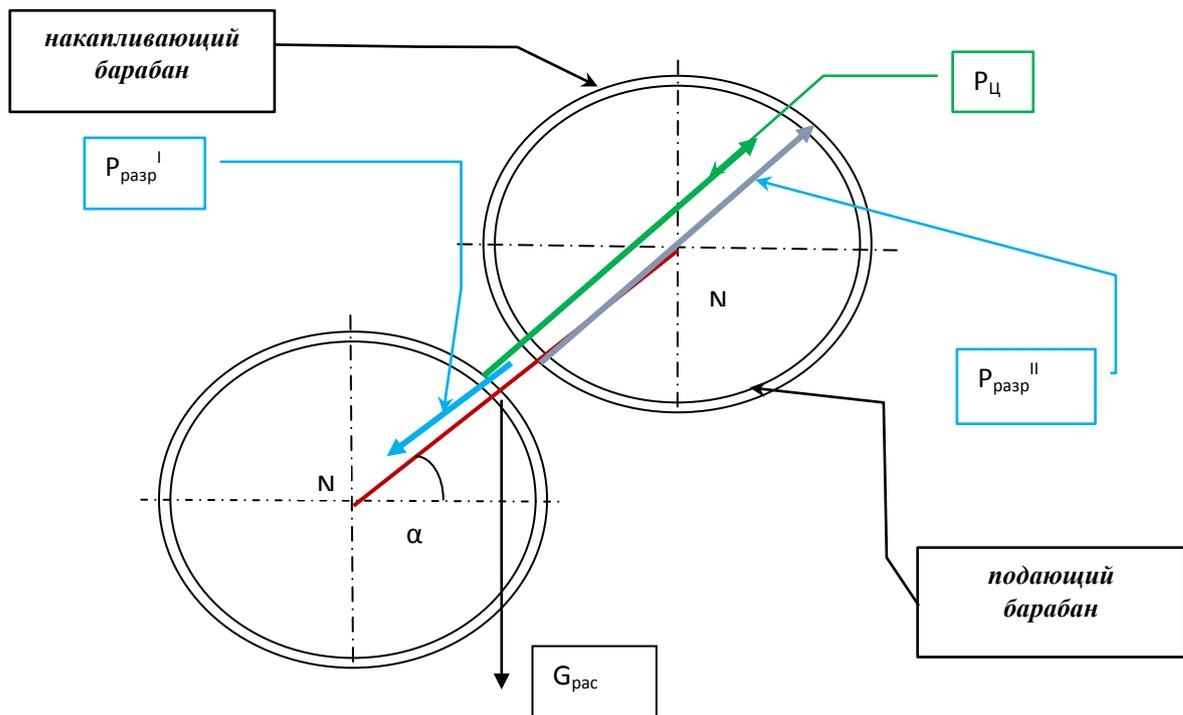


Рисунок 1. Схема воздействия пневматических барабанов на рассаду

Определим условия, при которых будет происходить переход рассады от накапливающего барабана к подающему барабану:

$$P_{разр}^{II} > P_{разр}^I + G_{рас} \cdot \cos \alpha - P_{ц} \quad (2)$$

Подставим в (2) значения вышеуказанных сил

$$D_{разр}^{II} \cdot m_{отв} \cdot \pi \cdot r^2 > D_{разр}^I \cdot m_{отв} \cdot \pi \cdot r^2 + m_{рас} g \cdot \cos \alpha - m_{рас} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \cdot r_{бар} \quad (3)$$

Определим частоту вращения накапливающего барабана, при котором возможен переход рассады от накапливающего барабана к подающему барабану:

$$D_{разр}^{II} \cdot m_{отв} \cdot \pi \cdot r^2 - D_{разр}^I \cdot m_{отв} \cdot \pi \cdot r^2 - m_{рас} g \cdot \cos \alpha > m_{рас} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \cdot r_{бар} \quad (4)$$

$$\left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 < \frac{D_{\text{разр}}^{II} \cdot m_{\text{отв}} \cdot \pi \cdot r^2 - D_{\text{разр}}^I \cdot m_{\text{отв}} \cdot \pi \cdot r^2 - m_{\text{рас}} \cdot g \cdot \cos \alpha}{m_{\text{рас}} \cdot r_{\text{бар}}} \quad (5)$$

$$n < \sqrt{900 \frac{D_{\text{разр}}^{II} \cdot m_{\text{отв}} \cdot \pi \cdot r^2 - D_{\text{разр}}^I \cdot m_{\text{отв}} \cdot \pi \cdot r^2 - m_{\text{рас}} \cdot g \cdot \cos \alpha}{\pi^2 \cdot m_{\text{рас}} \cdot r_{\text{бар}}}} \quad (6)$$

Принимая, что $D_{\text{разр}}^{II} = 5 \text{ Н/м}^2$, $D_{\text{разр}}^I = 4 \text{ Н/м}^2$, $r = 0,003 \text{ м}$, $m_{\text{рас}} = 0,005 \text{ кг}$, $\alpha = 60 \text{ град}$, рассчитаем номограмму определения частоты вращения барабана n в зависимости от количества отверстий барабана, при помощи которых распада удерживается барабаном $m_{\text{отв}}$ (10...40) и от радиуса барабана $r_{\text{бар}} = 50 \text{ мм}$; 75 мм; 100 мм.

На рисунке 2 представлена номограмма расчета параметров накапливающего барабана.

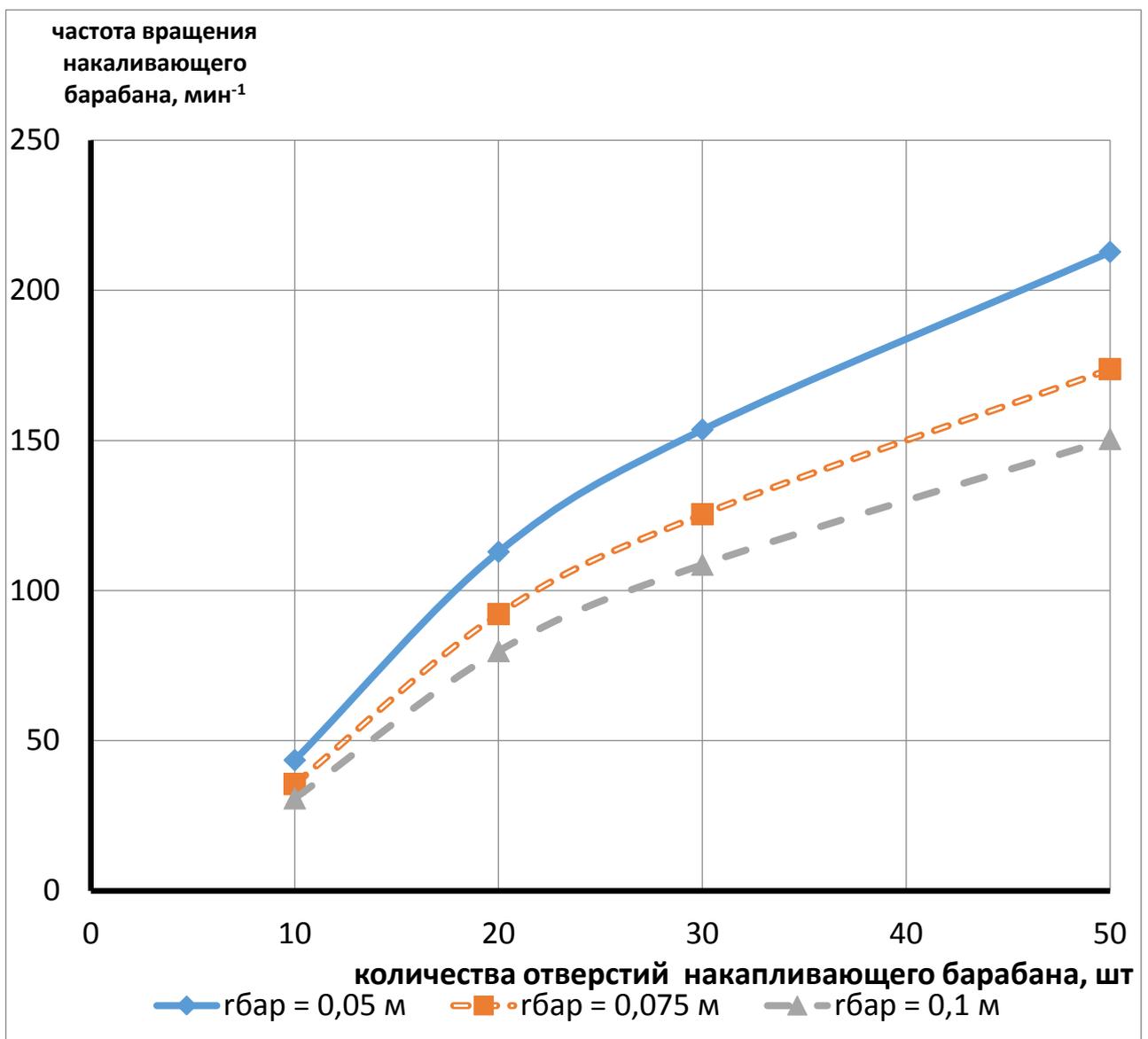


Рисунок 2. Номограмма расчета параметров накапливающего барабана

Проведено технологическое обоснование параметров подающего пневматического барабана. В основе технологического расчета рабочего органа для автоматической подачи рассады к посадочному аппарату лежит условие равенства производительности рабочего органа и рассадопосадочного аппарата, то есть количество подаваемой рассады в единицу времени должно быть равно количеству высаживаемой рассады в почву в единицу времени (рисунок 3) [5].

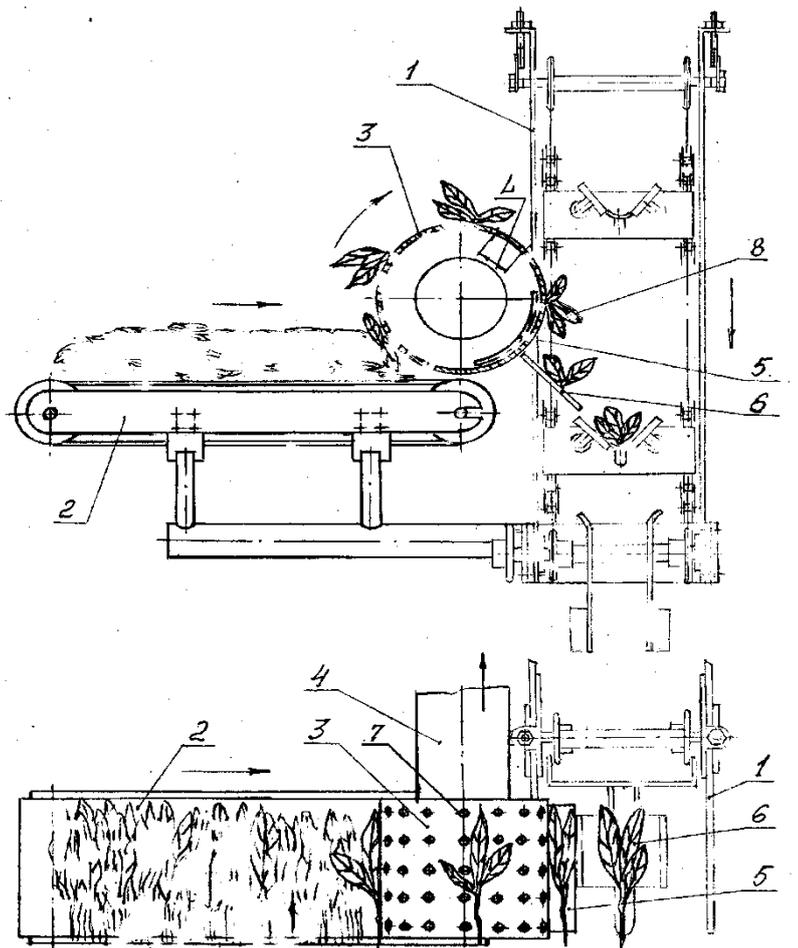
Очевидно, что:

$$t_{\text{рас}} = \frac{S_{\text{пос}}}{V_{\text{маш}}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{рас}}$ – время подачи одной рассады, с;

$S_{\text{пос}}$ – шаг посадки, м;

$V_{\text{маш}}$ – скорость машины, км/ч.



- 1 – рассадопосадочный аппарат; 2 – подающий транспортер; 3 – пневмобарабан;
 4 – воздуховод; 5 – отсекатель; 6 – доска скатная; 7 – окно присоса; 8 – рассада;
 L – расстояние между окнами присоса

Рисунок 3. Технологическая схема рабочего органа для автоматической подачи рассады к посадочному аппарату

Окружную скорость вращения подающего пневматического барабана можно определить следующим образом:

$$V_{\text{бар}} = \frac{L_{\text{окна}}}{t_{\text{рас}}}; \quad (8)$$

где $V_{\text{бар}}$ – окружная скорость вращения пневмобарабана, м/с;

$L_{\text{окна}}$ – расстояние между окнами присоса, м;

$t_{\text{рас}}$ – время подачи одной рассады, с.

Угловая скорость вращения подающего пневмобарабана равна:

$$\omega_{\text{бар}} = \frac{V_{\text{бар}}}{R_{\text{бар}}} = \frac{L_{\text{окна}}}{t_{\text{рас}} \times R_{\text{бар}}}, \quad (9)$$

где $\omega_{\text{бар}}$ – угловая скорость вращения подающего пневмобарабана, с⁻¹;

$R_{\text{бар}}$ – радиус пневмобарабана, м.

Частоту вращения подающего барабана определим по формуле:

$$n_{\text{бар}} = \frac{30\omega_{\text{бар}}}{\pi} = \frac{30 \times L_{\text{окна}}}{t_{\text{рас}} \times R_{\text{бар}} \times \pi} = \frac{30 \times L_{\text{окна}} \times V_{\text{маш}}}{R_{\text{бар}} \times \pi \times S_{\text{пос}}}, \quad (10)$$

где $n_{\text{бар}}$ – частота вращения пневмобарабана, мин⁻¹.

На основе вышеприведенной методики расчета рабочего органа для автоматической подачи рассады к посадочному аппарату составлена номограмма определения частоты вращения подающего барабана (рисунок 4).

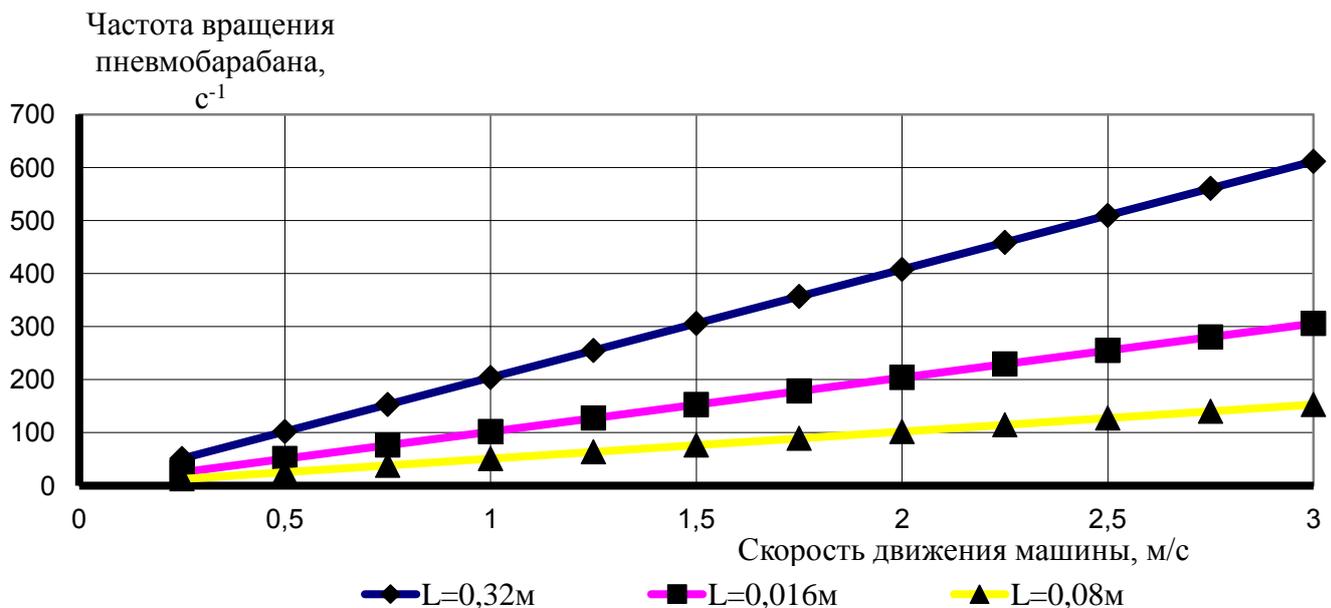


Рисунок 4. Номограмма определения частоты вращения пневматического барабана

Таким образом, обоснованы основные параметры накапливающего и подающего барабанов рабочего органа для автоматической подачи рассады в рассадодержатели посадочного аппарата: частота вращения; радиус барабана $r = 0,75 \dots 0,1$ м; количество отверстий для пневматического удержания рассады $n = 8 \dots 10$; частота вращения подающего барабана в зависимости от шага посадки рассады и скорости движения рассадопосадочной машины.

Литература

1. Виневский Е.И. Новая система технологических комплексов для производства табака // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 2. С. 8-11.
2. Чернов А.В. Рассадопосадочные машины фирмы «Hortech» [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Междунар. науч.-практ. конф. (05-26 июня 2017 г., г. Краснодар) /ФГБНУ ВНИИТТИ. С. 350-355. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf
3. Чернов А.В., Виневский Е.И., Сафаева Л.Х. Рассадопосадочные машины фирмы Ferragi (обзор) [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Междунар. научн.-практ. конф. (05-26 июня 2017 г., г. Краснодар) / ФГБНУ ВНИИТТИ. С. 360-364. URL:http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf.
4. Голубев А.М., Наливко Г.В., Петрий А.И., Чепенко А.Н. К вопросу теории пневматического способа загрузки // Сб. НИР ВИТИМ. Краснодар, 1973. С. 159-164.
5. Микаелян Г.А., Краевая Н.И. Промышленная технология производства рассады овощных культур. М.: Колос, 1984. 143 с.