

УДК 631.3: 633.71

UDC 631.3: 633.71

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

**ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПОСЕВА СЕМЯН
РАССАДНЫХ КУЛЬТУР В ПОЧВУ**

**THEORETICAL AND EXPERIMENTAL SUB-
STANTIATION OF THE PROCESS MODES OF
HYDRAULIC SEEDING OF SEEDLING CROPS
IN THE SOIL**

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

Vinevskii Evgeny Ivanovich
Dr.Sci.Tech., Professor
RSCI SPIN-code: 7273-9453
chief researcher
vniitti1@mail.kuban.ru
*All-Russian Research Institute of tobacco, makhorka
and tobacco products, Krasnodar, Russia*

Трубилин Евгений Иванович
д.т.н., профессор, Ведущий специалист КРИА
ДПО ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет»
РИНЦ SPIN-код: 6414-8130

Trubilin Evgeny Ivanovich
Dr.Sci.Tech., Professor, Leading specialist of KRIA
DPO FGBOU HE "Kuban state agrarian University»
RSCI RSCI SPIN-code: 6414-8130

Науменко Антон Геннадиевич
РИНЦ SPIN-код: 1267-8246
аспирант
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13*

Naumenko Anton Gennadievich
RSCI SPIN-code: 1267-8246
Master student
*Kuban state agrarian University named after I. T. Tru-
bilin, 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina, 13*

Пестова Людмила Петровна
кандидат технических наук
РИНЦ SPIN-код: 8846-5419
ведущий научный сотрудник
*ВНИИ табака, махорки и табачных изделий,
Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская,
42*

Pestova Lyudmila Petrovna
Candidate of technical sciences
RSCI SPIN-code: 8846-5419
leading researcher
*All-Russian Research Institute of tobacco, makhorka
and tobacco products, Krasnodar, Russia*

Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию и экспериментальному подтверждению влияния режимов процесса гидравлического посева семян на параметры технологии рядкового посева семян рассадных культур. Выдвинута гипотеза, что обеспечить равномерную глубину посева семян в пределах 0,5...1,5 мм возможно путем подачи семян в почву гидравлическим способом с использованием жидкости. Составлена номограмма влияния высоты начального уровня жидкости и ее плотности на величину давления, оказываемого ею на почву. Установлено, что как с увеличением плотности жидкости, так и высоты начального уровня жидкости давление полидисперсной системы на почву возрастает. Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния давления, оказываемого жидкостью на почву и скорости движения

The article presents results of theoretical and experimental studies on the justification and experimental confirmation of the influence of hydraulic seeding process modes on the parameters of row seeding technology for seedling crops. It is hypothesized that it is possible to ensure a uniform depth of seeding within 0.5...1.5 mm by feeding seeds into the soil by hydraulic means using a liquid. We have compiled a nomogram of the influence of the height of the initial level of the liquid and its density on the amount of pressure exerted by it on the soil. It was found that the pressure of the polydisperse system on the soil increases with both the density of the liquid and the height of the initial liquid level. Experimental studies have been conducted to study the effect of the pressure exerted by the liquid on the soil and the speed of the drill on the depth of furrow formation and the depth of wetting the soil. The article determines empirical dependences of furrow depth on the pressure exerted on it for different types of soils. It is found that the depth of soil wetting

сеялки на величину глубины образования борозды и глубины смачивания почвы. Определены эмпирические зависимости глубины борозды от давления, оказываемого на нее для различных видов почв. Определено, что с увеличением скорости движения сеялки глубина смачивания почвы снижается

decreases with increasing speed of the drill

Ключевые слова: ДАВЛЕНИЕ, ЖИДКОСТЬ, СЕМЕНА, ПОЧВА

Keywords: PRESSURE, LIQUID, SEEDS, SOIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-024>

Особенностью посева семян мелкосемянных культур является небольшая (до одного мм) глубина заделки их в почву. Кроме того, особенностью рядкового посева семян для выращивания рассады в сооружениях защищенного грунта в отличие от посева семян в поле является то, что ширина междурядий в 10...20 раз меньше, чем при рядковом посеве в полевых условиях [1-5].

Обеспечить существующими механическими устройствами постоянную глубину высева проблематично.

Целью исследования являлось теоретически обоснование и экспериментальное подтверждение влияния режимов процесса гидравлического высева семян на параметры технологии рядкового посева семян рассадных культур.

Выдвинута гипотеза, что обеспечить равномерную глубину посева семян в пределах 0,5...1,5 мм возможно путем подачи семян в почву гидравлическим способом с использованием жидкости.

Рассмотрим процесс воздействия полидисперсной системы «рабочая жидкость – семена рассадных культур» на почву (рис.1). Допустим, что площадь поперечного сечения струи полидисперсной системы, выходящей из гидросемяпровода, равна $S_{\text{семяпровод}}$, скорость полидисперсной системы $v_{\text{жидк}}$, плотность $\rho_{\text{жидк}}$ (рис. 1).

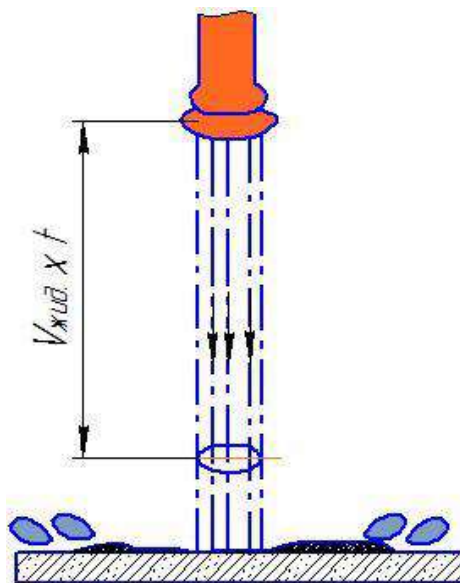


Рисунок 1. Схема воздействия полидисперсной системы на почву

Рассмотрим случай, когда струя воздействует на почву перпендикулярно. Определим силу, с которой струя будет давить на почву.

Необходимо отметить, что в течение *каждой секунды* до почвы успевают дойти и коснуться ее все те частицы полидисперсной системы, которые находились от нее на расстоянии не больше чем $v_{жидк}$ (рис. 1).

Следовательно, каждую секунду со почвой будет взаимодействовать масса полидисперсной системы, заключенная в объеме, равном $S_{семепровод} \cdot v_{жидк}$. Так как плотность полидисперсной системы $\rho_{жидк}$, то эта масса будет равна $m_{жидк} = \rho_{жидк} \cdot S_{семепровод} \cdot v_{жидк}$.

В дальнейших расчетах необходимо учитывать то количество движения $m_{жидк} \cdot v_{жидк}$, которое будет приносить к стенке именно эта масса, т. е.

$$m_{жидк} \cdot v_{жидк} = \rho_{жидк} \cdot S_{семепровод} \cdot v_{жидк} \cdot v_{жидк} = \rho_{жидк} \cdot S_{семепровод} \cdot v_{жидк}^2$$

После удара о почву полидисперсная система равномерно растекается во все стороны от места удара. Количество движения всей

массы полидисперсной системы после удара будет слагаться из количеств движения ее частичек, уходящих от места удара в разные стороны.

Если какая-либо частица полидисперсной системы A уходит с некоторой скоростью $v_{\text{жидк}}$ влево, то при равномерном растекании всегда найдется такая же частица B , которая с такой же по модулю скоростью будет уходить вправо (рис. 2) [6].

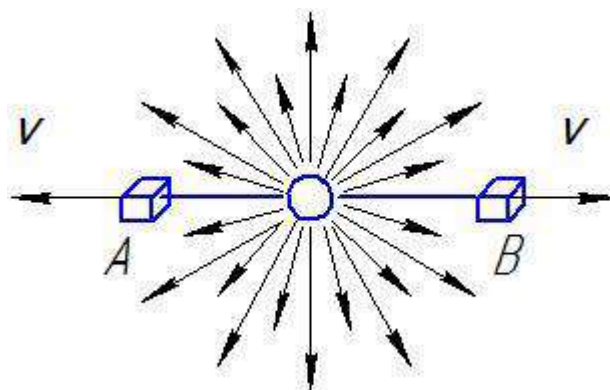


Рисунок 2. Схема распределения частиц полидисперсной системы на почве

Количества движения таких частиц численно равны, но противоположны по направлению. Сумма количеств движения для этой пары частиц равна нулю. Так как для любой частицы полидисперсной системы после удара найдется такая парная ей частица, то можно утверждать, что полная сумма количеств движения всех частиц после растекания будет также равна нулю. Таким образом, принимаем, что после удара о почву полное количество движения полидисперсной системы становится равным нулю.

Проведем расчет импульса S силы, получаемый полидисперсной системой от почвы за одну секунду.

$$S = F_{\text{жидк}} \cdot \Delta t = m_{\text{жидк}} \cdot v_2 - m_{\text{жидк}} \cdot v_1 \quad (1)$$

Подставляя значения $\Delta t = 1 \text{ сек};$

$m_{\text{жидк}} \cdot v_2 = 0; m_{\text{жидк}} \cdot v_1 = \rho_{\text{жидк}} \cdot S_{\text{сечение}} \cdot v_{\text{жидк}}^2$, получим

$$F_{\text{жидк}} \cdot 1 \text{сек} = -\rho_{\text{жидк}} \cdot S_{\text{семяпровод}} \cdot v_{\text{жидк}}^2 \quad (2)$$

Импульс, получаемый почвой за ту же секунду, равен

$$F_{\text{жидк}} \cdot 1 \text{сек} = \rho_{\text{жидк}} \cdot S_{\text{семяпровод}} \cdot v_{\text{жидк}}^2 \quad (3)$$

Известно, что импульс силы за единицу времени численно равен самой силе. Учитывая это, запишем выражение для модуля силы, действующей на почву со стороны струи полидисперсной системы:

$$F_{\text{жидк}} = \rho_{\text{жидк}} \cdot S_{\text{семяпровод}} \cdot v_{\text{жидк}}^2 \quad (4)$$

Скорость истечения жидкости определяется формулой Торричелли

$$v_{\text{жидк}} = \sqrt{2gH} \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения;

H — расстояние между верхним уровнем жидкости в баке и нижним концом гидросемяпровода (высота столба жидкости).

Таким образом, давление, оказываемое полидисперсной системой на почву, будет равно:

$$p_{\text{жидк}} = \frac{F_{\text{жидк}}}{S_{\text{семяпровод}}} = \frac{\rho_{\text{жидк}} \cdot S_{\text{семяпровод}} \cdot v_{\text{жидк}}^2}{S_{\text{семяпровод}}} = 2\rho_{\text{жидк}} \cdot g \cdot H \quad (6)$$

По результатам теоретического анализа процесса воздействия полидисперсной системы на почву составлена номограмма влияния высоты начального уровня жидкости и ее плотности на величину давления, оказываемого ею на почву (рисунок 3). Из рисунка видно, что как с увеличением плотности жидкости, так и высоты начального уровня жидкости давление полидисперсной системы на почву возрастает.

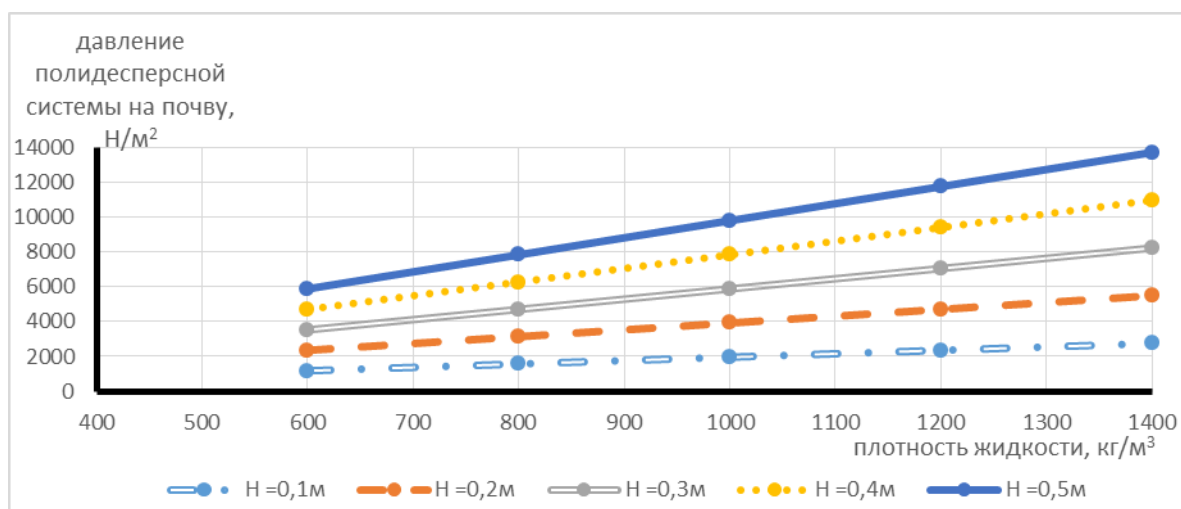


Рисунок 3. Номограмма влияния высоты начального уровня жидкости и ее плотности на величину давления, оказываемого ею на почву

Для подтверждения теоретического анализа процесса воздействия полидисперсной системы «рабочая жидкость – семена рассадных культур» на почву проведены экспериментальные исследования по изучению влияния давления, оказываемого жидкостью на почву на величину глубины образования борозды (рисунок 4).

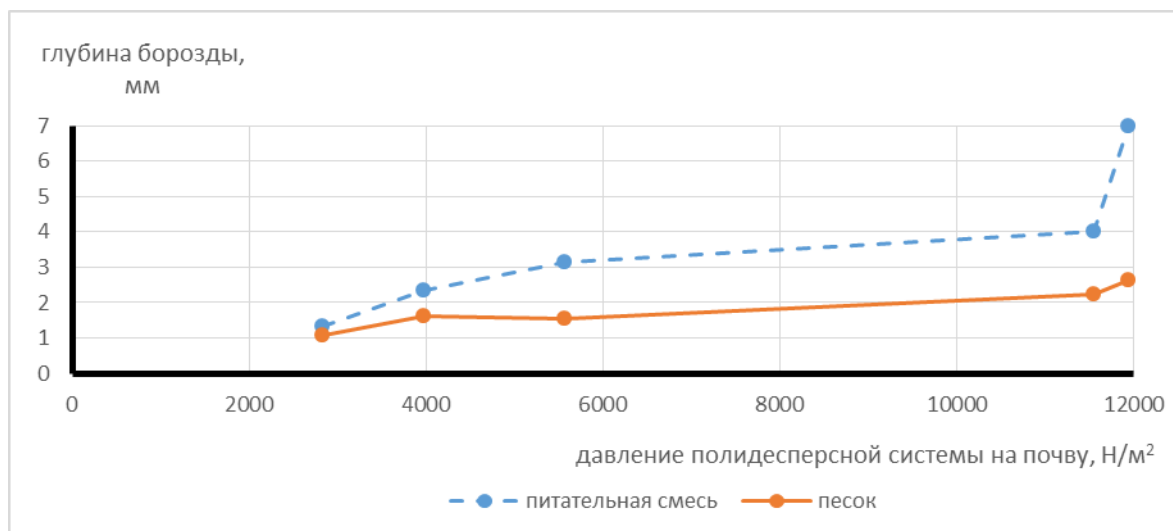


Рисунок 4. Влияние давления полидисперсной системы на почву на почву и плотности почвы на глубину образования борозды

В результате анализа экспериментальных данных влияния давления полидисперсной системы на почву и ее плотности на глубину образования борозды, определены эмпирические зависимости глубины борозды от

давления, оказываемого на нее для различных видов почв, позволяющие устанавливать необходимую глубину образования борозды за счет давления, оказываемого полидисперсной системой на почву.

$$H_{\text{борозд питат. смесь}} = 1,2086e^{0,0001p} \quad (7)$$

$$H_{\text{борозд песок}} = -2E-09p^2 + 0,0002p + 0,7243 \quad (8)$$

Экспериментально изучено влияние скорости движения сеялки на на глубину смачивания почвы (рисунки 5, 6).

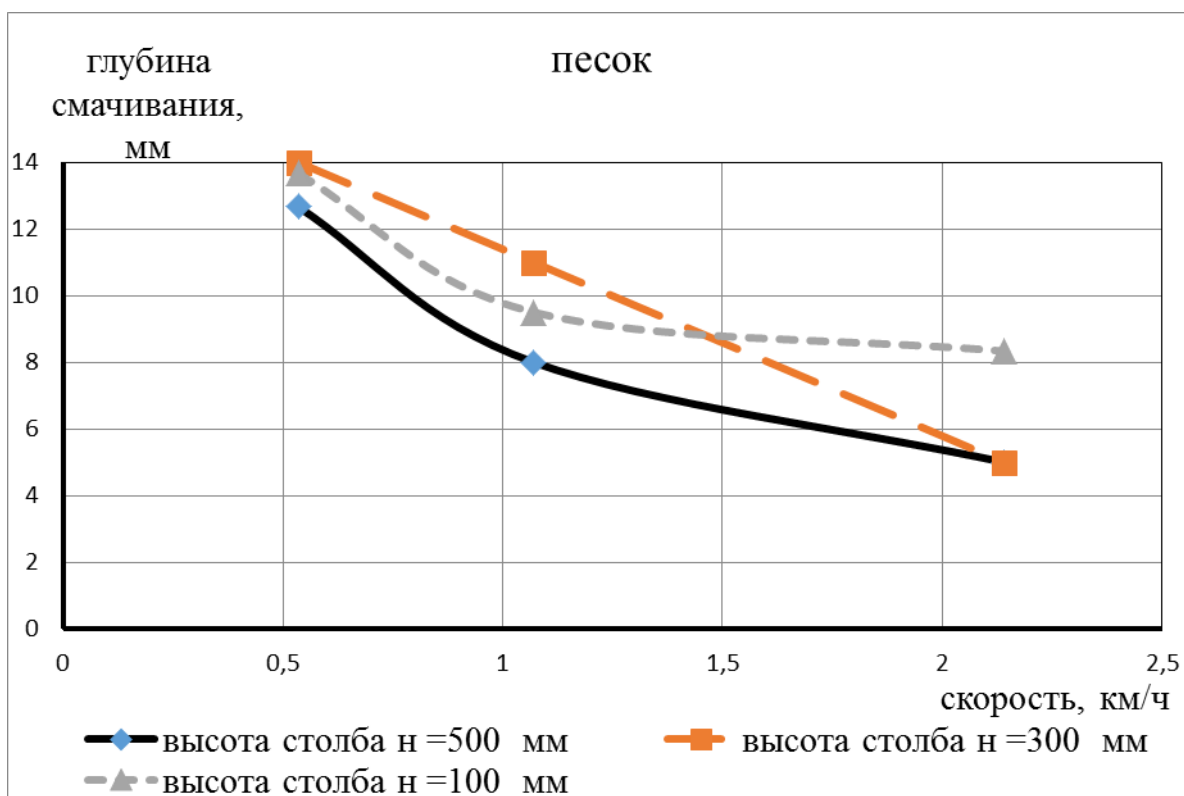


Рисунок 5. Влияние высоты начального уровня жидкости и скорости движения сеялки на глубину смачивания песка

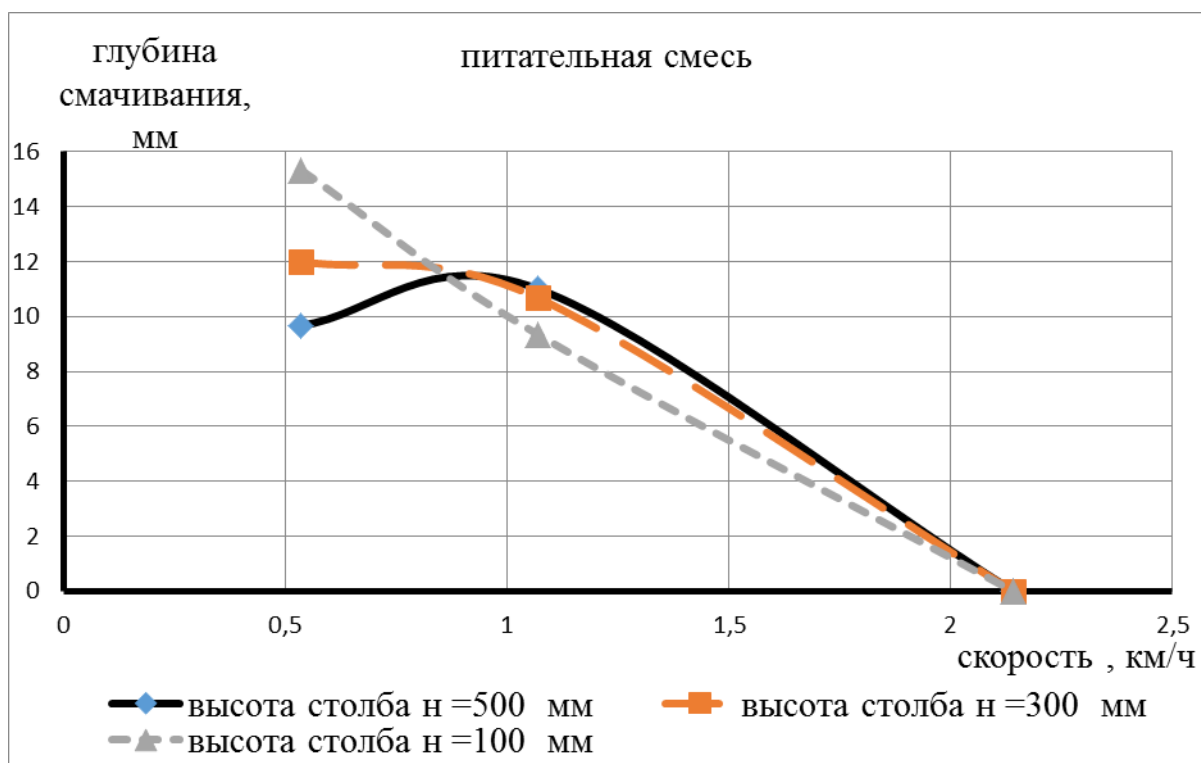


Рисунок 6. Влияние высоты начального уровня жидкости и скорости движения сеялки на глубину смачивания питательной смеси

Результаты анализа результатов экспериментальных исследований по изучению влияния скорости движения сеялки на величину глубины смачивания показывают, что с увеличением ее скорости движения глубина смачивания почвы снижается.

Установлено, что для обеспечения глубины высева семян в почву $h = 5$ мм давление полидисперсной системы на почву должно быть равно $p = 11 \cdot 10^3 - 12 \cdot 10^3 \frac{H}{m^2}$, а скорость передвижения $V = 1,0 \dots 1,5$ км/ч.

Таким образом, теоретически обоснованы и экспериментально определены режимы давления полидисперсной системы на почву и скорости движения сеялки, обеспечивающие необходимую глубину высева семян в грунт.

Список литературы

1.Виневский, Е.И. Средства механизации выращивания рассады табака/Е.И. Виневский, Дьячкин И.И., Грушевская Т.В., Пестов А. Д., Богомолова Т.И.// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. №7. - С.7 – 10.

2.Виневский, Е.И. Теоретические основы технологического процесса рядкового высева семян рассадных культур/ Е.И. Виневский, А.Г. Науменко//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).– С298-302.. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf.

3.Виневский, Е.И. Параметры рабочего органа для посева семян табака гидравлическим способом/ Е.И. Виневский, А.Г. Науменко, Л.П. Пестова и др.// Сборник научных трудов института/ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар: Просвещение – Юг, 2016. – Вып.181. -377с. ISBN 978-5-93491 – 724-2/ С. 171 – 175.

4.Виневский, Е.И. Параметры устройства для обеспечения постоянного расхода жидкости в сеялке для рядкового посева семян рассадных культур гидравлическим способом/ Е.И. Виневский, А.Г. Науменко, Л.П. Пестова [Электронный ресурс]// Научный журнал КубГАУ, 2018 г., №141(07) URL: <http://ej.kubagro.ru/2018/07/pdf/03.pdf>.

5. Виневский, Е.И. Сеялка для посева гидравлическим способом семян рассадных культур/ Е.И. Виневский, Е.И. Трубилин, А.Г. Науменко, Л.П. Пестова// Сельский механизатор. 2018г. № 10. С.18-19.

6. Бричагина, А.А. Модель взаимодействия струи жидкости с почвой/ Бричагина А.А., В.К. Евтеев, С.Н. Ильин/ВЕСТНИК ИРГСХА. 2016. № 76.С.153-160.

References

1.Vinevskiy. E.I. Sredstva mekhanizatsii vyrashchivaniya rassady tabaka/E.I. Vinevskiy. Diachkin I.I.. Grushevskaya T.V.. Pestov A. D.. Bogomolova T.I.// Mekhanizatsiya i elek-trifikatsiya selskogo khozyaystva. – 2002. №7. - S.7 – 10.

2.Vinevskiy. E.I. Teoreticheskiye osnovy tekhnologicheskogo protsessa ryadkovogo vyseva semyan rassadnykh kultur/ E.I. Vinevskiy. A.G. Naumenko//Innovatsionnyye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i khraneniya ekolo-gicheski bezopasnoy selskokhozyaystvennoy i pishchevoy produktsii: sb. mater. II Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (05-26 iyunya 2017 g.. g. Krasnodar).– S298-302.. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf.

3.Vinevskiy. E.I. Parametry rabocheho organa dlya poseva semyan tabaka gidravlicheskim sposobom/ E.I. Vinevskiy. A.G. Naumenko. L.P. Pestova i dr.// Sbornik nauchnykh trudov instituta/FGBNU VNIITTI. – Krasnodar: Prosveshcheniye –Yug. 2016. – Vyp.181. - 377s. ISBN 978-5-93491 – 724-2/ С. 171 – 175.

4.Vinevskiy. E.I. Parametry ustroystva dlya obespecheniya postoyannogo raskhoda zhidkosti v seyalkе dlya ryadkovogo poseva semyan rassadnykh kultur gidravlicheskim sposobom/ E.I. Vinevskiy. A.G. Naumenko. L.P. Pestova [Elektronnyy resurs]// Nauch-nyy zhurnal KubGAU. 2018 g.. №141(07) URL: <http://ej.kubagro.ru/2018/07/pdf/03.pdf>.

5. Vinevskiy. E.I. Seyalkа dlya poseva gidravlicheskim sposobom semyan rassad-nykh kultur/ E.I. Vinevskiy. E.I. Trubilin. A.G. Naumenko. L.P. Pestova// Selskiy mekhanizator. 2018g. № 10. S.18-19.

6. Brichagina. A.A. Model vzaimodeystviya strui zhidkosti s pochvoy/ Brichagi-na A.A.. V.K. Evteyev. S.N. Ilin/VESTNIK IRGSKhA. 2016. № 76.S.153-160.