

УДК 631.3: 633.71

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СЕМЯН
МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР**

Виневский Евгений Иванович
д.т.н., профессор, главный научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 7273-9453
тел./факс 252-16-12, vniitti1@mail.kuban.ru
ВНИИ табака, махорки и табачных изделий, Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 42

Для производства семян мелкосемянных культур требуется специальное оборудование, отличающееся от техники для послеуборочной обработки зерновых культур как по параметрам воздействия на них, так и по производительности. Цель исследований – разработать научно – практические основы технологии очистки семян мелкосемянных культур. Сформулирована гипотеза, что очистку и сепарацию семенного вороха целесообразно проводить в две фазы: первая фаза – предварительная очистка семян от вороха соцветий в вертикальном воздушном потоке нагнетательного действия и вторая фаза – окончательная очистка семян от остатков вороха соцветий и сепарация семян по аэродинамическим характеристикам в наклонном воздушном потоке нагнетательного или всасывающего действия. Проведено уточнение пунктов ранее разработанных методик расчета очистки зернового вороха вертикальным воздушным потоком, применительно к семенному вороху мелкосемянных культур. Разработаны номограммы определения производительности процесса очистки семян от примесей и определения потребного количества воздуха в зависимости от подачи семенной смеси и коэффициента концентрации смеси. На основании анализа процесса окончательной очистки семян от остатков вороха соцветий и их сепарации по аэродинамическим характеристикам наклонным воздушным потоком нагнетательного действия разработана номограмма определения оптимальной скорости воздушного потока в зависимости от скоростей витания семян и примесей. Предложена схема технологии двухфазной аэродинамической очистки и сепарации семян при послеуборочной обработке мелкосемянных культур: I фаза – предварительная очистка семян от вороха соцветий и II фаза – окончательная очистка семян от вороха соцветий и сепарация по аэродинамическим характеристикам

Ключевые слова: СЕМЕНА, ОЧИСТКА, ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК, ОЧИСТКА, СЕПАРАЦИЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-171-003>

UDC 631.3: 633.71

05.20.01-Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

**SCIENTIFIC AND PRACTICAL BASES OF A
CLEANING TECHNOLOGY FOR SEEDS OF
SMALL-SEEDED CROPS**

Vinevskii Evgeny Ivanovich
Dr.Sci.Tech., Professor, chief researcher
RSCI SPIN-code: 7273-9453
tel/fax 252-16-12, vniitti1@mail.kuban.ru
All-Russian Research Institute of tobacco, makhorka and tobacco products, 350072, Russia, Krasnodar, Moskovskaya, 42

For the production of seeds of small-seeded crops, we require special equipment, which differs from the equipment for post-harvest processing of grain crops both in terms of the impact on them and in terms of productivity. The purpose of the research is to develop the scientific and practical basis of the technology of cleaning seeds of small-seeded crops. The article formulates hypothesis that it is expedient to carry out cleaning and separation of seed water in two phases: the first phase-preliminary cleaning of seeds from a heap of inflorescences in a vertical air flow of injection action and the second phase-final cleaning of seeds from the remains of inflorescence water and separation of seeds according to aerodynamic characteristics in an inclined air flow of injection or suction action. The work clarifies points of previously developed methods for calculating the vertical air flow cleaning of grain heaps in relation to the seed heaps of small-seeded crops. The nomograms for determining the productivity of the process of cleaning seeds from impurities and determining the required amount of air, depending on the supply of the seed mixture and the concentration coefficient of the mixture, have been developed. Based on the analysis of the process of final cleaning of seeds from the remains of the heap of inflorescences and their separation by aerodynamic characteristics by an inclined air flow of the injection action, we developed a nomogram for determining the optimal air flow velocity depending on the speeds of seed soaring and impurities. The proposed scheme of the technology of two-phase aerodynamic cleaning and separation of seeds during the post-harvest processing of small-seeded crops: phase I-preliminary cleaning of seeds from a pile of inflorescences and phase II-final cleaning of seeds from a pile of inflorescences and separation according to aerodynamic characteristics

Keywords: SEEDS, CLEANING, AIR FLOW, CLEANING, SEPARATION

Одним из ответственных этапов производства сельскохозяйственной продукции является получение высококачественного семенного фонда, способствующего повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

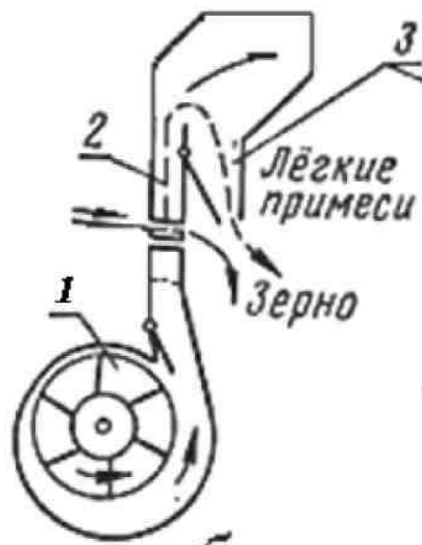
Для получения семян мелкосемянных культур требуется специальное оборудование, отличающееся от техники для послеуборочной обработки зерновых культур. Если для послеуборочной обработки зерновых культур используются установки производительностью порядка десятков тонн в час, то для получения семенного фонда необходимо устройства производительностью не выше 1000 кг в час.

Обмолоченные семена мелкосемянных культур обычно содержат от 13 до 20 % сорной примеси, в том числе 3 - 5 % крупных частиц и 10-15 % мелких, что предъявляет особые требования к их очистке.

Следовательно, из вышеизложенного сформулирована цель исследований – разработать научно – практические основы технологии очистки семян мелкосемянных культур.

Анализ результатов ранее опубликованных результатов работ по разработке технологий очистки и сепарации семенного вороха мелкосемянных позволил сформулировать гипотезу, что очистку и сепарацию семенного вороха целесообразно проводить в две фазы: первая фаза – предварительная очистка семян от вороха соцветий в вертикальном воздушном потоке нагнетательного действия и вторая фаза – окончательная очистка семян от остатков вороха соцветий и сепарация семян по аэродинамическим характеристикам в наклонном воздушном потоке нагнетательного или всасывающего действия [1-7].

Проведено уточнение пунктов ранее разработанных методик расчета очистки зернового вороха вертикальным воздушным потоком [8] применительно к семенному вороху мелкосемянных культур.



1 - вентилятор; 2 - воздушный канал; 3 - осадочная камера

Рисунок 1 – Схема очистки семенного вороха вертикальным воздушным потоком нагнетательного действия

Расчет проводится в следующей последовательности:

1. Установим производительность процесса очистки от примесей q_1 (кг_{сем}/с), уносимых воздушным потоком в единицу времени:

$$q_1 = \frac{b \cdot q}{100} \quad (1)$$

где b - количества примесей, %;

q - подача семян, кг/сек.

На основании (1) разработана номограмма определения производительности процесса очистки семян от примесей в зависимости от подачи семян $q = 0,01 \dots 0,02$ кг/сек и количества примесей $b = 5 \dots 10\%$ (рис.2).

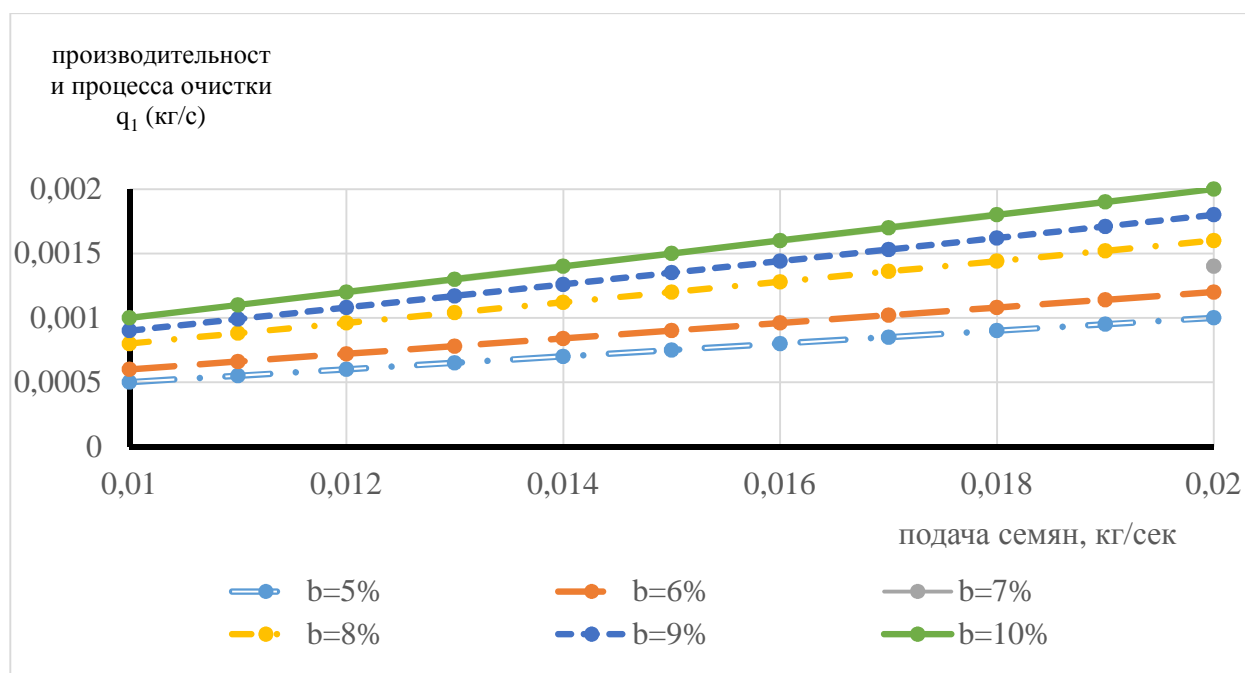


Рисунок 2 – Номограмма определения производительности процесса очистки семян от примесей

2. Исходя из условия, что скорость воздушного потока $u_{в.п.}$ должна быть больше критической скорости легких примесей $u_{легк.прим}$ и меньше критической скорости получаемых семян $u_{семян}$, определим ее:

$$u_{легк.прим} < u_{в.п.} < u_{семян} \quad (2)$$

Допустим, что скорость витания основного семенного материала $u_{осн\ культи} = 0,5 \text{ м/сек}$, а примесей, $u_{легк.прим} = 0,05 \text{ м/сек}$:

$$0,05 \text{ м/сек} < u < 0,5 \text{ м/сек}$$

Тогда примем, что $u_{в.п.} = 0,275 \text{ м/сек}$.

3. Проведем расчет расхода воздуха $q_{в.}$, необходимый для перемещения семенного вороха вверх, $\text{кг}_{возд}/\text{сек}$:

$$q_{в.} = \frac{q_1}{\mu_0} \quad (3)$$

где $\mu_0 < 1$ - коэффициент концентрации смеси;

$$\mu_0 = \frac{q_1}{q_{в.}} \quad (4)$$

q_1 - производительность процесса очистки от примесей, $\text{кг}_{сем}/\text{с}$.

4. Выявим достаточный объем $V_{\text{возд}}$, $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{сек}}\right)$:

$$V_{\text{возд}} = \frac{q_{\text{в}}}{\rho} = \frac{q_1}{\mu_0 \cdot \rho} \quad (5)$$

где ρ - плотность воздуха, $\rho = 1,204 \text{ кг/м}^3$.

На основании (5) разработана номограмма определения потребного объема воздуха $V_{\text{возд}}$ в зависимости от подачи семенной смеси, уносимых воздушным потоком $q_1 = 0,0005 \dots 0,002 \text{ кг/с}$ и коэффициента концентрации смеси $\mu_0 = 0,1 \dots 0,5$ (рисунок 3).

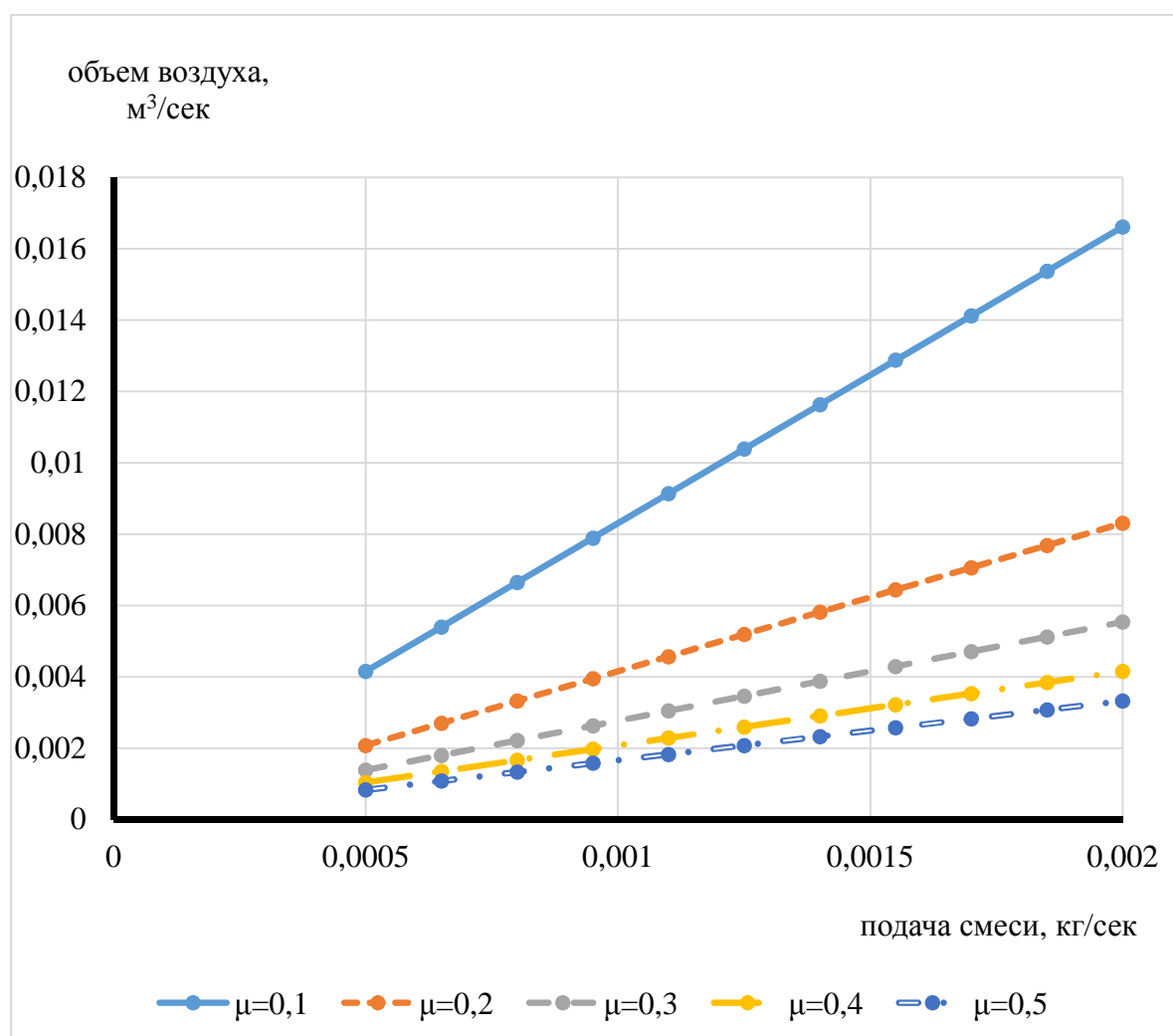


Рисунок 3 – Номограмма определения потребного объема воздуха в зависимости от подачи семенной смеси и коэффициента концентрации смеси

Проведен анализ процесса окончательной очистки семян от остатков вороха соцветий и их сепарации по аэродинамическим характеристикам наклонным воздушным потоком нагнетательного действия (рис. 4).

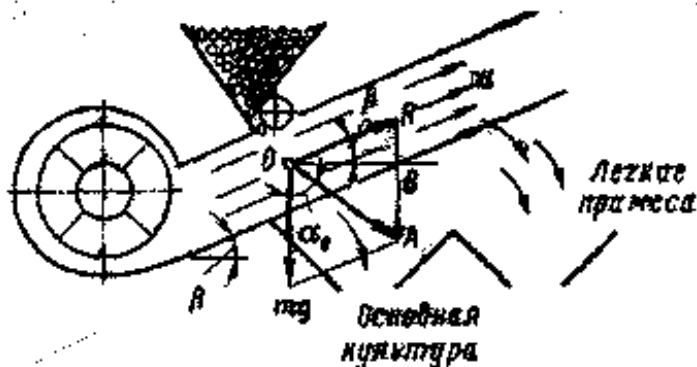


Рисунок 4 – Схема окончательной очистки семян от семенного вороха и их сепарации по аэродинамическим характеристикам наклонным воздушным потоком нагнетательного действия

Семена и примеси под действием наклонного воздушного потоков будут иметь различные траектории полета из-за различных значений скоростей витания $u_{\text{семени}}$ и $u_{\text{примесей}}$. При падении семена с примесями образуют пучок, ограниченный крайними их траекториями, имеющих скорости витания семян $u_{\text{семени}}$ и $u_{\text{примесей}}$ [8]. Максимальное рассеивание семян семенного вороха согласно [8] будет происходить при скорости воздушного потока $u_{\text{опт}}$:

$$u_{\text{опт}} = \sqrt{u_{\text{семени}} \cdot u_{\text{примесей}}} \quad (6)$$

Таким образом, $u_{\text{опт}}$ есть скорость потока воздуха, при которой получается наибольшее рассеивание частиц с различными аэродинамическими свойствами.

На основании (6) разработана номограмма определения оптимальной скорости воздушного потока в зависимости от скоростей витания семян $u'_{\text{семени}} = 0,1 \dots 1,0$ м/с и примесей $u_{\text{примесей}} = 0,05 \dots 0,1$ м/с.

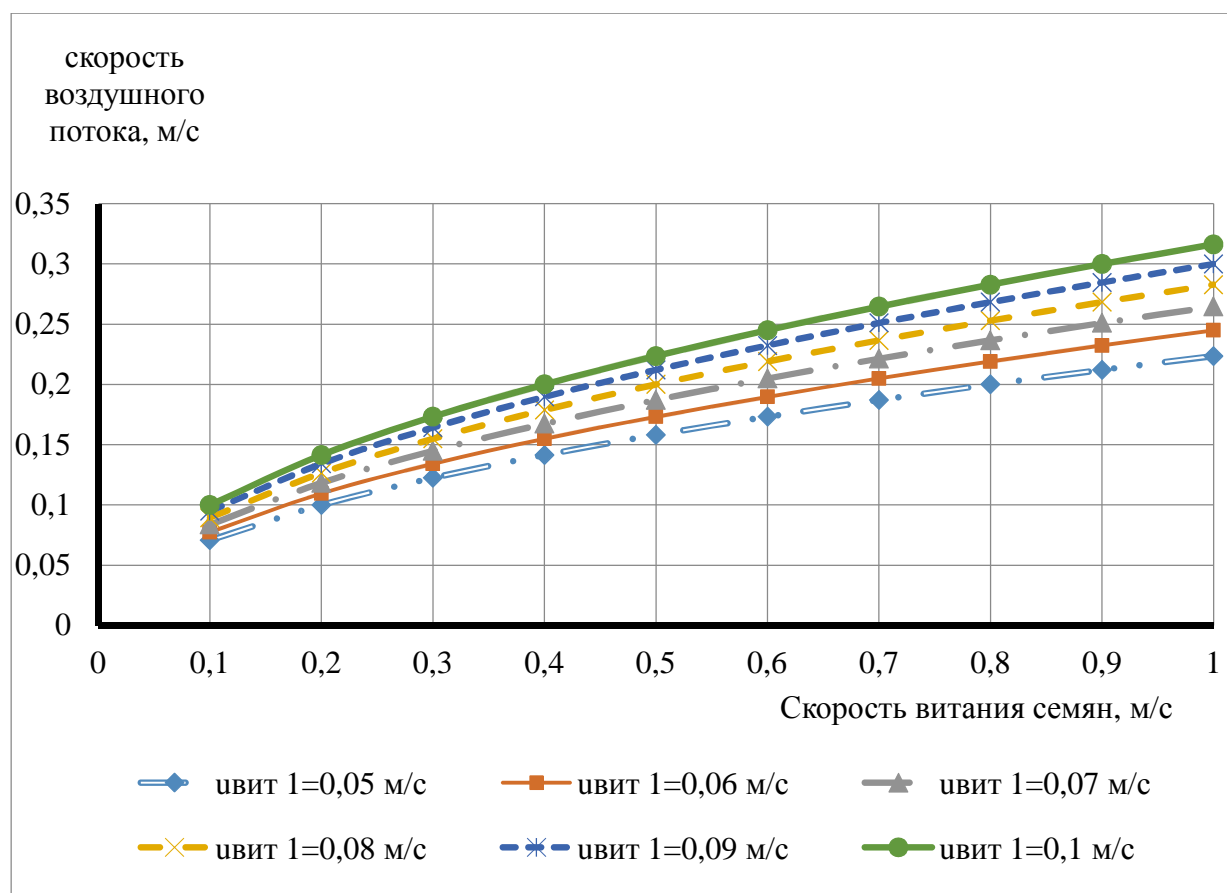


Рисунок 5 - Номограмма для определения оптимальной скорости воздушного потока в зависимости от скоростей витания семян и примесей

На основании теоретического анализа процессов очистки и сепарации семенного вороха предложена схема технологии двухфазной аэродинамической очистки и сепарации семян при послеуборочной обработке мелкосемянных культур:

- I фаза – предварительная очистка семян от вороха соцветий (7):

$$m_{\text{ворох}}^I = m_{\text{отсев}}^I + m_{\text{семян}}^I \quad (7)$$

Где $m_{\text{ворох}}^I$ - масса семенного вороха;

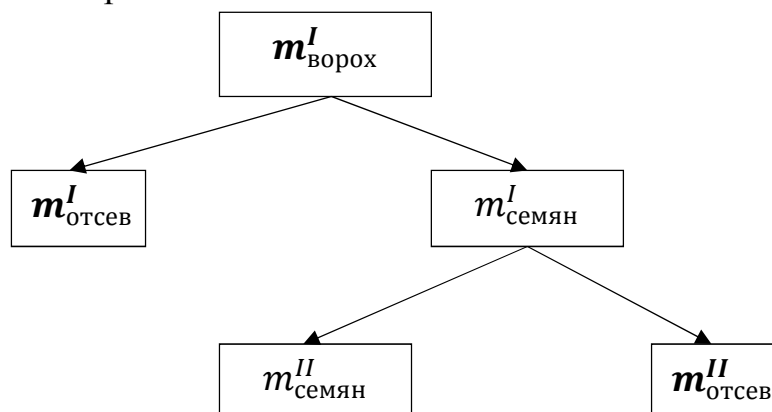
$m_{\text{отсев}}^I$ – масса первого отсева;

- II фаза – окончательная очистка семян от вороха соцветий и сепарация по аэродинамическим характеристикам (8):

$$m_{\text{семян}}^I = m_{\text{семян}}^{II} + m_{\text{отсев}}^{II} \quad (8)$$

Где $m_{\text{семян}}^{II}$ – масса очищенных семян;

$m_{\text{отсева}}^{II}$ – масса второго отсева



$m'_{\text{вороха}}$ – масса семенного вороха; $m^I_{\text{отсев}}$ – масса первого отсева;

$m^{II}_{\text{семян}}$ – масса очищенных семян; $m^{II}_{\text{отсева}}$ – масса второго отсева

Рисунок 6 – Схема технологии двухфазной аэродинамической очистки и сепарации семян при послеуборочной обработке мелкосемянных культур

Таким образом, по результатам теоретических исследований доказана необходимость применения двухфазной аэродинамической очистки и сепарации семян при послеуборочной обработке мелкосемянных культур и разработаны научно – практические основы расчета параметров предлагаемой технологии.

Список литературы

1. Черкасов, С.В. Механизация уборки и послеуборочной обработки семян табака и махорки/С.В. Черкасов, Н.И. Яцун, В.В. Кравченко, А.П. Михайлов//Табак. 1987. №1. С.21 – 24.
2. Цымбал, В.И. Сортирование табачных семян/В.И. Цымбал//Табак. 1983. № 1. С.20 – 23.
3. Цымбал, В.И. Результаты испытаний машин для обмолота, очистки и сортировки семян табака//Сб. НИР ВИТИМ. Краснодар, 1978. Вып. 168. С.28 – 31.
4. Липовцев, А.И. Обоснование выбора рабочих органов машины для очистки сортирования семян табака/А.И. Липовцев, Т.М. Гаджиев//Труды КСХИ. Вып. 83 (111). Краснодар, 1974. С.30-34.
5. Винеvский, Е.И. Альтернативные машинные технологии производства семян табака и махорки/ Е.И. Винеvский, Н.Н. Винеvская/ [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар). Ч.1. С. 529.-536. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf/
6. Винеvский, Е.И. Некоторые физико – механические свойства семян и соцветий табака/Е.И. Винеvский Е.И., Л.П. Пестова, С.К. Папуша [Электронный ресурс] // Инно-

вационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар). Ч.1. С. 542.-547. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf/.

7. Припоров, И.Е. Механико-технологическое обоснование процесса разделения компонентов вороха семян подсолнечника на воздушно-решетных зерноочистительных машинах. Краснодар, 2016. 216 с.

8. Босой, Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С. Босой. М.: Машиностроение, 1978.

References

1. Cherkasov, S.V. Mekhanizaciya uborki i posleuborochnoj obrabotki semyan tabaka i mahorki /S.V. Cherkasov, N.I. Yacun, V.V. Kravchenko, A.P. Mihajlov//Tabak. 1987. №1. S.21 – 24.

2. Cymbal, V.I. Sortirovanie tabachnyh semyan/V.I. Cymbal//Tabak. 1983. № 1. S.20 – 23.

3. Cymbal, V.I. Rezul'taty ispytanij mashin dlya obmolota, ochistki i sortirov-ki semyan tabaka//Sb. NIR VITIM. Krasnodar, 1978. Vyp. 168. S.28 – 31.

4. Lipovcev, A.I. Obosnovanie vybora rabochih organov mashiny dlya ochistki sortirovaniya semyan tabaka/A.I. Lipovcev, T.M. Gadzhiev//Trudy KSKHI. Vypusk 83 (111). Krasnodar, 1974. S.30-34.

5. Vinevskij, E.I. Al'ternativnye mashinnye tekhnologii proizvodstva semyan tabaka i mahorki/ E.I. Vinevskij, N.N. Vinevskaya/ [Elektronnyj resurs] // Innovacionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i hrane-niya ekologicheski bezopasnoj sel'skohozyajstvennoj i pishchevoj produkcii: sb. mater. III Mezhdunar. nauch.-prakt.konf. (8-19 aprelya 2019 g., g. Krasnodar). CH.1. S.529.-536. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf/.

6. Vinevskij, E.I. Nekotorye fiziko – mekhanicheskie svojstva semyan i socvetij tabaka/E.I. Vinevskij E.I., L.P. Pestova, S.K. Papusha [Elektronnyj resurs] // In-novacionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i hranieniya ekologicheski bezopasnoj sel'skohozyajstvennoj i pishchevoj produkcii: sb. mater. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (8-19 aprelya 2019 g., g. Krasnodar). CH.1. S. 542.-547. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf/.

7. Priporov, I.E. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obosnovanie processa razdeleniya komponentov voroha semyan podsolnechnika na vozdushno-reshetnyh zernoochisti-tel'nyh mashinah. Krasnodar, 2016. 216 s.

8. Bosoj, E.S. Teoriya, konstrukciya i raschet sel'skohozyajstvennyh mashin/E.S. Bosoj. M.: Mashinostroenie, 1978.