

УДК 631.331.022.633.853.52.001

Присяжная С.П., д.т.н., профессор, Желудева Г.В., ДальГАУ

**ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАСКЛАДКИ СЕМЯН СОИ
В РЯДКЕ КАТУШЕЧНО-ВИНТОВЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ СЕЯЛКИ**

В статье приведена математическая модель для описания равномерной раскладки семян в рядке при посеве сеялкой с катушечно-винтовым высевающим аппаратом, зависимости расчета среднего расстояния между семенами при разных нормах высева и способах посева, результаты исследований.

Для того чтобы семена сои размещались в рядке на определенном расстоянии друг от друга, необходимо выбрасывать каждое последующее семя позже предыдущего. При повороте новой катушки желобок перемещает семена к краю клапана не всем своим объемом как у базовой катушки, а только частью. Выпадение зерна происходит при перемещении центра тяжести зерна за край торца клапана. Развернем боковую

поверхность катушки на плоскость и разместим в желобках, при плотной укладке, зерно сои (рис. 1). Выберем начало координат в точке A_1 и проведем координатные оси x и y . Пренебрегая силой сопротивления среды, определим разницу во времени выпадения семян из точек a_1, \dots, a_7 в сошник при вращении катушки в пределах одного желобка на угол φ равный от 0 до 30° .

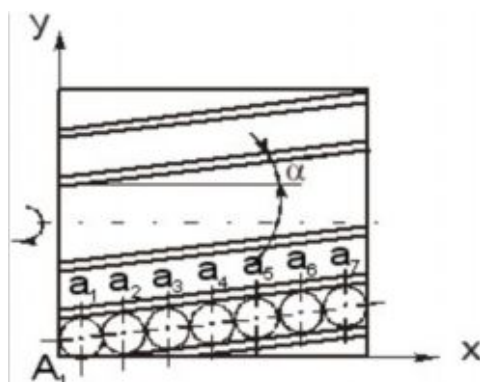


Рис. 1. Последовательность движения зерна сои в желобке при повороте катушки

Составим дифференциальное уравнение движения семян:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = 0; \quad m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg. \quad (1)$$

После 1 и 2 интегрирования получим:

$$\left. \begin{aligned} x' &= C_1, \\ x &= C_1 t + C_2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} y' &= gt + C_3, \\ y &= gt^2 / 2 + C_3 t + C_4 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Постоянные интегрирования C_1, C_2, C_3, C_4 находим из начальных условий: при $t = 0, x = 0, x' = v_0, y = 0, y' = 0$. При этом $C_2 = 0, C_1 = v_0, C_4 = 0, C_3 = 0$. После подстановки постоянных интегрирования в выражения (1) получим:

$$\left. \begin{aligned} x' &= v_0 \\ x &= v_0 t \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} y' &= gt \\ y &= gt^2 / 2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Пусть в плоскости наряду с прямоугольной системой координат x, y с началом в точке A введена полярная система координат φ, S так, что полярная ось и положительная ось x совпадут. Тогда полярные координатные (φ, S) произвольной точки (a) плоскости, преобразуются в декартовы координаты (x, y) этой точки по формулам:

$$\left. \begin{aligned} x &= S \cos \varphi \\ y &= S \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Функциональную зависимость $S = f(\varphi)$ заданную на некотором множестве значений $\varphi_1, \varphi_2 \dots \varphi_n$, можно интерпретировать как множество точек (φ, S) плоскости в полярной системе координат, где $S = f(\varphi)$.

В область определения функции $S = f(\varphi)$ входят значения угла φ , при которых $f(\varphi) \geq 0$. Построение графика функции $S = f(\varphi)$ можно осуществить по точкам. При данном φ проводим луч из точки A под углом φ к полярной оси и затем на этом луче отмечаем точку $a_1 = (\varphi_1, f(\varphi_1))$ графика функции, находящуюся на расстоянии $S_1 = f(\varphi_1)$ от точки A .

Функция $S = S_0 / \cos(\varphi - \varphi_0)$ описывает такую прямую, что опущенный на нее из полюса A перпендикуляр имеет длину S_0 и образует с полярной осью угол φ_0 (рис. 2).

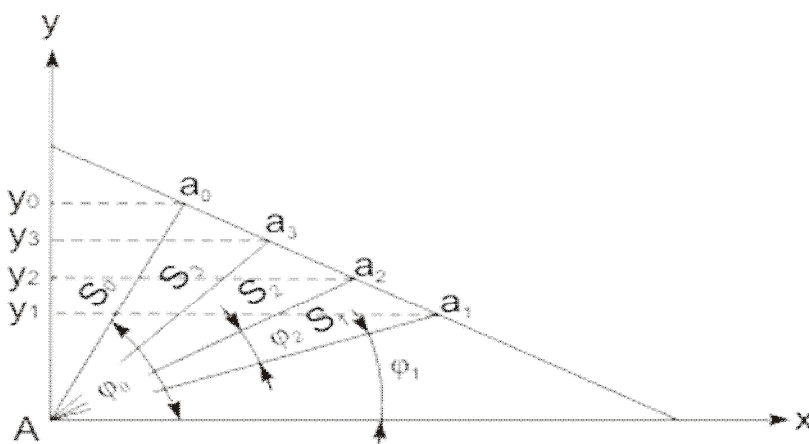


Рис. 2. Преобразование полярных координат в декартовы

Проекции полярных координат на ось x при угле поворота показывают последовательность освобождения желобка от семян, а на ось y расстояние S_1, S_2 и т.д., при раскладке семян на пути движения сеялки.

Тогда

$$\Delta S = S_1 - S_2 = (y_2 - y_1), \quad (7)$$

где y_1, y_2 – координаты расположения семян в рядке, связанные с углом поворота катушки.

Значит, после выброса первого семени сеялка должна пройти путь ΔS по направлению скорости, а катушка через

передаточное отношение повернется на угол $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$. так как расстояние центров при укладке семян на пути движения сеялки с постоянной скоростью будет одинаковым, то расстояние при раскладке семян сои по длине рядка будет одинаковым. Это следует из формулы (7), где переменными являются y_1 и y_2 .

В винтовом катушечном высевальном аппарате желобки катушки выполнены по диагонали и под определенным углом $\alpha = 26,5 \dots 30^\circ$ таким образом, что если провести параллельную линию относительно оси вращения катушки, то

первый желобок левого торца катушки выходит на второй желобок правого торца. Это означает, что при полной разгрузке одного желобка вступает в разгрузку каждый последующий желобок катушки при движении сеялки. Прерывистость и последовательность высева семян новой и базовой катушками можно рассматривать с помощью (рис. 3), на котором показан цилиндрический катушечный аппарат, развернутый на плоскость. Из рисунка 3 видна цикличность работы базовой катушки (прерывистая линия 1) и непрерывность новой (непрерывная линия 2).

Установим связь между полярными и прямоугольными декартовыми координатами. Пусть начало прямоугольной системы координат совпадает с полюсом 0, а положительное направление оси 0x с полярной осью. Положение зерна (любая точка на сплошной линии желобков катушки) на плоскости определяется двумя числами: числом S, выражающим расстояние положения зерна от полюса (точка 0) (рис. 4) и числом $\varphi = \alpha = 26,5...30^0$ величиной угла подъема желобка. Положительным направлением отсчета угла $\varphi = \alpha$ считается направление работы катушки

против часовой стрелки, осуществляющей подачу семян к выгрузному окну подпирającego клапана катушечного высевающего аппарата.

Из рисунка 4 непосредственно следует:

$$\left. \begin{aligned} x &= S \cos \gamma \\ y &= S \sin \gamma \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

отсюда,

$$\left. \begin{aligned} S &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{y}{x} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Уравнением $S = f(\alpha)$ в полярной системе координат определяем некоторую линию, которая является сплошной линией всех двенадцати желобков катушки, вступающих в последовательную разгрузку семян сои, расположенных под одинаковым углом α на ее боковой поверхности. Используя метод приближенного вычисления определенных интегралов, исходя из понятия определенного интеграла как предела суммы, вычислим определенный интеграл для базового и винтового желобков.

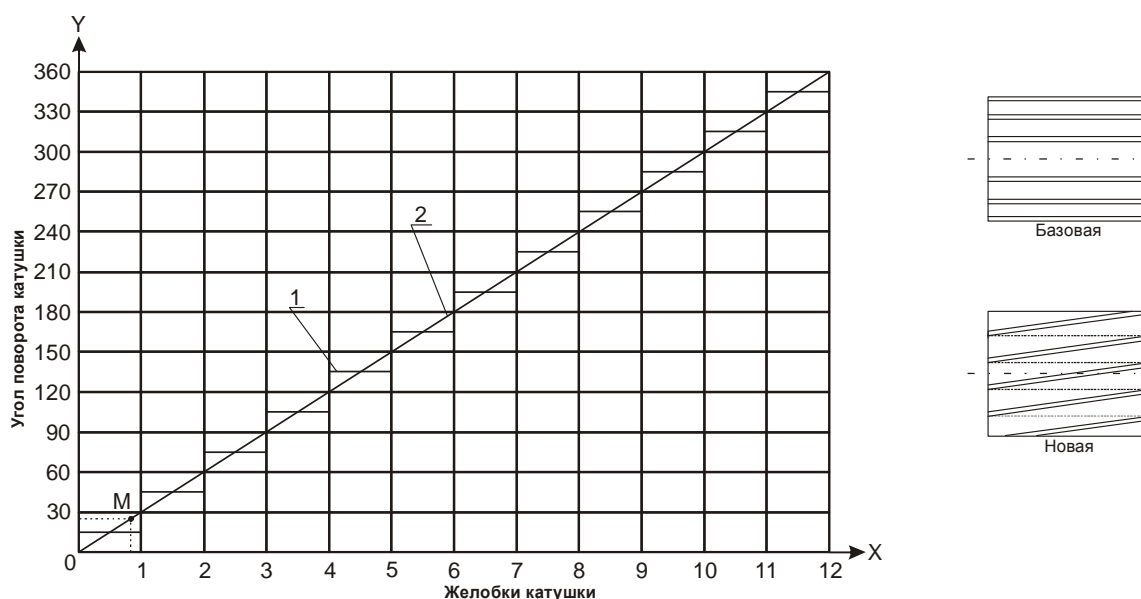


Рис. 3. Схема прерывистой и непрерывной последовательности разгрузки желобков базовой и новой катушками высевающего аппарата при максимальной рабочей длине и повороте на 360^0

Разделим отрезок $[A, B]$ точками $a = x_0, x_1, x_2, \dots, x_n = b$ на n равных частей длины Δx ; $\Delta x = \frac{b-a}{n}$ (рис. 4).

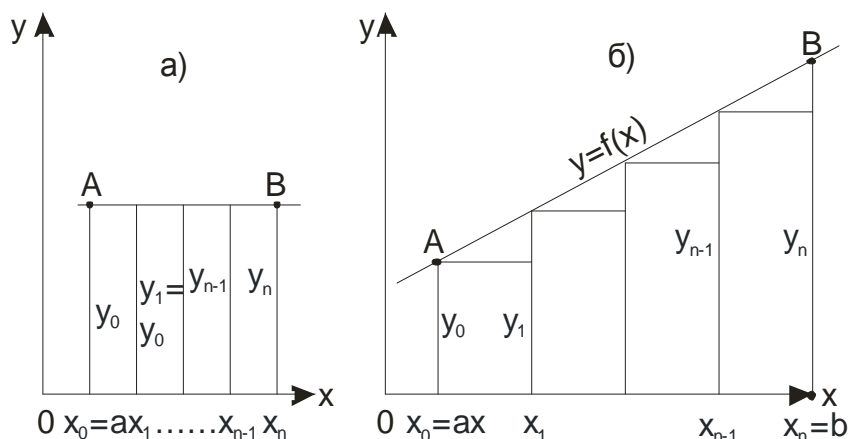


Рис. 4. К определению равномерности высева семян базовой и винтовой катушками: а – желобок базовой катушки, б – желобок винтовой катушки

Обозначим далее через $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n, y_{n-1}$ значения функции $f(x)$ в точках $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$, т.е. $y_0 = f(x_0), y_1 = f(x_1), \dots, y_n = f(x_n)$. Составим суммы $y_0 \Delta x + y_1 \Delta x + \dots + y_{n-1} \Delta x$ и $y_1 \Delta x + y_2 \Delta x + \dots + y_n \Delta x$.

Каждая из этих сумм является интегральной суммой для $f(x)$ на отрезке (A, B) и поэтому приближенно выражает интеграл:

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1}). \quad (10)$$

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n). \quad (11)$$

Для желобка базовой катушки $y_0 = y_1 = y_2 = \dots = y_n$. Из рисунка 4 видно, что $f(x)$ для нее положительная и не возрастающая и не убывающая функция. Тогда формулы (10), (11) выражают суммарную площадь прямоугольной фигуры

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} Y n = (b-a) Y. \quad (12)$$

Откуда ясно, что разгрузка (n) семян из желобка происходит одновременно. Для желобка новой катушки $f(x)$ – положительная и возрастающая функция. И формула (10) выражает площадь ступенчатой

фигуры, составленной из «входящих» прямоугольников, а формула (11) – площадь ступенчатой фигуры состоящей из «выходящих» прямоугольников.

Если шаг деления $\Delta = \frac{b-a}{n}$ принять за

число семян находящихся в наклонном желобке то из рисунка 4 видна последовательность выпадения зерна из желобка при соответствующей форме поджимного клапана. Тогда математически можно определить расстояние между семенами при перемещении сеялки и последовательном выпадении семян из одного винтового диагонального желобка, а также других последующих.

Расчет размещения семян сои

По агротехническим требованиям рекомендуемые способы посева сои рядовой с междурядьями 15 см. и широкорядный с междурядьями 45 см. Для получения необходимой густоты растений следует руководствоваться рекомендуемым числом всхожих семян на одном гектаре. По рекомендациям ВНИИсои для скороспелых сортов количество всхожих семян на 1 га

составляет 800 тыс. шт., среднеспелых сортов – 700 тыс. шт. и позднеспелых – 600 тыс. всхожих семян. Площадь 1 га составляет 10000 м², следовательно на 1 м² требуется размещать соответственно 80, 70 и 60 штук семян сои, тогда

$$n_{\text{за}} = \frac{M}{F}, \quad (13)$$

где M – количество всхожих семян на 1 га, шт;
F – площадь 1 га, м².

Исходя из принятой ширины междурядий определяем количество рядков размещенных на 1 м² посевной площади при рядовом и широкорядном способах посева P_р, P_ш (14).

$$\left. \begin{aligned} D_{\delta} &= \frac{A}{m_{\delta}} \\ D_{\phi} &= \frac{A}{m_{\phi}} \end{aligned} \right\}, \quad (14)$$

где A – ширина 1 м² посевной площади, см;
m_р, m_ш – ширина междурядий, см.

Определяем среднее количество семян при раскладке в одном рядке при разных способах посева:

$$\left. \begin{aligned} m_{\delta} &= \frac{n_{\phi\delta}}{D_{\delta}} \\ m_{\phi} &= \frac{n_{\phi\phi}}{D_{\phi}} \end{aligned} \right\}, \quad (15)$$

где n_{ум} – количество семян на 1 м², шт;

P_р, P_ш – количество рядков при рядовом и широкорядном способах посева на 1 м².

При норме высева 600 тыс. всхожих семян при рядовом способе посева количество семян составит 9 шт. на 1 погонном метре, при широкорядном – 27 шт. на погонном метре; при норме высева 700 тыс. семян при рядовом способе – 10,5 шт., при широкорядном – 31 зерно, при норме высева 800 тыс. семян рядовой способ – 12 шт., при широкорядном способе посева - 36 шт.

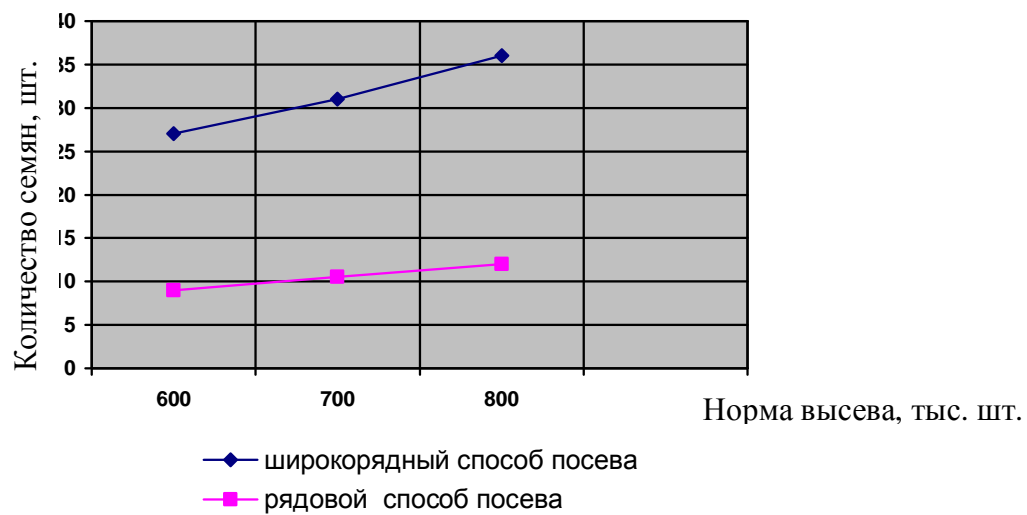
Находим среднее расстояние между семенами при рядовом и широкорядном способах посева сои

$$\left. \begin{aligned} S_p &= \frac{L}{n_p} \\ S_{ш} &= \frac{L}{n_{ш}} \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

где L – длина погонного метра рядка, м;

n_р, n_ш – количество семян на одном погонном метре при разных способах посева, шт.

а)



б)

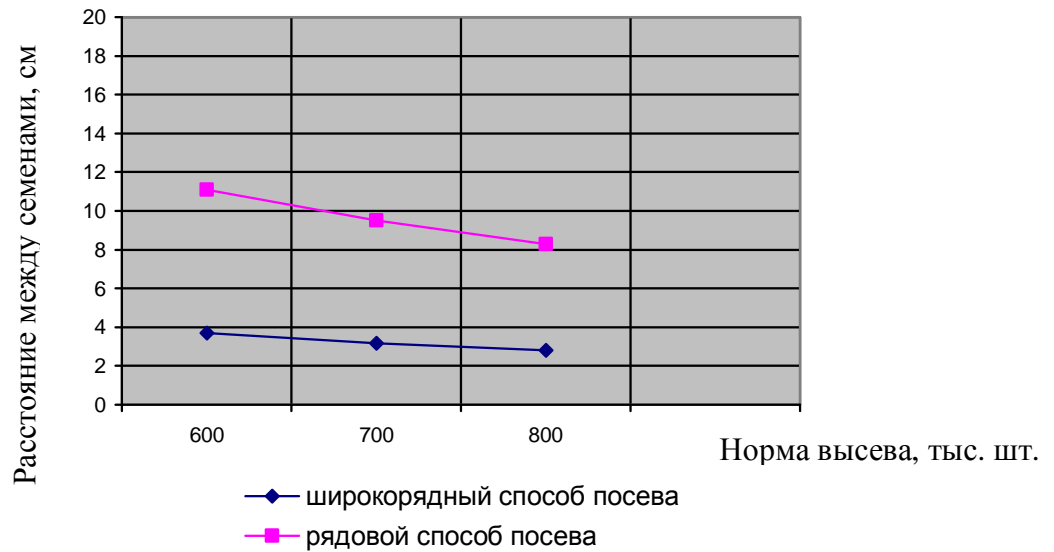


Рис. 5 а, б Определение количества и среднего расстояния между семенами при разных нормах высева и способах посева

Среднее расстояние между семенами составит: при рядовом способе посева при норме высева 600 тыс. всхожих семян на га составит 11,1 см, при 700 тыс. всхожих зерен на га – 9,52 см, при 800 тыс. всхожих зерен на га – 8,33 см; при широкорядном способе посева: при норме высева 600 тыс. зерен – 3,7 см, при 700 тыс. зерен – 3,17 см, при 800 тыс. зерен – 2,77 см.

Количество оборотов в минуту приводных колес сеялки будет:

$$n = \frac{V}{L_2 \times 60}, \quad (17)$$

где V - фактическая скорость движения агрегата, км/ч;

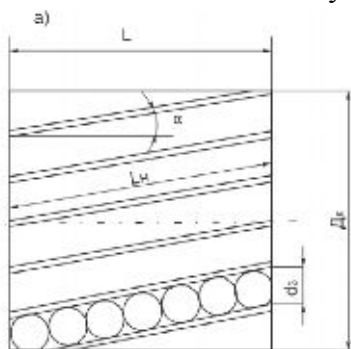
L_2 – длина обода приводного колеса сеялки СЗП-3,6 при диаметре 710 мм составит 2,23 м

При передаточном отношении, рекомендованном на посеве сои 0,124, за один оборот катушки приводное колесо сеялки проходит путь равный 17,98 м:

$$S_1 = \frac{L_2}{i}, \quad (18)$$

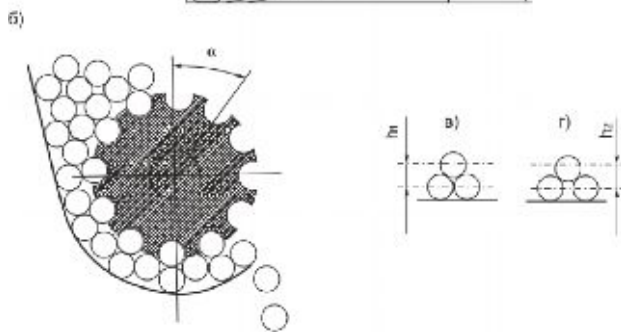
где i – передаточное отношение.

Найдем путь, пройденный сеялочным агрегатом при повороте катушки на 30° при освобождении одного желобка катушки:



$$S_2 = \frac{S_1}{z}, \quad (19)$$

где z - количество желобков винтовой катушки.



другим 13 –14 семян. Среднее расстояние между выпадающими семенами должно составлять, согласно агротехническим требованиям, 9 – 11 см. Из формулы (20) среднее расстояние между семенами при посеве винтовым диагональным высевальным аппаратом будет составлять 11 см, что соответствует требованиям.

$$S_3 = \frac{S_2}{n_c}. \quad (20)$$

Для четкого разделения семян сои, выпадающего из диагонального желобка катушки, и поступления его на одну прямую параллельную движению сеялки важное значение имеет профиль выбросного окна высевального аппарата. На рисунке 6 показаны схемы укладки семян сои в желобке винтовой диагональной катушки высевального аппарата и активном подкатушечном слое. Из рисунка видно, что если торцевую часть подпирающего клапана доньшка катушки принять параллельной осевой линии длины катушки, то при перемещении активного слоя зерна сои по доньшку и в желобке при повороте катушки и выброс активного слоя, и освобождение желобка будут более равномерными, так как истечение семян сои происходит непрерывно исходя из попеременной их укладки в ребре катушки и подкатушечном слое, при перемещении их центра тяжести за край клапана (доньшка).

Проведенный анализ показывает цикличность разгрузки семян базовым горизонтальным желобком и последовательное выпадение семян сои из наклонного винтового желобка и нижнего подпирающего слоя, которое может примерно через каждые 2^0 поворота катушки высевального аппарата против часовой стрелки при прямолинейном движении сеялки со скоростью 9 км/ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2134502 Российская Федерация, 6A01C7/12. Катушечно-щеточный высевальный аппарат / Присяжная С.П., Присяжный М.М., Долгушева Г.В., Шабуня С.А.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный

Государственный аграрный университет. - № 98100988/13; заявл. 23.01.98; опубл. 20.08.99, Бюл. № 23. – 4 с.

2. Пат. 2226760 Российская Федерация, 7A01C7/12. Сеялка / Присяжная С.П., Присяжный М.М., Личман О.М., Шабуня С.А., Желудева Г.В.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный Государственный аграрный университет. - № 2002112277/12; заявл. 06.05.02; опубл. 20.04.04, Бюл. № 11 – 4 с.

Бузенков, Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.А.Ма. – М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.