

РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТРОЙСТВА ТОЧНОГО ВЫСЕВА АМАРАНТА МЕТЕЛЬЧАТОГО ПРИ ПОСЕВЕ НА ЛИПКУЮ ЛЕНТУ

Артамонов Евгений Иванович, ст. преподаватель кафедры «Надежность и ремонт машин» ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Селекционная 16.

Тел.: 8-927-73-019-08.

Галенко Иван Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Надежность и ремонт машин» ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная 12.

Тел.: 8-927-68-503-76.

Ключевые слова: амарант, посев, устройство, стенд, равномерность.

Приведены результаты лабораторных исследований высевающего устройства для точного высева амаранта метельчатого при посеве на липкую ленту. Представлено описание конструкции разработанного стенда для проведения исследований.

Развитие животноводства в Поволжском регионе ставит вопрос о необходимости увеличения производства и применения высокоэффективных кормов. Одной из перспективных кормовых культур, обладающих высокой урожайностью и питательной ценностью, является амарант метельчатый, интерес к которому вырос в последние годы. ГНУ НИИС им. Константинова Самарской области проводит селекционные исследования по воспроизводству данной культуры. Лицензирован сорт амаранта «Кинельский 254», проводится работа по созданию новых сортов кормового и зернового направления [1].

Одним из главных из условий, позволяющих обеспечить достижение высокой планируемой урожайности амаранта, является его точный посев с заданным межсеменным интервалом. Равномерное распределение растений необходимо в связи с высокими требованиями к зоне питания. В то же время анализ существующей агропрактики и конструкций современных высевающих устройств показывает [9], что они не позволяют полностью соблюдать агротребования по точности распределения семян в рядке при посеве амаранта, ввиду особо малых размеров семян и особенностей их физико-механических свойств.

На инженерном факультете Самарской государственной сельскохозяйственной академии под руководством профессора В. П. Гнилomedова в 2003-2005 гг. проведены исследования по созданию устройства, способного выполнить точный посев амаранта метельчатого [9]. В настоящее время, проводится разработка опытного образца на основании конструктивных решений по патентам РФ № 61981 и № 2347349 [3, 4]. Опытные посе́вы, выполненные в ГНУ НИИС им. Константинова экспериментальным высевающим устройством показали принципиальную возможность его применения при возделывании амаранта метельчатого сорта Кинельский 254 [2].

Цель исследования – обоснование конструкции высевающего устройства, позволяющего выполнить точный посев семян амаранта метельчатого при моделировании полевых условий на стенде.

Задачи исследований: разработать стенд для исследований равномерности высева семян высевающей секцией, с возможностью моделирования работы в полевых условиях и фиксации результата на липкой ленте; провести исследования равномерности высева и определить рациональные конструктивные и режимные параметры высевающего устройства для точного высева семян амаранта.

На кафедре «Надежность и ремонт машин» Самарской ГСХА разработан стенд для лабораторных исследований равномерности высева семян с.-х. культур на ленту. Стенд (рис. 1) состоит из рамы 1, опорно-приводного механизма 2 и высевающей секции 3 (собранный на базе секции сеялки ССТ – 12Б) с исследовательским высевающим устройством 4, установленным над ленточным транспортером 5. Привод стенда осуществляется через опорно-приводной механизм 2 ременной передачей 6 от стенда КИ-22205, что позволяет плавно и бесступенчато менять скорость движения ленты. Опорно-приводной механизм состоит из опорно-приводных валов 7 и 8, цепной передачи натяжной звездочки 9. Ременная передача 6 передает вращение на вал 7 через шкив. Привод высевающего устройства осуществляется от валов 7 и 8 через опорное пневматическое колесо 10 и редуктор 11 привода высевающей секции. Диапазон частоты вращения высевающего диска изменяется редуктором 11 при помощи цепной передачи и сменных звездочек.

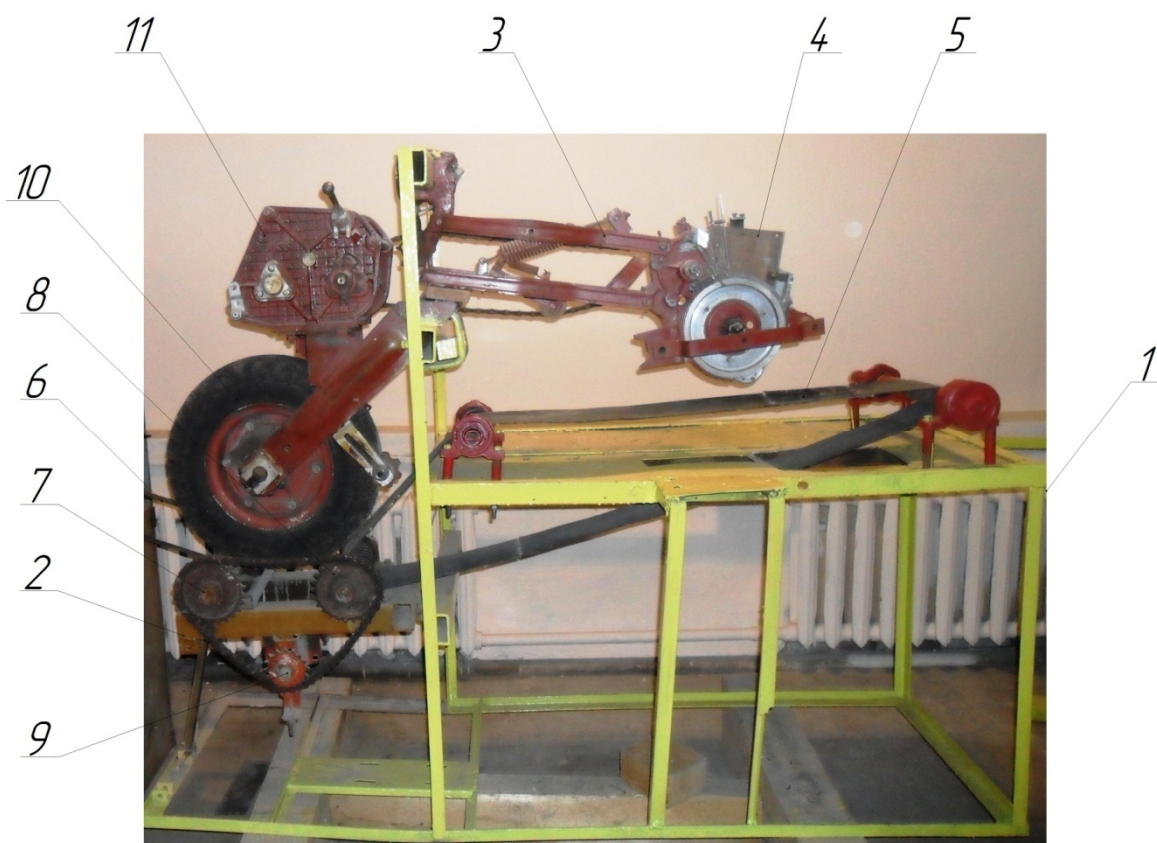


Рис. 1. Стенд для лабораторных исследований равномерности высева семян на липкую ленту:
 1 – рама приводной ремень; 2 – опорно-приводной механизм; 3 – высевающая секция; 4 – исследовательское высевающее устройство; 5 – ленточный транспортер; 6 – ременная передача; 7, 8 – приводной вал; 9 – звездочка натяжная; 10 – опорное пневматическое колесо; 11 – редуктор

Ленточный транспортер 5 (рис. 1) приводится в движение от опорно-приводного вала 8. На ленточном транспортере 5 закрепляют липкую ленту, которая позволяет при работе стенда фиксировать семена, подаваемые высевающим устройством в месте их падения на транспортер. Размеры ленточного транспортера стенда позволяют фиксировать результаты высева на участках липкой ленты длиной до 4,5 м. Это позволяет выполнить требования ГОСТ 31345-2007 для оценки исследуемого показателя. Длина зачетного участка ленты должна быть не менее 2,5 м [5].

Исследовательское высевающее устройство (рис. 2) состоит из корпуса-бункера 1, ячеистого высевающего диска 6, приспособления для регулировки углов отражателя семян и отражателей 2, 3 и 4, заслонки регулирования хода ячейки диска под слоем семян 5 и выталкивателя, который установлен в нижней части устройства. Устройство монтируется на корпусе высевающей секции свекловичной сеялки ССТ-12Б без штатных деталей (бункер, крышка, семенной диск и выталкиватель).

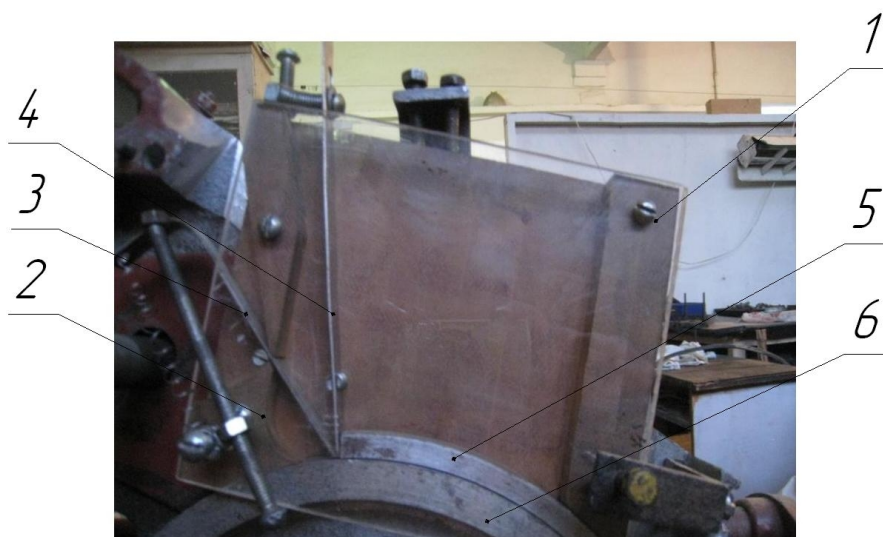


Рис. 2. Исследовательское высеивающее устройство:
 1 – корпус-бункер; 2, 3, 4 – отражатели семян; 5 – заслонка изменения пути хода ячейки семенного диска под слоем семян;
 6 – высеивающий диск

Конструкция устройства (рис. 2) позволяет устанавливать заданное положение отражателей семян и длину пути хода ячейки семенного диска под слоем семян. Механизмы регулирования положения отражателей 2, 3 и 4 позволяют установить их в диапазоне углов от 90 до 15 град. Ход ячейки диска под слоем семян регулируется заслонкой 5 в пределах от 0 до 90 мм. Рабочая поверхность выталкивателя семян выполнена по логарифмической спирали [10].

Количество ячеек семенного диска рассчитывалось из условий соответствия агротехническим требованиям нормы высева.

При работе станда высеваящему диску 6 придается вращение от привода высевальной секции. Семена из корпус-бункера заполняют ячейки высеваящего диска 6 и перемещаются к одному из отражателей. Семена, не попавшие в ячейки высеваящего диска, двигаются в активном слое семян в сторону вращения диска до соприкосновения с отражателем, который их выталкивает в емкость корпус-бункера без повреждений. Семена, запавшие в ячейки, перемещаются вращающимся высеваящим диском до встречи с выталкивателем, который извлекает их из ячеек и сбрасывает на липкую ленту транспортера 5 (рис. 1).

Высев на станде осуществляли на липкую ленту (рис. 3). Использовали ленту, клеящуюся армированную универсальную непрозрачную «Зубр» 12075-50-50 и прозрачную «Зубр» 12031-50.

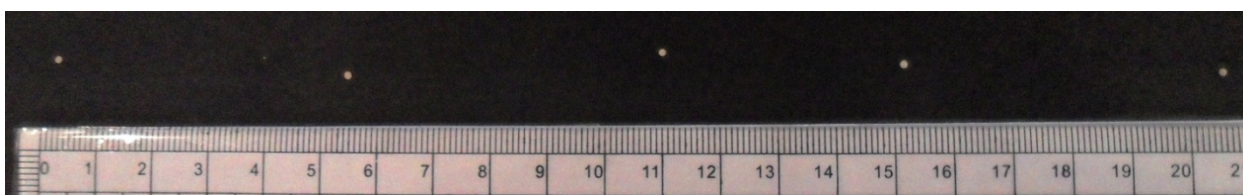


Рис. 3. Распределение семян на участке липкой ленты после высева на станде

При проведении исследований включали привод станда и прокручивали в установленном режиме два полных оборота высеваящего диска и останавливали. Закрепляли на транспортер липкую ленту и снова запускали станд до полного оборота ленточного транспортера. Регистрацию частоты вращения высеваящего диска и приводного вала ленточного транспортера проводили тахометром ДТ6235В с торца вала привода диска и вала привода опорно-пневматического колеса. Останавливали станд, снимали ленту с транспортера. Проводили измерение интервалов между семенами, высеянными на ленте, результаты заносили в журнал наблюдений. Погрешность измерения интервалов составляла не более +5 мм (ОСТ 10 5.1-2000). Опыты проводили в трехкратной повторности.

Равномерность высева оценивали коэффициентом вариации

$$V = \sigma / l_{cp}, \quad (1)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение среднего расстояния между семенами на зачетном участке липкой ленты мм; l_{cp} – среднее расстояние между семенами на зачетном участке липкой ленты, мм.

Для оценки влияния режимных и конструктивных параметров работы высевающего устройства на равномерность высева семян амаранта проводили серии опытов. Устанавливали следующие значения факторов, определяющих работу высевающего устройства: угол отражения семян φ – в диапазоне от 15 до 30 град.; длину хода ячейки высевающего диска под слоем семян l в диапазоне от 8 до 72 мм. Частоту вращения высевающего диска n задавали в интервале от 5 до 17 мин⁻¹, что соответствует окружной скорости u на поверхности диска 0,05-1,96 м/с.

Принятые значения частоты вращения высевающего диска и задаваемая на стенде скорость движения ленты транспортера соответствовали диапазону рабочих скоростей сеялок точного высева [6].

Для определения значимых факторов, определяющих процесс высева семян исследовательским устройством, использовали методику многофакторного планирования экспериментов для реализации эксперимента по плану 2³. На основании результатов предварительных исследований были приняты интервалы и уровни варьирования основных факторов (табл. 1).

Таблица 1

Интервалы и уровни варьирования основных факторов

Уровни варьирования факторов	Факторы			Факторы в кодированном виде		
	l , мм	u , м/с	φ , град	X_1	X_2	X_3
Верхний	64	0,15	25	+1	+1	+1
Нижний	16	0,05	15	-1	-1	-1
Основной	40	0,01	20	0	0	0
Интервал варьирования	24	0,05	5	1	1	1

Результаты обрабатывались по методике, изложенной в работе Л. С. Ушакова и др. [7], а также с использованием программных средств Microsoft Excel, Statistica и MathCAD.

В результате исследований были получены графические зависимости (рис. 4) и уравнения регрессий, характеризующие изменение вариации межсеменных интервалов от исследуемых факторов.

Уравнение регрессии, полученное по результатам многофакторного эксперимента, имеет вид

$$Y = 32,03 - 22 \cdot X_1 + 3,95 \cdot X_2 + 5,48 \cdot X_3 - 1,83 \cdot X_1 \cdot X_2 - 3,04 \cdot X_1 \cdot X_3 + 2,93 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3, \quad (2)$$

и в раскодированном виде:

$$V = -30,61 + 0,82 \cdot l - 530,67 \cdot \vartheta + 4,27 \cdot \varphi - 11,29 \cdot l \cdot \vartheta - 0,08 \cdot l \cdot \varphi - 19,53 \cdot \vartheta \cdot \varphi + \dots \quad (3)$$

$$\dots + 0,49 \cdot l \cdot \vartheta \cdot \varphi$$

Анализ коэффициентов уравнения (3) показывает, что наибольшее влияние на равномерность высева оказывают: ход ячейки под слоем семян l , угол наклона отражателя φ . В меньшей степени влияние на равномерность высева оказывает линейная скорость обода высевающего диска u . Анализ полученных поверхностей отклика показывает, что наименьшая вариация достигается при минимальных значениях угла установки отражателя, частоты вращения высевающего диска и наибольших значениях длины хода ячейки под слоем семян.

Полученные при высеве на ленту графические зависимости (рис. 4) позволяют анализировать изменение вариации межсеменного интервала в зависимости от исследуемых факторов.

При угле установки отражателя семян 30° (рис. 4а) на всем диапазоне исследуемых частот вращения высевающего диска и длины хода ячейки под слоем семян вариация межсеменных интервалов выходит за допустимые пределы агрономических требований к устройствам пунктирного посева.

Следует отметить, что для пунктирного посева сеялками точного высева установлены допустимые значения коэффициента вариации по равномерности распределения семян в рядке не более 35% [6], однако для точного посева амаранта метельчатого с интервалом 45-55 мм, в соответствии с агротехническими требованиями, необходимо достижение вариации не более 10-12% [1].

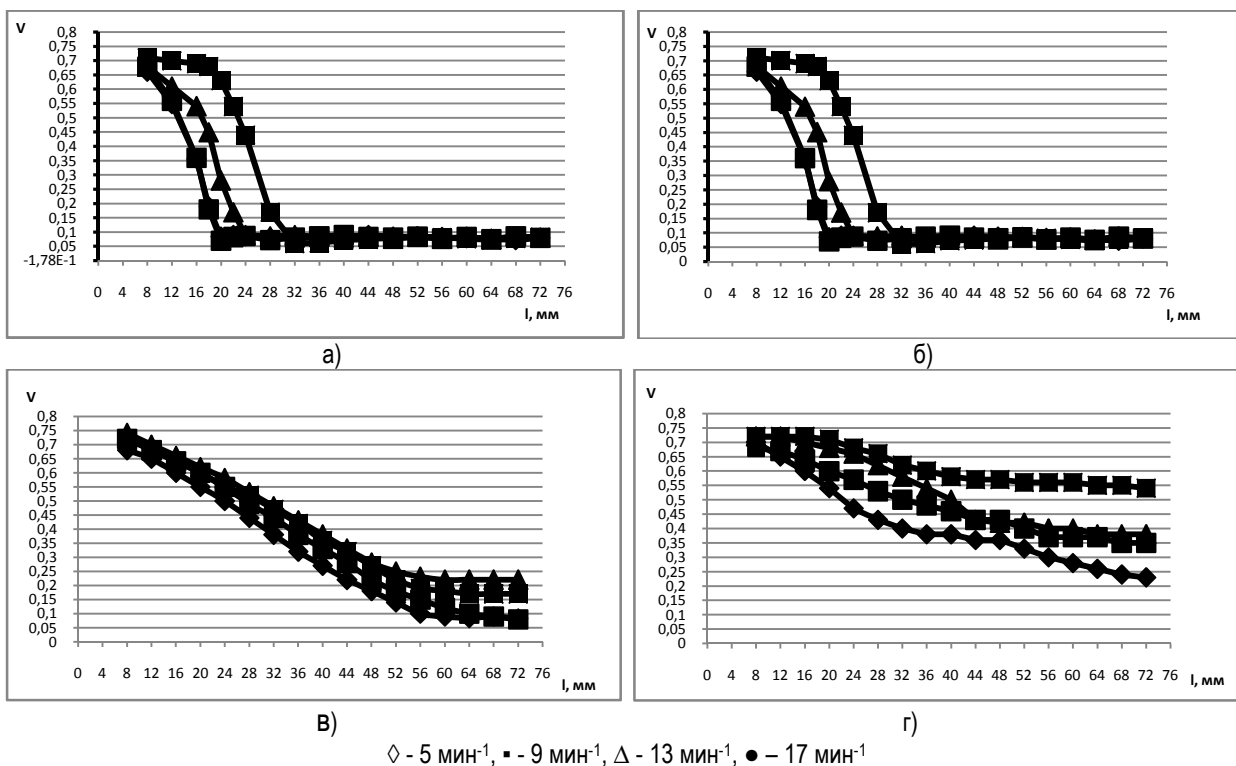


Рис. 4. Изменение вариации V расстояний между семенами продольно в рядке, в зависимости от длины хода ячейки высевающего диска под слоем семян l , частоты вращения диска n и угла установки отражателя:
а) $\varphi=30^\circ$, б) 25° , в) $\varphi=20^\circ$, г) $\varphi=15^\circ$

Вариация межсеменных интервалов при угле отражателя 25° (рис. 4б) на всех режимах частоты вращения высевающего диска соответствует агрономическим требованиям к устройствам пунктирного посева при длине хода ячейки под слоем семян, начиная с 48 мм. При длине хода ячейки более 68 мм и частоте вращения высевающего диска 5-9 мин^{-1} достигается вариация 8-9%.

При угле установки отражателя 20° и длине хода ячейки высевающего диска под слоем семян от 38 мм на всех режимах вариация межсеменных интервалов соответствует агрономическим требованиям к устройствам пунктирного посева. Стабилизация вариации на величине 8-9% происходит при открытии заслонки хода ячейки высевающего диска под слоем семян более 56 мм (рис. 4в).

Наилучшая равномерность распределения достигается при угле установки отражателя семян $\varphi = 15^\circ$ (рис. 4г). Вариация межсеменных интервалов при частоте вращения высевающего диска 5 и 9 мин^{-1} соответствует агрономическим требованиям к устройствам пунктирного посева (менее 35%), при длине хода ячейки, начиная с 16,9 мм, для частоты вращения высевающего диска 17 мин^{-1} вариация снижается до значения 8-10%, при длине хода ячейки более 32 мм, для частот 5 и 9 мин^{-1} вариация соответствует значениям 8-10%, начиная с 20 мм, что позволяет выполнить требования по равномерному посеву амаранта и обеспечить, тем самым необходимую зону питания растений.

В результате обработки результатов исследований и анализа полученных зависимостей установлены конструктивные параметры высевающего устройства, позволяющие обеспечить распределение семян амаранта метельчатого при высеве на липкую ленту с вариацией межсеменных интервалов, не превышающей 8-10%.

Для равномерного и точного высева при скорости посевного агрегата 1,12 м/с длина хода ячейки высевающего устройства под слоем семян должна составлять более 34,5 мм, при постановке угла отражателя семян 15° . Это позволит выполнить агротехнические требования по равномерности распределения семян в рядке при посеве амаранта, что является основой для получения высокой урожайности.

Библиографический список

1. Казарин, В. Ф. Амарант – высокопластичная культура // Агро-Информ. – 2012. – №7. – С.18-20.
2. Мельников, Г. В. Разработка устройства точного высева амаранта метельчатого для реализации современных технологий кормопроизводства / Г. В. Мельников, И. Ю. Галенко, Е. И. Артамонов // Самарская областная молодежная научно-техническая конференция, посвященная 70 лет СГАУ : мат. докл. конкурса УМНИК. – Самара, 2012. – С. 157-159.

3. Пат. 61981 Российская Федерация. Высевающее устройство / Артамонов Е. И. – №2006139918/22 ; заявл. 10.11.2006 ; опубл. 27.03.2007, Бюл. № 9. – 1 с.: ил.
4. Пат. 2347349 Российская Федерация. Высевающее устройство / Артамонов Е. И., Гниломедов В. П. – №2006139884 ; заявл. 10.11.2006 ; опубл. 27.02.2009, Бюл. №6. – 3 с.: ил.
5. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные Методы испытаний. – Введ. 2009–01–01. – М. : Стандарт информ, 2007. – 54 с.
6. Чичкин, В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. Теория, конструкция, расчет / Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства. – Штинница : Кишинев, 1984. – 392 с.
7. Ушаков, Л. С. Активный факторный эксперимент. Математическое планирование, организация и статистический анализ результатов: учебное пособие / С. А. Рябчук, Ю. Е. Котылев, Л. С. Ушаков. – Орел : ОрелГТУ, 2002. – 38 с.
8. Артамонов, Е. И. Амарант на полях Самарской области и проблемы его возделывания / Е. И. Артамонов, И. Ю. Галенко // Проблемы эксплуатации и ремонта автотракторной техники : мат. Международной науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения Геннадия Пракофьевича Шаронова. – Саратов, 2012. – С. 21-27
9. Гниломедов, В. П. Исследование равномерности высева амаранта метельчатого при изменении скорости движения комбинированного агрегата / В. П. Гниломедов, Е. И. Артамонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2006. – Вып. 3. – С. 83-85
10. Артамонов, Е. И. Теоретическое обоснование параметров выталкивателя семян ячеисто-дискового высевающего аппарата / Е. И. Артамонов, О. А. Артамонова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : мат. IV Международной научно-практической конференции. – Ульяновск : УГСХА им. П. А. Столыпина, 2012. – Т. 2. – С. 24-29