

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

УДК 631.35
ГРНТИ 55.57.37

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14060>

Сахаров В.А., ст. науч. сотр.,
Кувшинов А.А., науч. сотр., канд. техн. наук,
Мазнев Д.С., науч. сотр.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ОЧЁСЫВАЮЩЕЙ ЖАТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ ПРИ УБОРКЕ СОИ

© Сахаров В.А., Кувшинов А.А., Мазнев Д.С., 2020

Резюме. Одной из важных сельскохозяйственных культур в Российской Федерации является соя, в виду своей уникальной применимости в различных отраслях народного хозяйства. Предусмотрено в перспективе постепенное увеличение валовых сборов этой ценной культуры, что невозможно без совершенствования агротехнической составляющей при возделывании и технической модернизации машин для уборки. Заслуживает внимания в качестве нового способа уборки сои метод очёса растений на корню, который хорошо зарекомендовал себя на уборке зерновых и некоторых бобовых культур. Полевые исследования проводились методом планирования многофакторного эксперимента плана 3^2 . За критерий оптимизации были выбраны общие потери за очёсывающей жаткой. В результате проведенных исследований было подтверждено, что наименьшие потери наблюдаются при абсолютной скорости $V_k \approx 13 - 15$ м/с и поступательной скорости трактора $V_{тр} = 2 - 2,5$ м/с. Конструктивные особенности очёсывающих гребенок на оптимальную абсолютную скорость, при которой потери минимальны, не влияют. Применение в 2019 году гребенок треугольной формы показало результат, близкий к 100% исключительно по удалению бобов с растений сои при очёсе стеблей. Использование видеофиксации и графического анализа показало, что основные потери – это потери нижних бобов растений, которые при очёсе выбрасываются гребенками вперед по ходу движения уборочного агрегата, где они сталкиваются с впереди стоящими растениями и теряются. В результате проведенных исследований подтверждены и уточнены конструктивно-режимные параметры очёсывающей жатки, намечены доработки конструкции, которые приведут к последующему снижению потерь при очёсе растений сои.

Ключевые слова: очёсывающая жатка, гребёнка, зерно сои, потери.

UDC 631.35

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14060>

V.A. Sakharov, Senior Research Worker;
A.A. Kuvshinov, Research Worker, Cand. Tech. Sci.;
D.S. Maznev, Research Worker

INFLUENCE OF OPERATIONAL PARAMETERS OF THE STRIPPING HEADER ON THE AMOUNT OF LOSSES DURING SOYBEAN HARVESTING

Abstract. One of the most important crops in the Russian Federation is soybean, due to its unique use in various sectors of the national economy. It is planned to increase gradually the gross yield of this valuable crop in the future, which is impossible without improving the agrotechnical component of cultivation and technical modernization of harvesting machines. Noteworthy method of harvesting soya is a new method of plants stripping without cutting them down, which has proven itself well in the harvesting of cereals and some legumes. Field studies were carried out by planning multi-factor experiment of plan 3^2 . Total losses caused by stripping

header were chosen as the optimization criterion. As the result of the research carried out, it has confirmed that the lowest losses are observed at the absolute velocity $V_k \approx 13-15$ m/s and the translation movement velocity of the tractor $V_{tr} = 2-2.5$ m/s. The design features of stripping combs do not affect the optimal absolute velocity, at which losses are minimal. The use of triangular combs in the year 2019 showed the result close to 100% exclusively in gathering beans from soy plants during stem stripping. The use of video recording and graphical analysis has shown that the main losses are the losses of the lower beans of plants, which are thrown out by combs forward along-track direction of the harvesting unit, where they collide with the plants being in front of them and are lost. As the result of the research carried out, the structural and operational parameters of the stripping header were confirmed and clarified, and design improvements were planned that would lead to a subsequent reduction in losses during soybean stripping.

Key word: stripping header, comb, soy grain, losses.

Введение. Соя является одним из стратегических продуктов Российской Федерации, поэтому большое внимание уделяется наращиванию посевных площадей под эту сельскохозяйственную культуру и увеличению урожайности. В силу погодных-климатических условий, необходимых для достаточной вегетации и роста, наибольшие посевные площади сосредоточены в дальневосточном регионе, в частности, в Амурской области. Для сельхозтоваропроизводителей важную роль играет получение большей выгоды при меньших затратах.

Одним из решений данной проблемы является поиск и внедрение в существующую технологию возделывания сои новых методов и технических средств. Перспективным с точки зрения ученых является использование метода очёса растений при уборке. Данный метод хорошо зарекомендовал себя на уборке зерновых, метельчатых и некоторых бобовых культур. Метод очёса применяется на таких культурах как пшеница и ячмень [1], люпин [2], сорго [3], лён [4] и т.д. При оценке эффективности внедрения технологии уборки очёсом на корню [5] выяснено, что производительность уборочных агрегатов увеличивается в 1,5 – 2 раза, что позволит сократить продолжительность уборки и снизить расход ГСМ на 35 – 40%. На поле остается стеблестой, способствующий накоплению влаги, но при этом возрастают потери зерна за уборочными агрегатами.

Доказано, что очесывающая жатка «Озон» производства ОАО «Пензмаш» г. Пенза может использоваться на уборке белого люпина сорта «Дега». Для этого необходимо использовать модернизированные гребенки очесывающего барабана с увеличенным раствором между зубьями. При этом общие потери зерна белого люпина от недоочёса и свободным зерном за жаткой могут быть до 5% и ниже [2].

По результатам многофакторного эксперимента и решения компромиссной задачи

определено, что для обмолота веничного сорго [3] оптимальное число лопастей на вальце – три лопасти; диаметр вальцов – 135 – 140 мм; частота вращения битеров 1250 – 1360 об./мин ($130 – 140$ с⁻¹), скорость перемещения МСУ (комбайна) – 2,5 – 2,78 м/с. При этом обеспечивается сохранность метелки до 99% и полнота вымолота зерна из метелки до 98,6%.

Выяснено, что предложенная конструкция для отделения семенных коробочек от стеблей льна [4], при использовании комбайновой технологии, позволяет очесывать коробочки в теребивильных ручьях барабанно - планчатый очесывающим устройством, установленным над теребивильно - зажимной секцией льнокомбайна. При этом толщина очесываемой одной парой барабанов ленты льна в 4 раза меньше, чем в существующих очесывающих аппаратах, что позволяет повысить качество очеса, рифленая поверхность планок обеспечит параллелизацию верхушечной части стебля, получаемый льняной ворох будет состоять только из семян и неразрушенных коробочек, что позволит снизить его массу в 2,5 – 4 раза, а масса и габариты льнокомбайна могут быть уменьшены до двух раз при использовании накопительного бункера мелкого льновороха вместо тракторного прицепа.

Несмотря на применение очесывающих жаток при уборке различных сельскохозяйственных культур, сою методом очёса не убирают. Сказывается недостаточная проработка решения задач по применению технологии уборки способом очёса в различных климатических условиях сои и иных культур, исключая зерновые. Технические средства для очёса исключают их универсализацию, то есть очесывающие жатки для уборки зерновых культур невозможно использовать для уборки бобовых культур, в частности, сои. Это связано с некоторыми особенностями строения растения сои. Стебель сои представляет собой в упрощенном

виде цилиндр, с уменьшающейся снизу вверх поверхностью сечения, на прочностные характеристики которого влияют температура и влажность окружающей среды. Кроме того, на стебле растения сои бобы расположены по всей поверхности, начиная с 7 – 15 см от почвы и до вершины, в отличие от метельчатых и зерновых культур, у которых метелка или колос находятся в верхней части растения и прикреплены к стеблю к одной точке.

Исходя из вышесказанного, необходимо разрабатывать и внедрять новые уборочные машины с минимальным количеством рабочих органов, воздействующих на очёсанный ворох, которые позволят убирать урожай быстрее и снизить повышенное уплотняющее действие ходовой части на почву за счет снижения эксплуатационной массы.

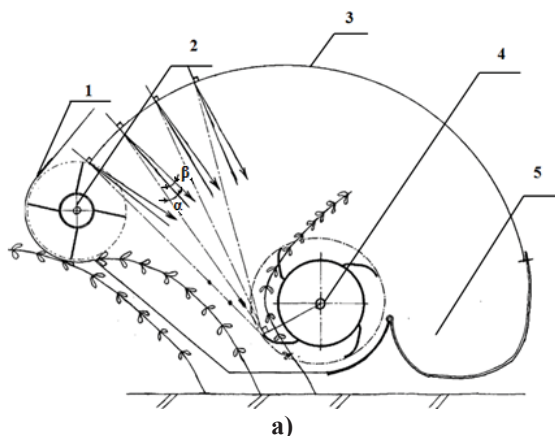


Рис. 1. Очёсывающее устройство образца 2018 года:

а) принципиальная схема экспериментального очёсывающего устройства:

1 – обтекатель, 2 – бита, 3 – верхний кожух, 4 – очёсывающий барабан с гребенками, 5 – емкость для сбора зерносоевого вороха; б) экспериментальное очёсывающее устройство на опытном поле

Скорость вращения барабана и скорость движения трактора выбраны по результатам опытов 2017 - 2018 гг. [9, 10]. Оптимальные обороты очёсывающего барабана при диаметре 360 мм в очёсывающем устройстве 2018 г. (рис. 1) – 650 об./мин (500, 650, 800 об./мин) или 68 с^{-1} (52, 68, 84 с^{-1}).

Для сохранения абсолютной скорости очёса барабаном при диаметре 660 мм в очёсывающей жатке образца 2019 года (рис. 2) года скорость вращения $\omega = \frac{650 \cdot 360}{660} = 354 \text{ об./мин}$

В исследованиях [6] представлены основные концептуальные принципы и подходы, положенные в разработку технологии; новые конструктивно – технологические решения уборочных машин для очёса сои на корню.

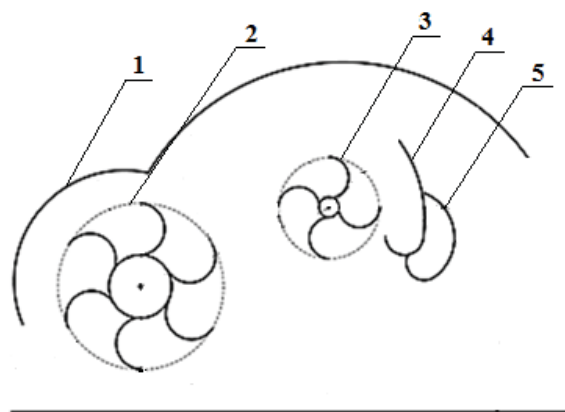
Целью данной работы является совершенствование режимных параметров, позволяющих качественно производить очёс растений сои.

Условия и методы исследования. Предметом исследования является экспериментальная двухбарабанная очёсывающая жатка.

В целях совершенствования уборки сои очёсом на корню проведены полевые исследования модернизированной двухбарабанной очёсывающей жатки (рис. 1) на сорте сои «Максус» в агрегате с трактором МТЗ 1523. В конструкции очёсывающей жатки были учтены некоторые технические решения по модернизации [7, 8].

(250, 350, 450 об./мин) или (26, 36,5, 47 с^{-1}). При анализе поверхности отклика по результатам экспериментов 2018 г. было принято решение сместить диапазон скоростей движения трактора в сторону увеличения на 0,4 м/с.

Исследования проводили методом планирования многофакторного эксперимента [11]. Для поиска режимных параметров, при которых происходит качественный процесс очёса растений сои, был проведен эксперимент плана 3^2 . За критерий оптимизации были выбраны общие потери за очёсывающей жаткой.



а)

б)

Рис. 2. Очёсывающая жатка образца 2019 года:

а) принципиальная схема очёсывающей жатки: 1 – корпус, 2 – нижний очёсывающий барабан, 3 – верхний очёсывающий барабан, 4 – улавливатель, 5 – рассекатель; б) очёсывающая жатка на опытном поле

Результаты исследований. При проведении исследований процесса работы очёсыва-

ющей жатки результат очёса растений сои близок к 100%, поэтому учитывался только показатель общих потерь (табл.).

Таблица

Результаты полнофакторного эксперимента по очёсу растений сои в 2019 году, сорт «Максус»

Скорость трактора v , км/ч / м/с	Частота вращения ω , об./мин (c^{-1})	Абсолютная скорость V_k , м/с	Общие потери, %
6 / 1,67	250 (26)	$8,64 \pm 1,67$	18,48
8,5 / 2,36	250 (26)	$8,64 \pm 2,36$	17,71
11 / 3,05	250 (26)	$8,64 \pm 3,05$	16,32
6 / 1,67	350 (36,5)	$12,09 \pm 1,67$	15,65
8,5 / 2,36	350 (36,5)	$12,09 \pm 2,36$	13,35
11 / 3,05	350 (36,5)	$12,09 \pm 3,05$	14,56
6 / 1,67	450 (47)	$15,54 \pm 1,67$	15,61
8,5 / 2,36	450 (47)	$15,54 \pm 1,67$	19,48
11 / 3,05	450 (47)	$15,54 \pm 1,67$	22,83

Абсолютная скорость V_k для гребёнок, находящихся внизу барабана, соответствует знаку «+», абсолютная V_k для гребёнок, находящихся сверху барабана, соответствует знаку «-», то есть в нижней части абсолютная скорость гребёнки является суммой вращательной и поступательной скоростей, в верхней – разностью вращательной и поступательной скоростей.

Очёс нижней части стебля происходит на больших скоростях в сравнении со скоростью очёса верхней части растения.

По полученным данным полнофакторного эксперимента составлено уравнение регрессии в раскодированном виде по потерям зерна после прохода жатки (рис. 3):

$$y_{пж} = -241,02 + 69,3182 \cdot v + 164,8352 \cdot \omega - 3,73644 \cdot v^2 - 24,52068 \cdot \omega^2 - 43,0912 \cdot v \cdot \omega + 2,292 \cdot v^2 \cdot \omega + 6,28056 \cdot v \cdot \omega^2 - 0,32688 \cdot v^2 \cdot \omega^2 \quad (1)$$

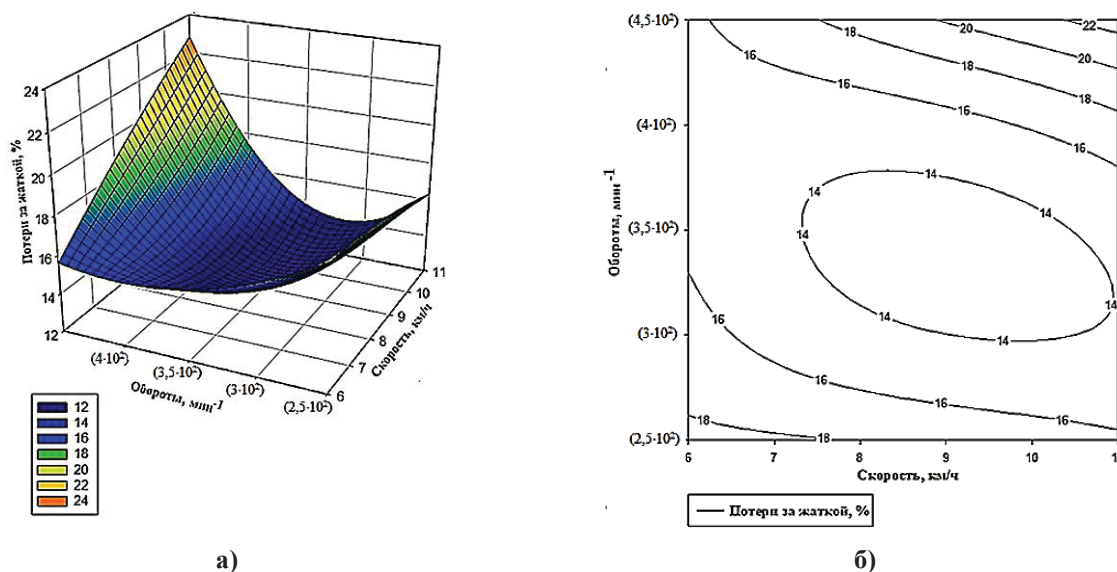


Рис. 3. Графическое описание эксперимента 3² (потери за жаткой):

а – поверхность отклика потерь за очёсывающей жаткой; б – сечение поверхности отклика

На основании сравнения полученных результатов по очёсу сои в 2017 – 2018 гг. и проведенных экспериментов в 2019 году подтверждается, что наименьшие потери наблюдаются при абсолютной скорости $V_k \approx 13 - 15$ м/с и поступательной скорости трактора $V_{тр} = 2 - 2,5$ м/с. Количество гребенок, их форма, угол присоединения к барабану на оптимальную абсолютную скорость, при которой потери минимальны, не влияют. Влияние данных факторов проявляется в полноте очёса, потерях за жаткой, качестве зерносоевого вороха.

Применение в 2019 году гребенок треугольной формы (рис. 4) показало наилучший результат (близкий к 100%) исключительно по удалению бобов с растений сои при очёсе стеблей.



Рис. 4. Гребенки треугольной формы образца 2019 года

Применение видеофиксации и графического анализа показало (рис. 5), что основные потери – это потери нижних бобов растений (высота прикрепления к стеблю до 200 мм), которые при очёсе выбрасываются гребенками вперед по ходу движения комбайна, где они сталкиваются с впереди стоящими растениями и теряются.

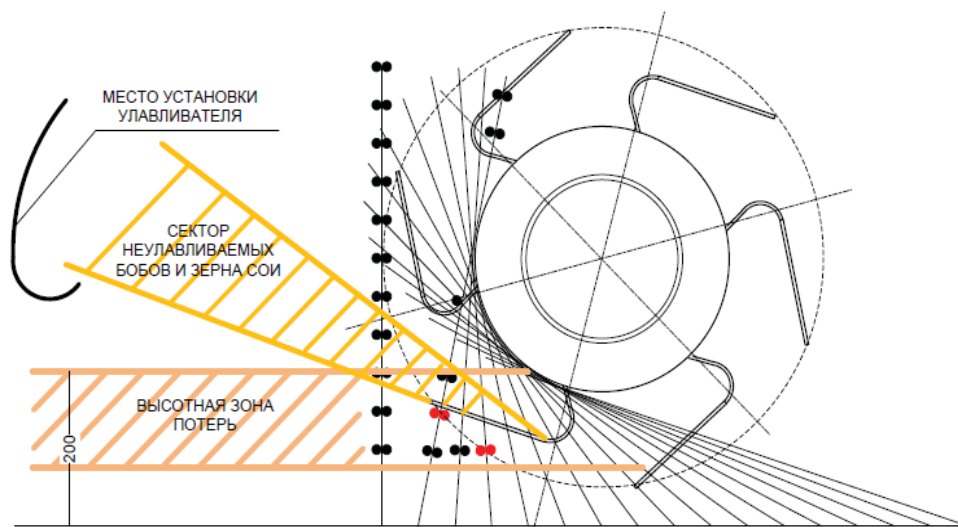


Рис. 5. Проблемная зона потерь зерна сои при очёсе

Выводы

1. В результате проведенных исследований подтверждены и уточнены конструктивно-режимные параметры:

- количество гребенок на очёсывающем барабане – на первом (верхнем) – 4 штуки, на втором (основном) – 6 штук;
- форма зуба гребенки – треугольная, профиль гребенки приближен к эвольвенте;
- в приёмном коробе установлены накладки-отбойники зерносового вороха для исключения подхвата очёсанного вороха вращающимися гребёнками;
- в корпусе установки имеются окна для выхода потока воздуха, захваченного очёсывающими гребёнками;
- скорость машинно-тракторного агрегата 2 – 2,5 м/с;
- скорость вращения верхнего и нижнего барабанов 350 об./мин ($36,5 \text{ с}^{-1}$);
- кинематическая скорость гребенки основного (нижнего) барабана 13 – 15 м/с;

– диаметр верхнего барабана по концам зубьев гребёнок 350 мм, нижнего – 660 мм;

– регулировка по высоте должна обеспечивать зазор между поверхностью поля и очёсывающими гребенками основного барабана в пределах 50 – 150 мм.

2. Для последующего снижения потерь при очёсе необходимо произвести следующие доработки, изменения конструкции:

- для исключения защемления стебля между зубьями гребёнки изменить форму паза между смежными зубьями;
- для исключения потерь от рикошета зерен о внутреннюю поверхность корпуса изменить форму корпуса очёсывающей жатки, изнутри обклеить материалом, гасящим рикошет и предотвращающим микроповреждения зерен;
- в секторе неулавливаемых бобов и зерен перед очёсывающими барабанами добавить отбойники, совмещенные с желобами, в которых расположены выгрузные шнеки.

Список литературы

1. Беренштейн, И.Б. Ресурсосберегающие технологии уборки семенных посевов зерновых (колосовых культур) / И.Б. Беренштейн, С.С. Воложанинов, А.М. Машков, В.А. Коровина, В.С. Воложанинова, Н.К. Павлова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. - 2019. - №19 (182). - С. 85-100.
2. Алдошин, Н.В. Уборка зернобобовых культур методом очеса / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин., М.А. Мосякова // Дальневосточный аграрный вестник. - 2017. - № 1(41). - С. 67-74.
3. Кузнецов, Н.Г. Определение параметров молотильно-сепарирующего устройства инерционно - очесного типа / Н.Г. Кузнецов, Р.В. Шарипов, О.А. Федорова // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса. - 2014. - №3(35). - С. 1-6.
4. Алексеенко, А.С. Теоретическое обоснование диаметров и угла установки очёсывающих барабанов для очеса лент льна / А.С. Алексеенко, М.В. Цайц, В.А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - С. 118-122.
5. Бурьянов, А.И. Эффективность технологии уборки зерновых культур комбайновым очесом / А.И. Бурьянов, Ю.О. Горячев, М.А. Бурьянов // Тракторы и сельхозмашины. - 2016. - № 9. - С. 34-39.
6. Панасюк, А.Н. Концептуальные подходы к технологии уборки сои очёсом на корню и устройства для её осуществления: монография / А.Н. Панасюк, М.В. Канделя, Д.С. Мазнев, В.А. Сахаров, А.А. Кувшинов, Ю.Н. Смолянинов. - Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. - 127 с.
7. Патент на полезную модель №189303 Очёсывающее устройство: № 2018140823 : заявл. 19.11.2018 : опубл. 21.05.2019 / В.А. Сахаров, А.А. Кувшинов, Д.С. Мазнев; заявитель, патентообладатель ФГБНУ ДальНИИМЭСХ. – 6 с.
8. Патент № 2697320 Очёсывающее устройство: № 2018128872 : заявл. 06.08.2018 : опубл. 13.08.2019 / В.А. Сахаров, Панасюк А.Н., А.А. Кувшинов, Д.С. Мазнев ; заявитель, патентообладатель ФГБНУ ДальНИИМЭСХ. – 7 с.
9. Панасюк, А.Н. Совершенствование процесса уборки сои методом очёса на корню / А.Н. Панасюк, А.А. Кувшинов, Д.С. Мазнев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2017. - № 10-2. - С. 293-296.
10. Панасюк, А.Н. Влияние конструктивно-режимных параметров работы очёсывающего устройства на величину потерь при уборке сои / А.Н. Панасюк, А.В. Сахаров, А.А. Кувшинов, Д.С. Мазнев // Техника и оборудование для села. - 2019. - №11. - С. 18-21.
11. Максимов, В.Н. Многофакторный эксперимент в биологии / В.Н. Максимов. - Москва: Издательство Московского университета, 1980. - 280 с.

Reference

1. Berenshtein, I.B., Volozhaninov, S.S., Mashkov, A.M., Korovina, V.A., Volozhaninova, V.S., Pavlova, N.K. Resursosberegayushchie tekhnologii uborki semennykh posevov zernovykh (kolosovykh kul'tur) (Resource-Saving

Techniques for harvesting seed crops of Cereals (Ear Crops), *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoi nauki Tavriydy*, 2019, No 19 (182), PP. 85-100.

2. Aldoshin, N.V., Lylin, N.A., Mosyakova, M.A. Uborka zernobobovykh kul'tur metodom ochesa (Harvesting of Leguminous Crops with the Help of Stripping), *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2017, No 1(41), PP. 67-74.

3. Kuznetsov, N.G., Sharipov, R.V., Fedorova, O.V. Opredelenie parametrov molotil'no-separiruyushchego ustroystva inertsiionno - ochesnogo tipa (Determination of the Parameters of Threshing-Separating Device of Inertial - Stripping Type), *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*, 2014, No 3(35), PP. 1-6.

4. Alekseenko, A.S., Tsaits, M.V., Levchuk, V.A. Teoreticheskoe obosnovanie diametrov i ugla ustanovki ochesyvayushchikh barabanov dlya ochesa lent l'na (Theoretical Substantiation of Diameters and Angle of Installation of Stripping Cylinders for Flax Tapes Stripping), *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii*, 2017, PP. 118-122.

5. Bur'yanov, A.I., Goryachev, Yu.O., Bur'yanov, M.A. Effektivnost' tekhnologii uborki zernovykh kul'tur kombinovym ochesom (Efficiency of the Technology for Harvesting Grain Crops with Stripping Header), *Traktory i sel'khoz-mashiny*, 2016, No 9, PP. 34-39.

6. Panasyuk, A.N., Kandelya, M.V., Maznev, D.S., Sakharov, V.A., Kuvshinov, A.A., Smolyaninov, Yu.N. Kontseptual'nye podkhody k tekhnologii uborki soi ochesom na kornyu i ustroystva dlya ee osushchestvleniya: monografiya (Conceptual Approaches to the Technology of Standing Soybean Harvesting and Devices for Its Implementation: monograph), Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2018, 127 p.

7. Patent na poleznuyu model' №189303 Ochesyvayushchee ustroystvo: № 2018140823 : zayavl. 19.11.2018 : opubl. 21.05.2019 (Patent for Utility Model No. 189303 Stripping Device: No. 2018140823, claimed 19.11.2018, published 21.05.2019), V.A. Sakharov, A.A. Kuvshinov, D.S. Maznev, zayavitel', patentoobladatel' FGBNU Dal'NIIMESKh, 6 p.

8. Patent № 2697320 Ochesyvayushchee ustroystvo: № 2018128872 : zayavl. 06.08.2018 : opubl. 13.08.2019 (Patent No. 2697320 Stripping Device: No. 2018128872, application 06.08.2018, publ. 13.08.2019), V.A. Sakharov, Panasyuk A.N., A.A. Kuvshinov, D.S. Maznev, zayavitel', patentoobladatel' FGBNU Dal'NIIMESKh, 7 p.

9. Panasyuk, A.N., Kuvshinov, A.A., Maznev, D.S. Sovershenstvovanie protsessa uborki soi metodom ochesa na kornyu (Improvement of the Process of Harvesting Soybean by Means of Stripping of Standing Soya), *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2017, No 10-2, PP. 293-296.

10. Panasyuk, A.N., Sakharov, A.V., Kuvshinov, A.A., Maznev, D.S. Vliyanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov raboty ochesyvayushchego ustroystva na velichinu poter' pri uborke soi (Influence of Structural and Operating Parameters of the Stripping Device on the Amount of Losses during Soybean Harvesting), *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 2019, No 11, PP. 18-21.

11. Maksimov, V.N. Mnogofaktornyi eksperiment v biologii (Multifactorial Experiment in Biology), Moskva, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1980, 280 p.

Информация об авторах

Сахаров Владимир Александрович, ст. науч. сотр.; Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ); ул. Василенко, д. 5, г. Благовещенск, Амурская область, Россия;

Кувшинов Алексей Алексеевич, науч. сотр., канд. техн. наук; Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ); ул. Василенко, д. 5, г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: pzrk_igla1992@mail.ru;

Мазнев Дмитрий Сергеевич, науч. сотр.; Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ); ул. Василенко, д. 5, г. Благовещенск, Амурская область, Россия.

Information about the authors

Vladimir A. Sakharov, Senior Research Worker; Far East Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture; Vasilenko, 5, Blagoveshchensk, Amur region, Russia;

Aleksey A. Kuvshinov, Research Worker, Candidate of Technical Sciences; Far East Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture; Vasilenko, 5, Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: pzrk_igla1992@mail.ru

Dmitry S. Maznev, Research Worker; Far East Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture; Vasilenko, 5, Blagoveshchensk, Amur region, Russia.