

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ  
ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# НАУКОВИЙ ВІСНИК

ЛУГАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

№ 29

Луганськ  
2011

УДК 62

Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2011. – № 29. – 456 с.

У віснику викладено результати наукових досліджень з проблем механізації технологічних процесів у рослинництві й тваринництві, створення конструкцій нових сільськогосподарських машин, підвищення ефективності використання та ремонту машин, їх надійності та довговічності, а також результати досліджень проблем у будівництві, пов'язаних з питаннями експлуатації і монтажу будівельних конструкцій.

#### Редакційна рада:

Голова ради – ректор університету, д.е.н., професор В.Г. Ткаченко.

Заступник голови – проректор з наукової роботи, д.т.н., професор М.В. Брагінець.

#### Галузь – "Технічні науки"

(Механізація сільськогосподарського виробництва  
і технології харчових виробництв)

#### Редакційна колегія:

- М.В. Брагінець - голова редакційної колегії, д.т.н., професор (ЛНАУ);  
Л.І. Леві - заступник голови, д.т.н., професор (ЛНАУ);  
Г.Г. Бурцев - відповідальний секретар, к.т.н., доцент (ЛНАУ);  
Л.Ф. Бабицький - д.т.н., професор (ЛНАУ);  
А.І. Бойко - д.т.н., професор (ЛНАУ);  
Ф.Ф. Гладкий - д.т.н., професор (ХНТУ);  
В.А. Дідур - д.т.н., професор (ЛНАУ);  
Г.Я. Дрозд - д.т.н., професор (ЛНАУ);  
О.І. Давиденко - д.т.н., професор (ЛНАУ);  
В.І. Кожушко - к.т.н., професор (ЛНАУ);  
В.Е. Кириченко - к.т.н., доцент (ЛНАУ);  
В.Я. Коваль - к.т.н., доцент (ЛНАУ);  
А.Я. Найманов - д.т.н., професор (ДНАБА);  
В.Ф. Пашенко - д.т.н., професор (ХНАУ);  
В.І. Пастухов - д.т.н., професор (ХНТУСГ);  
О.М. Рязанов - к.т.н., доцент (ЛНАУ);  
Ф.М. Снегур - к.б.н., доцент (ЛНАУ);  
В.О. Сукманов - д.т.н., професор (ДДУЕіТ ім. М. Туган-Барановського);  
Л.М. Тищенко - д.т.н., професор (ХНТУСГ);  
С.Г. Радов - к.т.н., доцент (ЛНАУ);  
О.С. Файвусович - д.т.н., професор (ЛНАУ).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації № 15233-3805р  
серія КВ від 18.05.09 р.

Відповідальний за випуск вісника - к.т.н., доцент А.В. Фесенко (ЛНАУ).

Друкується за рішенням Вченої ради університету. Вісник включено до переліку № 4 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (постанова президії ВАК України від 14 квітня 2010 р. № 1-05/3.

Свідоцтво про державну реєстрацію - ДК № 1187 від 03.01.2003 р.

## ЗМІСТ

Войтюк Д.Г., Деркач О.П. ВНЕСОК АКАДЕМІКА П.М. ВАСИЛЕНКА У РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ	6
Булгаков В.М. ВИДАТНИЙ ВЧЕНИЙ В ГАЛУЗІ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ – АКАДЕМІК ВАСИЛЕНКО П.М.	13
Кобець А.С., Демьяненко А.Г. ВИЩА ІНЖЕНЕРНА АГРАРНА ОСВІТА ТА СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ В УКРАЇНІ	23
Адамчук В.В., Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Франчак Ян, Коренко Марош. ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОСНОГО РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО ПОХИЛІЙ ЛОПАТЦІ ВІДЦЕНТРОВОГО АПАРАТА	32
Алієв Е.Б., Похальчук Т.А. ТЕОРЕТИЧНА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ВАКУУМНОЇ СИСТЕМИ ДОЇЛЬНІ УСТАНОВКИ	57
Арсенюк О.В. ОБРОБІТОК ҐРУНТУ РОЗПУШУВАЧЕМ З ВЕРТИКАЛЬНИМ РОТОРОМ І ЙОГО ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ	67
Артёмов М.П. ДО МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНОСТІ МОБІЛЬНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ	73
Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ВИБРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРОВ НА ПОЧВУ	80
Беловод А.И., Дудников А.А., Канивец А.В., Дудник В.В. ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ	86
Бендера І. М., Польовий Б.П., Аморциту О.В. СТАБІЛЬНІСТЬ ХОДУ ОДНОСЕКЦІЙНИХ ДИСКОВИХ ПЛУГІВ	94
Беседа А.А. КОНСТРУКТИВНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА В СЕМЯПРОВОДЕ ПРИ ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИИ	106
Бойко А.І., Банний О.О. РОЗРОБКА СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО АПАРАТУ З ДУБЛЮЮЧИМ ДОЗАТОРОМ	114
Болдар Л.Н. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КОМБАЙНОВИХ І АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ АПК УКРАЇНИ	119
Болдар Л.Н., Болдар Е.Л., Щербак О.А. УМОВИ ОПТИМІЗАЦІЇ НАПРУЖЕНО-ЗДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ КОМБАЙНОВИХ І АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ	140
Болдарь Л.Н., Тамазян В.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТЯХ ДЕТАЛЕЙ ОСНОВНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ ДВС ПОСЛЕ ВЗАИМНОЙ ДОВОДКИ	150

УДК 631.361.1

## КОНСТРУКТИВНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА В СЕМЯПРОВОДЕ ПРИ ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИИ

А.А. Беседа, ст. преподаватель

*Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко*

*Работа посвящена теоретическому обоснованию процесса движения зерна с применением пневмомеханической подачи посевного материала в подпочвенное пространство, а также представлена конструктивно-технологическая схема работы высевальной системы для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур.*

*Ключевые слова:* подпочвенно-разбросной посев, зерно, семяпровод посевной материал, равномерность, пневмотранспортирование.

**Постановка задачи.** Одним из основных технологических приемов в аграрном производстве является посев сельскохозяйственных культур, при этом подпочвенно-разбросной способ распределения посевного материала по площади питания является наиболее перспективным. Наиболее остро этот вопрос стоит при выращивании зерновых культур, урожайность которых зависит от площади питания и рационального использования питательных элементов почвы и солнечной энергии.

**Анализ последних исследований.** Исследования Г.М. Бузенкова, С.А. Ма. А.М. Семенова, Д.Г. Войтюка, С.В. Мельников [2, 3, 4, 5, 8] показывают, что для повышения равномерности распределения зерна в борозде необходимо значительно уменьшить время движения зерна по семяпроводу, т.е. при скорости движения посевного агрегата свыше 9 км/ч высевальной аппарат должен обеспечить принудительную подачу зерна на дно борозды.

**Цель исследования.** Теоретически обосновать конструктивно-технологическую модель движения посевного материала в семяпроводе.

**Результаты исследования.** Движение зерна в семяпроводе (рис. 1) осуществляется таким образом, что зерно из семенного бункера попадает на

посевающее устройство и подается в семяпровод, где подхватывается воздушным потоком и продолжает двигаться по семяпроводу на распределяющее устройство, где распределяется по ширине захвата лапового подшника, опускается в семенное ложе.

Для принудительной подачи зерна на дно борозды используется энергии воздушной струи, нагнетающейся при помощи пневмостанции, которая соединяется с одним из семяпроводов. Воздушный поток, который придает дополнительную скорость посевному материалу, и способствует его движению по семяпроводу, преодолевая сопротивление сил трения посевного материала, возникающие при движении [1].

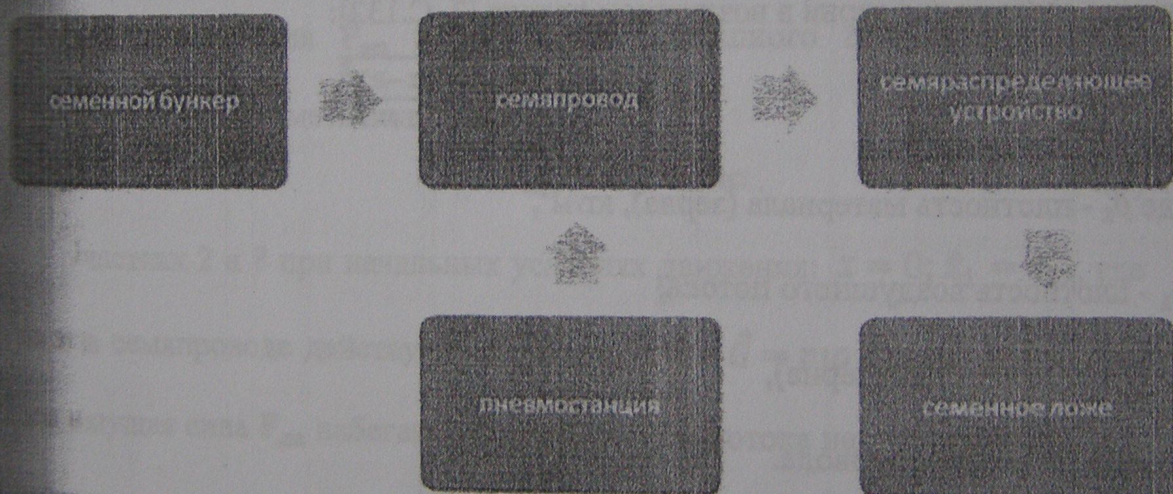


Рис.1. Блок схема движения семени

Воздушный поток передает кинетическую энергию посевному материалу, что дает возможность повысить качество распределения в подсошниковом пространстве при подпочвенно-разбросном посеве и увеличить дальность его транспортирования.

Движение посевного материала (зерна), примем как материальную точку в воздушном потоке семяпровода (рис. 2), который представляет собой совокупность вертикальных участков (1, 2, 8 и 12), гравитационных кривых

различных радиусов  $R$ , (3, 5, 7 и 9), горизонтальных участков (4, 6 и 10) распределительного участка, где зерно движется по дуге определенного радиуса (11). Движение посевного материала происходит при скорости воздушного потока постоянна по времени и по сечению семяпровода, а также с учетом коэффициента трения зерна в воздушном потоке.

Зерно двигается в смешанном режиме: соударяясь о верхнюю и нижнюю поверхность семяпровода, изменяет свою траекторию, при этом выполняется работа по деформации зерна и работа по преодолению силы трения, которую можно охарактеризовать с учетом коэффициента восстановления при ударе ( $0 \leq R \leq 1$ , принимаем  $R = 0,4$  [7, С.118]. С учетом коэффициента восстановления при ударе рассчитываем нижнюю границу коэффициента трения скольжения зерна в воздушном потоке [7, С.132]:

$$f = 0.241 \cdot \sqrt{\frac{r_z \cdot \rho_z}{H \cdot \rho_1} \cdot \left(\frac{1-R}{1+R}\right)^2}, \quad (1)$$

где  $\rho_2$  - плотность материала (зерна),  $\text{кг/м}^3$ ,

$\rho_1$  - плотность воздушного потока,

$r_z$  - радиус частицы (зерна),

$H$  - диаметр трубопровода.

После удара зерно движется под действием силы тяжести и воздушного потока, его скоростные характеристики восстанавливаются.

Исследования движения зерна осуществлялось с учетом изменения условий его движения на двенадцати участках, которые представлены на рисунке 2.

Силовые воздействия потока на обтекаемое тело (посевной материал - зерно), обусловлено сопротивлениями, которые формируют движущую силу  $F_{дс}$ , направленную вдоль продольной оси потока. Вместе с тем при определении суммарных сопротивлений, связанных с обтеканием посевного материала,

учитывают сопротивления, проявляющиеся не только в окрестности посевного материала, но и на некотором удалении от него [6].

Скорость движения зерна на участке 0 (это скорость развиваемая зерном во время движения его из бункера в семяпровод, зависит от скорости высевающей катушки ее размеров и нормы высева) определяется из условия:

$$f \cdot m \cdot g \leq m \cdot \omega^2 \cdot r_k, \quad (2)$$

где  $f$  - коэффициент трения зерна по металлу;  $m$  - масса зерна;  $r_k$  - радиус катушки.

На участке 1 при начальных условиях:  $t = 0$ ;  $x = 0$ ;  $\dot{x} = v_{01}$ , где на зерно в семяпроводе действуют: сила тяжести -  $\vec{G} = mg$  направленная по оси и сила лобового сопротивления  $\vec{F}_{лс}$ , набегающего воздушного потока, уравнение движения зерна будет иметь вид:

$$f - F_{лс} + mg = ma. \quad (3)$$

На участках 2 и 8 при начальных условиях движения:  $x = 0$ ;  $\dot{x}_1 = v_{02}$ , где на зерно в семяпроводе действуют: сила тяжести -  $\vec{G} = mg$  направляющая по оси и движущая сила  $F_{дв}$  набегающего воздушного потока направленная по оси движения.

$$F_{дв} = C_x \cdot S_0 \cdot \frac{\rho_1 \cdot u^2}{2}, \quad (4)$$

где  $u$  -  $u$   $v$  - скорость обтекания тела (относительная скорость воздуха);

$v$  - скорость тела на начале участка;

$u$  - скорость набегающего воздушного потока,

$C_x$  - коэффициент лобового сопротивления тела;

$S_0$  - площадь минимального сечения тела (зерна).

$$C_x \cdot S_0 \frac{\rho_1 (u-v)^2}{2m} + mg = ma. \quad (5)$$

где  $a$  - ускорение свободного падения.

На участках 3 и 9 действуют силы на расстоянии  $S$  от начала участка это  $mg$  - сила тяжести;  $F_{дв}$  - сила набегающего потока;  $F_{тр}$  - сила трения;  $N$  - нормальная реакция поверхности;  $\alpha = \frac{S}{R}$  - угол в радианах.

Можно составить уравнение движения материальной точки (зерна)

$$mv \cdot \frac{dv}{ds} = F_{дв} + mg \cos \alpha - F_{тр}. \quad (6)$$

На горизонтальных участках 4 и 6 зерно движется по горизонтальной поверхности, длина ( $S$ ) которых с агротехнологическими рекомендациями (колеблется в зависимости от ширины захвата, перекрытия и количества лап может изменяться). С учетом набегающего воздушного потока запишем уравнение:

$$ma = mk^2(u-v)^2 - fmg \quad (7)$$

На участке 5 при начальных условиях:  $x = 0$ ;  $\dot{x}_5 = v_{05}$  и условии, что  $90^\circ < \alpha < 110^\circ$  запишем начальное уравнение:

$$F_{дв} - F_{тр} = ma \quad (8)$$

На участке 7 принимаем начальные условия:  $x = 0$ ;  $\dot{x}_6 = v_{07}$ , где выполняется условие  $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$  и действуют силы, составим уравнение

$$F_{скат} + F_{дв} - f_{тр} = ma \quad (9)$$



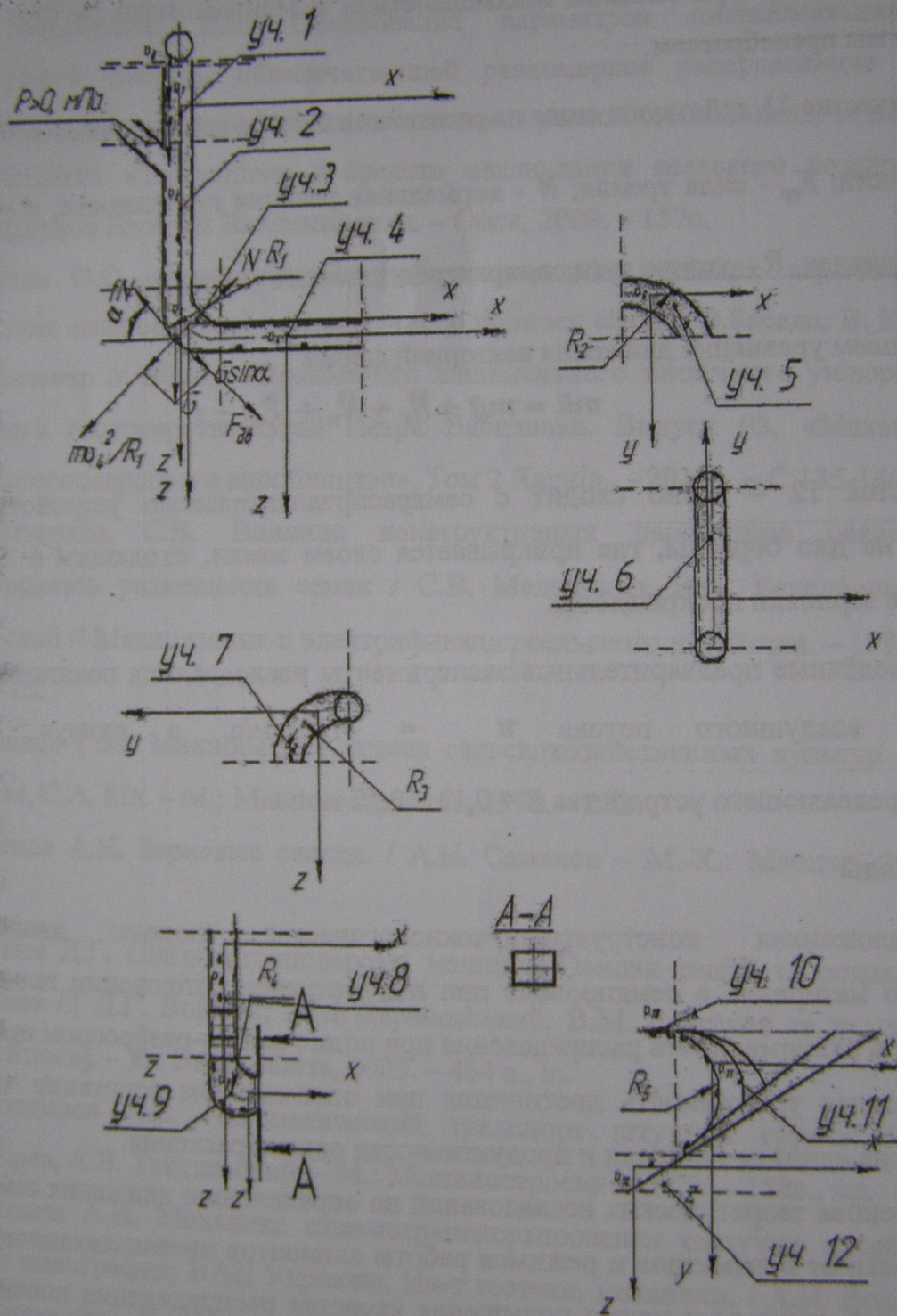


Рис. 2. Схема семяпровода универсального рабочего органа

Участок 10 – зерно выходит из семяпровода и попадает на подлапное семяраспределительное устройство. На этом участке зерна движется в

пограничном слое при сильном взаимодействии и минимальном расстоянии, которым мы пренебрегаем.

На участке 11 действуют силы на расстоянии  $S$  от начала участка это:  $mg$  - сила тяжести;  $F_{\text{тр}}$  - сила трения;  $N$  - нормальная реакция поверхности;  $\alpha = \frac{S}{R}$  - угол в радианах,  $R$  - радиус дуги семяраспределяющего устройства

Запишем уравнение движения векторной форме

$$m\bar{a} = m\bar{g} + \bar{N}_\tau + \bar{N}_n + \bar{F}_{\text{тр}} - f \quad (10)$$

Участок 12 - зерно сходит с семяраспределительного устройства и ложится на дно борозды, где прикрывается слоем земли, сходящим с лапы. Движение зерновки прекращается.

Проведённые предварительные эксперименты исследования показали, что скорость воздушного потока  $u = 4...20$  м/с, а радиус дуги семяраспределяющего устройства  $R = 0,13...0,17$  м.

### Выводы

Предложенная конструктивно-технологическая модель движения посевного материала в семяпроводе при пневмотранспортировании позволит обеспечить равномерность распределение при подпочвенно-разбросном посеве. Максимальная урожайность достигается при оптимальном сочетании числа растений на единице площади и продуктивности одного растения.

На основе теоретических исследований по определению движения семян в зависимости от параметров и режимов работы элементов пневмомеханической высевальной системы с целью повышения качества распределения посевного материала, снижения энергоёмкости технологического процесса и их обработки результатов разработана программа, написанная на языке Fortran PowerStation и MATCAD, позволяющая рассчитать скорость движения на участках.

## Литература

1. Красильников Е.В. Обоснование параметров пневмомеханической высевающей системы обеспечивающей равномерное распределение семян зерновых культур: автореф. Дис.. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологии и средств механизации сельского хозяйства» / Красильников Евгений Владимирович. – Омск, 2009. – 157с.
2. Беседа О.О. Систематизація робочих органів посівних агрегатів для зменшення енергоємності технологічного процесу сівби / О.Беседа; В. Коваль; В. Кириченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 93, «Механізація сільськогосподарського виробництва», Том 2 Харків., - 2010р. – С.135-140
3. Мельников С.В. Влияние конструктивных параметров сеялок на равномерность размещения семян / С.В. Мельников, В.А. Белодедов, Н.В. Островский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. №3. – С. 12-15.
4. Бузенков Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.А. Ма. – М.: Машиностроение, 1976. – 272с.
5. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. / А.Н. Семенов – М.-К.: Машгиз. 1959. – 315с.
6. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / [ Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка]. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с., іл.
7. Смолдырев А.Е. Пневматический транспорт штучных грузов. / А.Е. Смолдырев, А.В. Танталевский. – М.: Машиностроение, 1979. – 158с., ил.
8. Волошин А.И. Механика пневмотранспортирования сыпучих материалов [Текст]: монография; НАН Украины. Ин-т геотехн. механики. / А.И. Волошин, В.В. Пономарев. - К.: Наук. думка, 2001. - 519 с.
9. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. / А.Н. Семенов. – М.: МАШГИЗ, 1959. -418 с.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ  
НАУКОВИЙ ВІСНИК  
ЛУГАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації №  
15233-3805р серія КВ від 18.05.09 р.

Оригінал – макет підготовлений у  
Луганському національному аграрному університеті

Відповідальний за випуск – А.В. Фесенко.

Комп'ютерна верстка – А.В. Фесенко

Підписано до друку 07.09.2011 р.  
Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.  
Друк ризографія. Ум. друк. арк. 38. Тираж 300

Замовлення № 189

Надруковано у ПП Пальчак А.В.  
91016, Луганськ, вул. Коцюбинського, 2/2; тел./факс 55-19-83.