

# РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЗАДЕЛЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДКИ ЛУКА-СЕВКА

**ДОРОХОВ Алексей Семенович**, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ  
**СИБИРЁВ Алексей Викторович**, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ  
**АКСЕНОВ Александр Геннадьевич**, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

*В статье представлены конструкции дискового заделывающего органа и сошника машины для посадки лука-севка. Описали методику проведения и результаты сравнительных исследований по определению показателей качества работы заделывающих рабочих органов машины для посадки лука-севка. Результаты проведенных сравнительных лабораторных исследований заделывающих рабочих органов машины для посадки лука-севка показали, что дисковые заделывающие органы обеспечивают более высокие показатели качества работы, чем сошник с установленными заделывающими элементами, выполненными в форме окунико в исследуемом интервале значений поступательной скорости движения и межсевового расстояния между заделывающими элементами заделывающих органов в среднем на 1,7 %.*

**Введение.** Производство овощных культур является важной составляющей обеспечения населения качественной продукцией в соответствии с рекомендуемыми нормами потребления, разработанными институтом питания РАМН, и прогноза численности населения Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденного распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 года № 1662-р. В структуре производства овощной продукции капуста составляет 32 %, помидоры и лук – 16 %, морковь и огурцы – 8 %, свекла столовая – 4 %. Особенностью производства среди наиболее распространенных овощных культур характеризуется лук. Данное обстоятельство следует объяснить тем, что лук, в отличие от других овощных культур, возделывают в двух- и трехлетнем цикле [1, 2, 5]. Наиболее распространенным является способ возделывания лука из севка. Однако при производстве лука из севка существует проблемная ситуация, характеризующаяся тем, что при механизированной посадке луковиц лука-севка необходимо обеспечить перевод луковицы из хаотичного положения при укладке в борозде вешкой вверх, т.е. донцем вниз, а также равномерное распределение их в борозде. Научные исследования в области ориентированной посадки луковиц и корнеплодов конической формы позволили разработать различные типы конструкций высаживающих аппаратов [6, 10]. Однако следует отметить их лимитирующее воздействие на ориентированную раскладку луковиц только лишь в борозде, что следует исходя из технологической схемы посадочной машины, согласно которой, окончательное воздействие на поса-

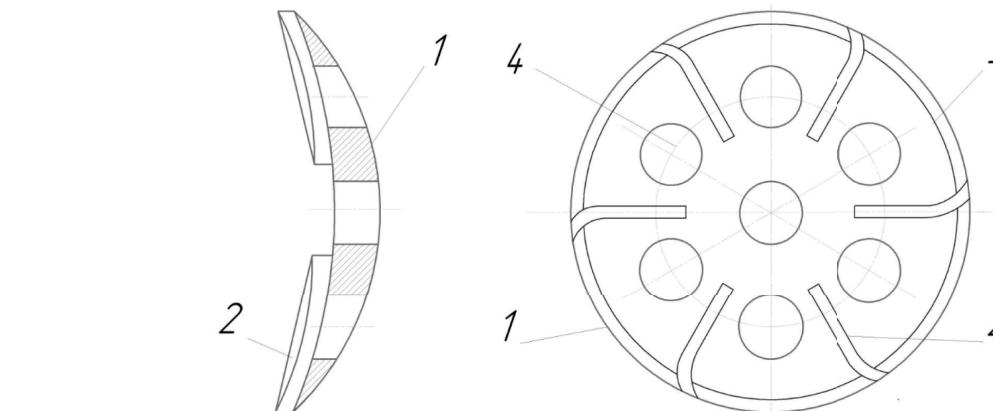
дочный материал оказывают бороздораскрывающие и бороздозакрывающие рабочие органы различных типов [3, 4, 7–9, 11].

Цель исследований – определение показателей качества работы заделывающих рабочих органов машины для посадки лука-севка.

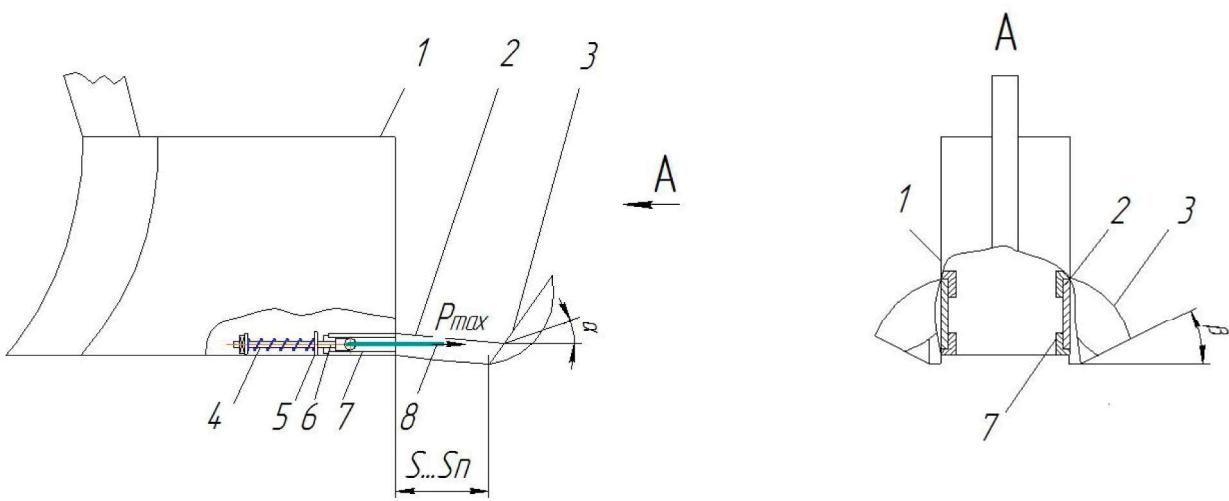
**Методика исследований.** Для выполнения показателей качества посадки луковиц разработана конструкция бороздораскрывающего (рис. 1) и бороздозакрывающего (рис. 2) рабочих органов, способствующих выполнению технологического процесса посадки в различных условиях физико-механических свойств почв при равномерности распределения и сохранения ориентированного конструкцией высаживающего аппарата посадочного материала положения в борозде. Бороздозакрывающий рабочий орган представляет конструкцию, выполненную в виде выпуклого сферического диска 1 с диаметрально расположенными по всей его поверхности отверстиями 4, обеспечивающие снижение материоемкости устройства при выполнении функции очистки диска от почвы. На внутренней поверхности сферического диска 1 расположены элементы его конструкции, обеспечивающие фракционное дозирование почвы в борозду непосредственно на посадочный материал при его вращательном движении по сформированному междуурядью и направление почвенного слоя вертикального сверху рабочей поверхностью почвонаправителя 2.

Совершенствование конструкции бороздораскрывающего рабочего органа направлено на повышение показателей качества посадки при внесении конструктивных изменений раз-





**Рис. 1. Устройство диска заделывающего органа: 1 – диск сферический; 2 – почвонаправители; 3 – кромка режущая; 4 – отверстия круглые**



**Рис. 2. Сошник посадочной машины: 1 – корпус; 2 – пластина соединительная; 3 – элементы заделывающие; 4 – пружинный упругий механизм; 5 – кронштейн; 6 – шток; 7 – направляющая; 8 – тяга**

носторонних щек сошника 1, установкой на их поверхности пружинных упругих механизмов 4, установленных на кронштейнах 5, совершающих возвратно-поступательное движение по направляющим 6.

Технологический процесс работы предлага-емого бороздораскрывающего рабочего органа при условии отсутствия сгруживания почвенно-го слоя между корпусом 1 сошника и заделывающими элементами 3 осуществляется пропуска-нием почвенного слоя между вышеназванными элементами конструкции.

В момент повышения предельного по объ-ему количества почвы силовое воздействие  $P$ , обусловленное работой пружинно-упругого механизма, способствует перемещению заделывающих элементов 3 на расстояние  $S$ , что от-крывает возможность прохода почвенного слоя через увеличенное расстояние между задним обрезом корпуса 1 сошника и заделывающими элементами 3.

С целью обоснования параметров разрабо-танных функционирующих элементов посадоч-ной машины, представленных бороздораскрывающим и бороздозакрывающим рабочими

органами, проведены экспериментальные иссле-дований на лабораторном стенде, состоящем из остава 1 по внутренней поверхности которого перемещается узел крепления 2 функционирую-щего элемента 8, электродвигателя 4, частотного преобразователя 5, гибкой канатной связи 6 и динамометра 7 (рис. 3).

Исследования были проведены при соблю-дении следующей последовательности действий по обеспечению требуемой влажности в поса-дочном слое не более 25 % и твердости почвы не более 0,15 МПа на глубине 0–5 см, соответству-ющему интервалу посадки.

Раскладка луковиц выполнялась вручную с фиксированным ориентированным положе-нием в борозде после раскрытия борозды пол-зовидным сошником с интервалом расположе-ния между соседними луковицами не более  $L = 0,1$  м.

При проведении экспериментальных иссле-дований на основании результатов про-ведания отсеивающего эксперимента по вы-явлению наиболее определяющих факторов качественных показателей посадки (коли-чество заделанных почвой луковиц, распо-



**Рис. 3. Общий вид лабораторной установки: 1 – ости; 2 – узел крепления; 3 – валец приводной; 4 – электродвигатель; 5 – преобразователь частотный; 6 – связь канатная; 7 – динамометр; 8 – элемент функционирующий**

ложенных донцем вниз (вверх и боком), и равномерность распределения луковиц в борозде) были выявлены:

для дискового заделывающего органа: межцентровое расстояние между дисками заделывающего органа  $S_1$ , м; поступательная скорость дискового заделывающего органа  $v_{d1}$ , м/с;

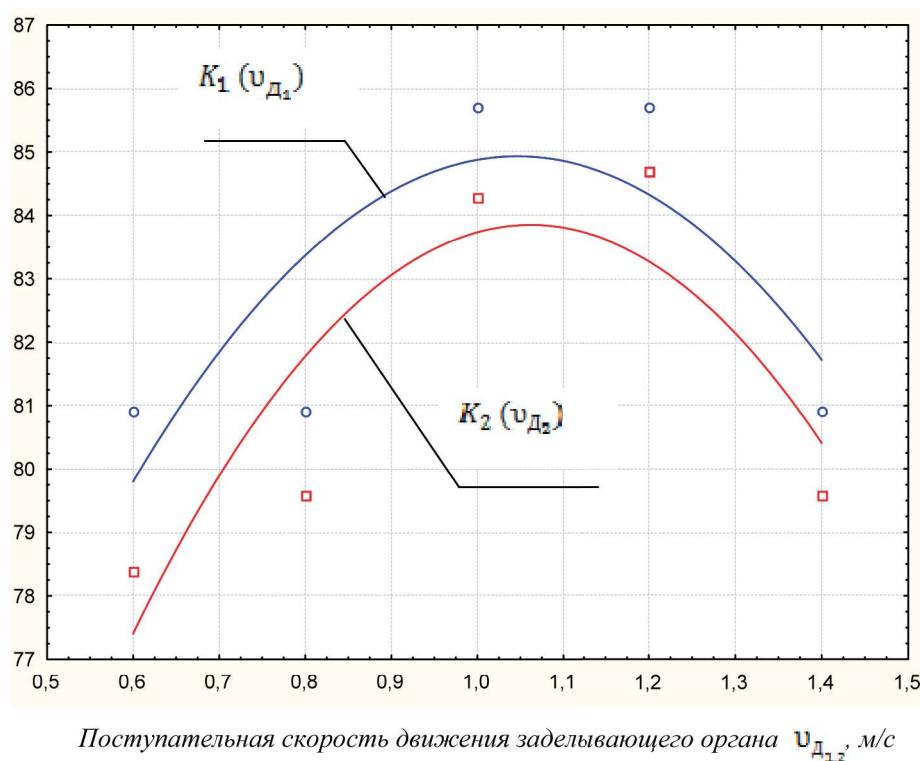
для сошника: расстояние между корпусом сошника и заделывающими элементами  $S_2$ , м; поступательная скорость движения сошника  $v_{d2}$ , м/с.

При завершении технологического процесса заделки посадочного материала на исследуемой учетной делянке были определены исследуемые показатели качества извлечением с поверхности луковицы почвенного слоя.

При проведении сравнительных лабораторных исследований заделывающих рабочих органов технологический параметр, определяющий

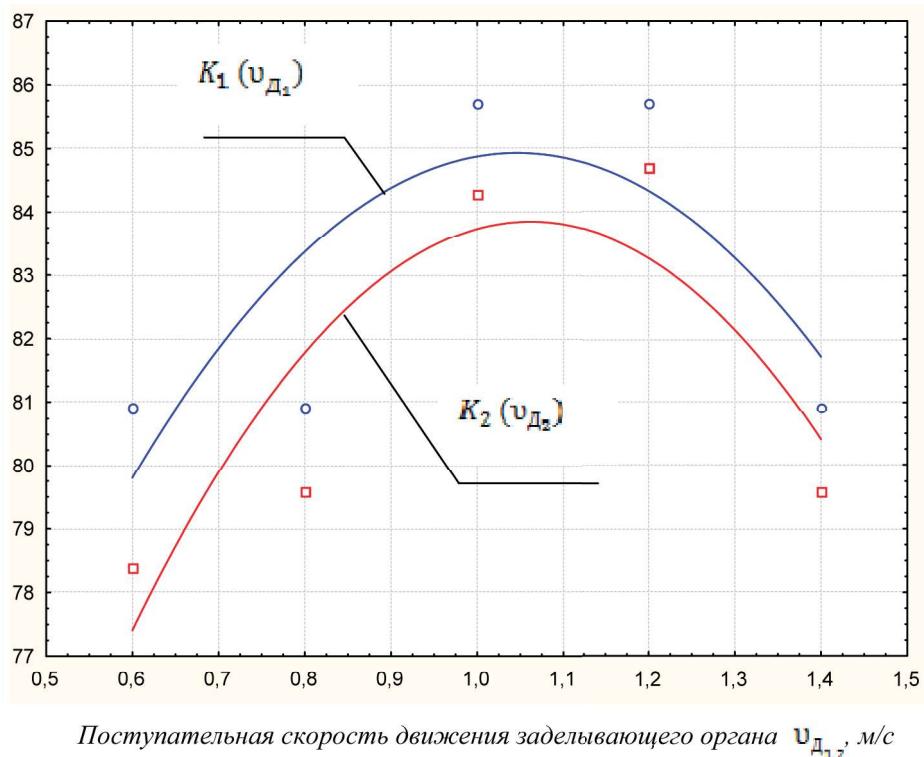
положение функционирующего элемента посадочной машины в рабочей плоскости, был установлен в фиксированном положении, численное значение которого для дискового заделывающего органа установлено в 30 град. и характеризуется углом между горизонтальным диаметром диска и направлением его поступательного движения, для сошника, данный технологический параметр определяет угол установки заделывающих элементов в вертикальной плоскости относительно поверхности борозды, равный 127 град.

**Результаты исследований.** Проведение экспериментальных исследований завершалось обработкой полученных результатов и построением графических зависимостей показателей качества работы бороздораскрывающих и бороздозакрывающих рабочих органов от их технологических параметров (рис. 4, 5).



**Рис. 4. Зависимость количества луковиц, заделанных почвой донцем вниз  $K_{1,2}$ , % от поступательной скорости движения дискового заделывающего органа  $v_{D_1}$  и сошника  $(v_{D_2})$  лукопосадочной машины**





**Рис. 5. Зависимость равномерности распределения луковиц, заделанных почвой вдоль ряда  $P_{1,2}$ , % от поступательной скорости движения дискового заделывающего органа с почвеноправителями ( $v_{D_1}$ ) и сошника ( $v_{D_2}$ ) лукопосадочной машины**

Корреляционная связь между количеством луковиц заделанных почвой донцем вниз  $K$ , % и равномерностью распределения луковиц вдоль ряда  $P$ , % от поступательной скорости движения дискового заделывающего органа и сошника выражается уравнением параболических функций (1) и (2) соответственно:

$$\begin{cases} K_1 = 56,7 + 53,8 v_{D_1} - 25,7 v_{D_1}^2, \\ K_2 = 49,8 + 64,1 v_{D_2} - 30,1 v_{D_2}^2. \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} P_1 = 29,8 + 126,2 v_{D_1} - 67,8 v_{D_1}^2, \\ P_2 = 28,2 + 126,8 v_{D_2} - 68,1 v_{D_2}^2. \end{cases} \quad (2)$$

Анализ графических зависимостей представленных на рис. 4, 5 свидетельствует о том, что дисковые заделывающие органы обеспечивают более высокие показатели качества работы, чем сошник с установленными заделяющими элементами в исследуемом интервале значений поступательной скорости движения заделывающих органов, в среднем на 1,3 %.

Результаты сравнительных исследований показателей качества работы заделывающих органов машины для посадки лука-севка в зависимости от межосевого расстояния между дисками заделывающего органа  $S_1$  (дисковый заделывающий орган) и расстояния между корпусом сошника и заделяющими элементами  $S_2$  (сошник) были обработаны и представлены на рис. 6, 7 с определением ис-

следуемых корреляционных зависимостей (3) и (4).

$$\begin{cases} K_1 = 56,7 + 219,3 S_{D_1} - 417,1 S_{D_1}^2, \\ K_2 = 50,4 + 255,1 S_{D_2} - 477,1 S_{D_2}^2. \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} P_1 = 33,9 + 476,7 S_{D_1} - 1034,2 S_{D_1}^2, \\ P_2 = 30,9 + 480,2 S_{D_2} - 1025,3 S_{D_2}^2. \end{cases} \quad (4)$$

Анализ графических зависимостей исследуемых показателей качества работы функционирующих элементов посадочной машины позволяет констатировать, что повышение расстояния между элементами конструкции сошниковой группы обеспечивает снижение равномерности распределения луковиц и их положения в результате наличия повышенного вертикального воздействия на луковицу, обусловленное сохранением силового воздействия инерциальной системы отсчета, изменяющих положение луковиц в продольном направлении.

Также следует отметить, что показатели качества выполнения технологического процесса заделки луковиц дисковым рабочим органом значительно выше, чем у сошника с пружинно-упругим механизмом по сохранению исходного положения посадочного материала на 1,5 % при равномерности распределения 85 и 84 % соответственно у сошника и дискового заделывающего органа.

**Заключение.** Экспериментальные сравнительные исследования заделяющих орга-



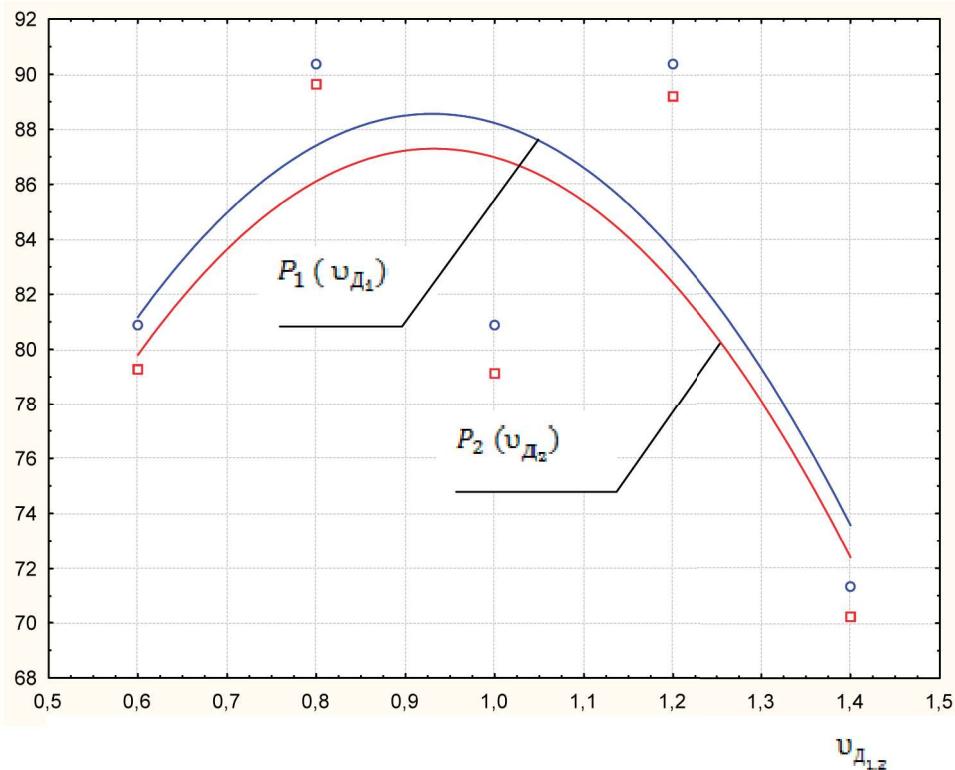


Рис. 6. Зависимость количества луковиц, заделанных почвой донцем вниз  $K_{1,2}$ , % от межосевого расстояния между заделяющими элементами дискового задельывающего органа с почвонаправителями ( $S_{d1}$ ) и сошника ( $S_{d2}$ ) лукопосадочной машины

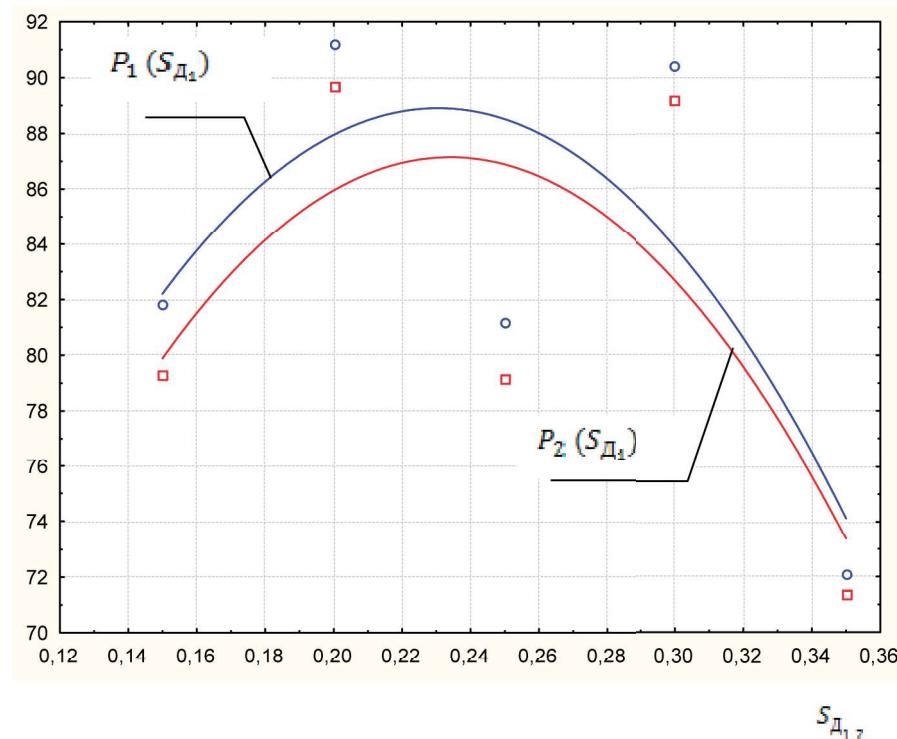


Рис. 7. Зависимость равномерности распределения луковиц, заделанных почвой вдоль ряда  $P_{1,2}$ , % от межосевого расстояния между заделяющими элементами дискового задельывающего органа с почвонаправителями ( $S_{d1}$ ) и сошника ( $S_{d2}$ ) лукопосадочной машины

нов машины для посадки лука-севка позволили определить, что более качественно процесс заделки луковиц почвой обеспечивают дисковые задельывающие органы с почвонаправителями в сравнении с задельывающими элементами, выполненными в форме окуучника, в

следующих количественных значениях показателей качества:

минимальное количество луковиц, заделанных почвой донцем вниз, при варьировании поступательной скорости движения и межосевого расстояния между



заделывающими элементами составляет для дискового заделывающего органа 79,8 против 77,2 % заделывающих элементов в форме окучника, а максимальное 85 и 83,4 % соответственно;

равномерность распределения луковиц, заделанных почвой донцем вниз, при изменении поступательной скорости движения и межсевового расстояния между заделывающими элементами составляет для дискового заделывающего органа 74,3 %, что выше на 2,1 % для заделывающих элементов в форме окучника, а максимальное 88,4 и 84,3 % соответственно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдошин Н.В. Моделирование качества выполнения механизированных работ // Горячклинские чтения: сб. докладов 1-й Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2013. – С. 6–13.
2. Машинная технология производства лука: Монография / Я.П. Лобачевский [и др.]. – М., 2016. – 168 с.
3. Патент № 2490851 Россия, МПК A01 C5/00. Устройство дискового типа для заделки луковиц в борозде / П.А. Емельянов, А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов. – № 2490851; Заяв. 6.04.2012; Опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.
4. Патент № 2493684 Россия, МПК A01 C5/00. Сошник посадочной машины / П.А. Емельянов, А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов. – № 2493684; Заяв. 6.04.2012; Опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.
5. Хвостов В.А., Рейнгардт Э.С. Машины для уборки корнеплодов и лука (теория, конструкция, расчет). – М., 1995. – 391 с.
6. Aniket U. Dongre, Rahul Battase, Sarthak Dudhale, Vipul R. Patil, Deepak Chavan. Development of Potato Harvesting Model // International Research Journal

of Engineering and Technology (IRJET), 2017, Vol. 4, P. 1567–1570.

7. Farhadi R., Sakenian N., Azizi P. Design and construction of rotary potato grader // Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2012, Vol. 2, P. 304–314.

8. Lü J.Q, Sun H, Dui H, Peng M.M, Yu J.Y. Design and experiment on conveyor separation device of potato digger under heavy soil condition // Transactions of the CSAM, 2017, Iss. 48(11), P. 146–155.

9. Lü J.Q, Shang Q.Q, Yang Y, Li Z.H, Li J.C, Liu Z.Y. Design optimization and experiment on potato haulm cutter // Transactions of the CSAM, 2016, Iss. 47(5), P. 106–114.

10. Mayer V., Vejchar D., Pastorková L. Measurement of potato tubers resistance against mechanical loading // Research in Agricultural Engineering, 2017, Vol. 1, P. 22–31.

11. Sojka R.E, Horne D.J, Ross C.W, Baker C.J. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield // Soil and Tillage Research, 1997, Iss. 40 (3–4), P. 25–144.

**Дорохов Алексей Семенович**, д-р техн. наук, член-корреспондент РАН, Федеральный научный агрономический центр ВИМ, Россия.

**Сибирёв Алексей Викторович**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный агрономический центр ВИМ, Россия.

**Аксенов Александр Геннадьевич**, канд. техн. наук, Федеральный научный агрономический центр ВИМ, Россия.

109428, г. Москва, 1-й Институтский пр-д, 5.  
Тел.: (499) 174-89-11.

**Ключевые слова:** машина для посадки лука; заделывающие органы; сошник; почвонаправитель; технологические параметры; луковицы; лук-севок.

#### RESULTS OF COMPARATIVE STUDIES OF THE QUALITY INDICATORS OF THE WORKING BODIES OF THE ONION-SEVKA PLANTING MACHINE

**Dorokhov Alexey Semenovich**, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Federal Scientific Agro-Engineering Center of VIM, Russia.

**Sibirev Alexey Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Federal Research Institute of Agro-Engineering Center VIM, Russia.

**Aksenov Alexander Gennadievich**, Candidate of Technical Sciences, Federal Research Institute of Agroengineering Center VIM, Russia.

**Keywords:** onion planting machine; sealing organs; opener; soil guide; technological parameters; bulbs; seed onion.

The article presents the design of the disc-seeding organ and the opener of the machine for planting onion sets. They are described the methodology and the results of comparative studies to determine the quality indicators of the work of the closing working bodies of the machine for planting onion sets. The results of the comparative laboratory studies of the embedding working bodies of the machine for planting onion sets showed that the disc embedding bodies provide higher performance indicators than the opener with installed embedding elements made in the form of a hillier in the investigated range of values of the translational speed of movement and the center distance between the embedding elements of sealing organs by 1,7% on average.

