

Научная статья

УДК 631.35

EDN HVJUAY

DOI: 10.22450/19996837\_2023\_3\_118

**Результаты исследования применения метода очеса растений сои на корню****Владимир Александрович Сахаров<sup>1</sup>, Алексей Алексеевич Кувшинов<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [sakharov.v.a@mail.ru](mailto:sakharov.v.a@mail.ru), <sup>2</sup> [kyaa@vniisoi.ru](mailto:kyaa@vniisoi.ru)

**Аннотация.** Процесс уборки сои прямым комбайнированием является весьма энергозатратным. Применение метода очеса растений на корню позволит частично снизить энергетические затраты за счет уменьшения количества рабочих органов. Выяснено, что современные зерноуборочные комбайны не обеспечивают качества уборки сои в соответствии с агротехническими требованиями. Представлены результаты исследований по применению очесывающей жатки для уборки сои методом очеса растений на корню. При минимальном уровне потерь за жаткой (7,9 %) были определены оптимальные показатели технологического процесса уборки сои методом очеса. На основании данных проведенного эксперимента получено уравнение регрессии, которое адекватно характеризует соответствующий процесс. Представлен альтернативный вариант очесывающей жатки, позволяющий исключить воздействие инерционной составляющей, приводящей к растрескиванию бобов сои до их обрыва от стебля и вылета вперед по ходу движения трактора с очесывающей жаткой. В перспективе возможно использовать шнековую очесывающую жатку для уборки семенных посевов с шириной междурядий 30 см и более.

**Ключевые слова:** уборка сои, метод очеса, очесывающая жатка

**Для цитирования:** Сахаров В. А., Кувшинов А. А. Результаты исследования применения метода очеса растений сои на корню // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 3. С. 118–126. doi: 10.22450/19996837\_2023\_3\_118.

Original article

**The results of the study on the application of the soybean combing method on the vine****Vladimir A. Sakharov<sup>1</sup>, Alexey A. Kuvshinov<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Amur region, Blagoveshchensk, Russia<sup>1</sup> [sakharov.v.a@mail.ru](mailto:sakharov.v.a@mail.ru), <sup>2</sup> [kyaa@vniisoi.ru](mailto:kyaa@vniisoi.ru)

**Abstract.** The process of harvesting soybeans by direct harvesting is a very energy-consuming process. The application of the method of combing plants on the root will partially reduce energy consumption by reducing the working organs. It has been found out that modern combine harvesters do not provide the quality of harvesting in accordance with agrotechnical requirements. The results on the use of a combing harvester for harvesting soybeans by the method of combing plants on the vine are presented. With a minimum level of losses behind the harvester (7.9 %), optimal indicators of the technological process of harvesting soybeans by the method of combing were determined. Based on the data of the experiment, a regression equation has been obtained that adequately characterizes this process. An alternative version of the combing header is presented, which allows excluding the impact of the inertial component and leads to cracking of soybeans before they break off from the stem and fly forward along the course of the tractor with the combing header. In the future, it is possible to use a screw combing harvester for harvesting seed crops with a row spacing of 30 cm or more.

**Keywords:** soybean harvesting, combing method, combing harvester

**For citation:** Sakharov V. A., Kuvshinov A. A. Rezul'taty issledovaniya primeneniya metoda ochesa rastenii soi na kornyu [The results of the study on the application of the soybean combing method on the vine]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 3: 118–126. (in Russ.). doi: 10.22450/19996837\_2023\_3\_118.

**Введение.** Соя является древнейшей сельскохозяйственной культурой, отличающейся многофункциональностью ее использования для технических, кормовых, и, в особенности, пищевых целей. В настоящее время наблюдается тенденция увеличения спроса на зерно сои и продукты ее переработки. Соя, являясь стратегическим продуктом, занимает важное место в народном хозяйстве страны. Ее убирают по классической технологии зерноуборочными комбайнами, оборудованными жатками, имеющими в своем составе режущий аппарат, мотовило, шнек двусторонней навивки с пальчиковым механизмом.

По результатам проведенных исследований авторов работы [1] потери сои за классической зерновой жаткой составляли 12,6 %. Модернизированные под низкий срез жатки допускали потери от 2,1 до 2,4 %. Серийные отечественные соевые жатки Float Stream допускали в наблюдаемых условиях уровень потерь, составляющий от 4 до 8 % (при уборке перезревшей культуры). У комбайнов Acros 595 и РСМ 161 потери за жаткой составляли от 3,9 до 8,2 %; потери зерна за молотилкой были на уровне 2,5–4,1 %; дробление бункерного зерна – 3,6–4,8 %; засоренность зерна в бункере – 0,79–1,47 %.

Приведенные показатели не соответствуют агротехническим требованиям, установленным Системой технологий и машин для комплексной механизации растениеводства Амурской области на 2011–2015 гг. (потери свободных семян за жаткой не более 1,5 %, общие потери зерна за комбайном – 5 %, дробление семян не более 5 %).

Несмотря на внедрение различных технических решений, связанных с повышением надежности работы зерноуборочных комбайнов, совершенствованием датчиков контроля уборочного процесса, внедрением подстраиваемых систем управления, нерешенными остаются вопросы энергоемкости процессов среза, транспортировки, обмолота и сепарации

растительной массы. Часть этих вопросов позволит решить применение очесывающих жаток для уборки сои. Метод очеса растений на корню апробирован на уборке зерновых, метельчатых, некоторых бобовых и других сельскохозяйственных культур.

Из-за сниженного содержания стеблей в составе очесанной массы нагрузка на молотилку комбайна уменьшается на 75–80 %, что приводит к увеличению производительности зерноуборочного комбайна в 1,5–1,7 раза. Рассмотрен вариант переоборудования технических средств для уборки зернового сорго, который используется преимущественно для уборки очесом зерновых культур с колосовой продуктивной частью; в то же время для уборки сахарного сорго необходима модернизация серийных жаток [2].

Применение технологии очеса на уборке зерновых культур на корню позволяет увеличить производительность комбайнов и их эффективность от 1,4 до 2,0 раза [3].

При сравнении показателей технологии «очес» + «невейка» с классической технологией уборки выяснено, что производительность зерноуборочного комбайна увеличивается на 65,6 %, расход топлива на работу уборочной машины уменьшается на 39 %, время уборки сокращается на 65 % [4].

В научной работе [5] представлено теоретическое обоснование оптимальной компоновки адаптера для уборки зерновых культур очесом растений на корню; теоретически обоснованы параметры очесывающих гребенок.

Использование малогабаритного недорогостоящего прицепного очесывающего устройства с шириной захвата 1,5 м создает предпосылки для решения вопроса нехватки зерноуборочной техники, особенно в условиях небольших хозяйств [6].

Предложенная авторами новая конструкция рабочих органов комбайновых очесывающих жаток для зерновых куль-

тур позволяет увеличить эффективность очеса и снизить потери зерна при уборке до 5 % [7]. Сущность технического решения заключается в изменении конструкции пальцев съемной жатки за счет увеличения технологического зазора между зубьями.

Научно обоснованная конструктивная схема очесывающей жатки для уборки зернобобовых культур с оптимальными конструктивно-технологическими и режимными параметрами функционирования очесывающей жатки на уборке белого люпина позволяет снизить потери и повреждение семян при уборке [8].

В Орловской области авторами работы [9] проводились испытания для подбора оптимальных параметров использования широкозахватной жатки, агрегируемой с комбайном Acros 595. Выделены параметры, значительно влияющие на процесс очеса растений сои: высота очеса; частота вращения ротора с гребенками; ширина касательного канала.

В Дальневосточном регионе проводились исследования по использованию метода очеса при уборке сои. Использование видеосъемки и графического анализа помогло выяснить, что основные потери – это нижние бобы растений сои, при очесе выбрасываемые гребенками вперед по ходу движения уборочного

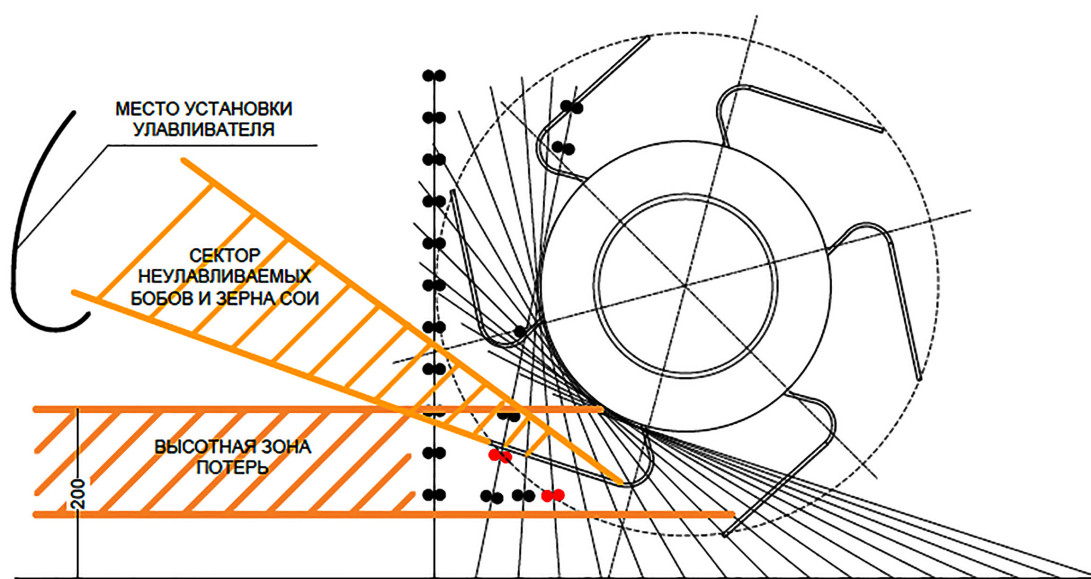
агрегата, где происходит столкновение с впереди стоящими растениями и их потеря в поле (рис. 1).

**Цель исследования** – определение качества очеса растений сои при изменении скорости движения машинно-тракторного агрегата и угловой частоты вращения очесывающего барабана.

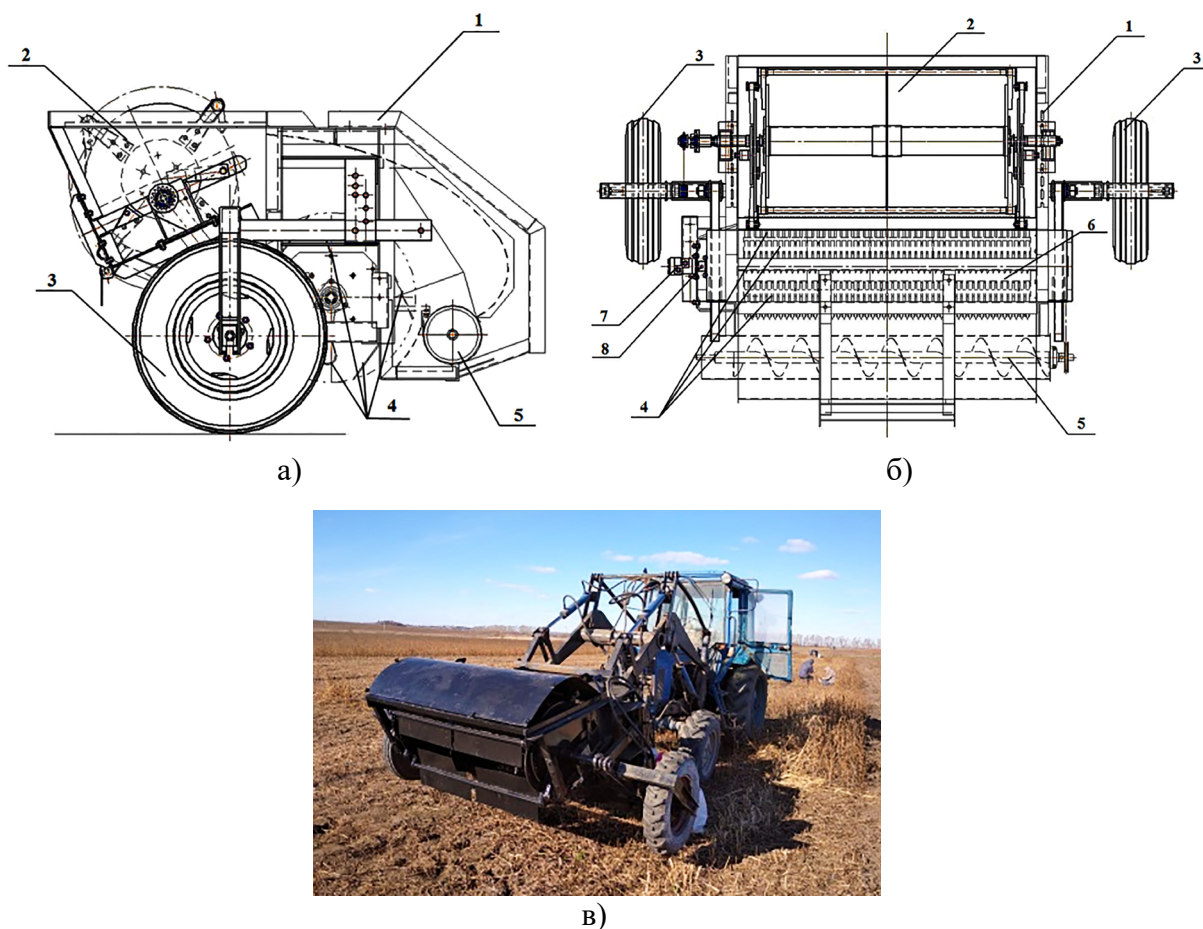
**Материалы и методы исследования.** Экспериментальная часть работы выполнялась на опытном поле Федерального научного центра Всероссийского научно-исследовательского института сои, в октябре во время уборки сои сорта «Умка».

Очес проводился доработанной экспериментальной очесывающей жаткой с шириной захвата 1,5 м (рис. 2). На очесывающий барабан были установлены гребенки, загнутые по логарифмической спирали. В качестве отражателя для исключения потерь очесанных бобов и зерен, летящих вперед по ходу жатки, было установлено мотовило с отражающими щитками. Мотовило приводилось во вращение цепной передачей от ведущего колеса жатки для синхронизации скорости его вращения со скоростью движения при очесе, обеспечивая нулевую скорость щитка относительно поля.

В целях определения режимных параметров работы очесывающей жатки на



**Рисунок 1 – Проблемная зона потерь зерна сои при процессе очеса растений сои**  
**Figure 1 – The problem area of soybean grain losses in the process of combing soybean plants**



а) вид сбоку; б) вид сверху; в) работа в полевых условиях  
 1 – корпус; 2 – мотовило; 3 – опорные колеса; 4 – гребенки; 5 – выгрузной шнек;  
 6 – очесывающий барабан; 7 – гидромотор; 8 – обгонная муфта

**Рисунок 2 – Экспериментальная очесывающая жатка**

**Figure 2 – Experimental combing header**

уборке сои методом очеса был проведен полевой эксперимент  $3^2$  по методике, описанной В. Н. Максимовым в пособии «Многофакторный эксперимент в биологии» (Москва, Московский государственный университет, 1980).

Критерием оптимизации являлись потери за очесывающей жаткой  $u_{дж}$ . Уровни и интервалы варьирования факторов  $x_1, x_2$ , представленные в таблице 1, были выбраны на основании расчетных, лабораторных и полевых исследований, проведенных в 2019 году [10].

Перед проведением опытов на каждой площадке определялась биологическая урожайность. После прохода жатки устанавливались общие потери за жаткой.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По результатам проведенных полевых опытов в 2019 г. [10] была выбрана гребенка треугольной формы, которая осуществляла 100-процентный очес; однако при этом в ней происходило защемление и отрыв стеблей у основания зубьев гребенки.

Для проведения исследований в 2020 г. в данной гребенке был устранен указанный недостаток, а именно: увеличено отверстие у основания паза (15 мм); обеспечена ширина паза у основания зубьев на уровне 9 мм; профиль гребенки загнут по логарифмической спирали.

В таблице 2 представлены результаты проведенного эксперимента. Условия

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования

Table 1 – Factors and levels of their variation

Факторы	Скорость движения агрегата ( $V$ ), км/ч (м/с)	Скорость вращения очесывающего барабана ( $\omega$ ), об./мин
Обозначение	$x_1$	$x_2$
Верхний уровень (+1)	11 (3,05)	400
Основной уровень (0)	8,5 (2,36)	350
Нижний уровень (-1)	6 (1,67)	300

Таблица 2 – Результаты эксперимента по очесу растений сои в 2020 году, сорт «Умка»

Table 2 – Results of the experiment on soybean plant harvesting in 2020, variety «Umka»

Номер варианта	Скорость движения агрегата $V$ , км/ч	Скорость вращения очесывающего барабана $\omega$ , об./мин	Общие потери, г/м <sup>2</sup>	Общие потери, %	Потери за жаткой, % (без учета естественных потерь)
1	6	300	89,3	31,5	26,4
2	8,5	300	60,1	21,2	16,1
3	11	300	39,7	14,0	8,9
4	6	350	45,1	15,9	10,8
5	8,5	350	46,5	16,4	11,3
6	11	350	36,9	13,0	7,9
7	6	400	37,7	13,3	8,2
8	8,5	400	43,9	15,5	10,4
9	11	400	85,9	30,3	25,2

проведения эксперимента: биологическая урожайность – 283,5 г/м<sup>2</sup>; уровень естественных потерь – 14,5 г/м<sup>2</sup>; показатель влажности зерна – 13 %, ширина междурядий – 30 см; диаметр очесывающего барабана – 660 мм.

Из таблицы 2 видно, что минимум потерь за жаткой без учета естественных потерь составляет 7,9 %. При этом уровне потерь оптимальными показателями процесса работы очесывающей жатки при посеве с междурядьем 30 см являются: скорость вращения очесывающего барабана ( $\omega$ ) – 350 об./мин; скорость движения агрегата ( $V$ ) – 11 км/ч.

На основании данных эксперимента нами получено уравнение регрессии по потерям зерна после прохода жатки, которое адекватно описывает процесс очеса растений сои:

$$Y_{пж} = 3223,36 - 728,21 \cdot V - 1832,87 \cdot \omega + 42,9 \cdot V^2 + 260,47 \cdot \omega^2 + 424,77 \cdot V \cdot \omega - 25,45 \cdot V^2 \cdot \omega - 61,54 \cdot V \cdot \omega^2 + 3,74 \cdot V^2 \cdot \omega^2 \quad (1)$$

Несмотря на все предложенные нами изменения, уровня допустимых потерь за жаткой, в соответствии с требованиями к качеству выполнения операции уборки сои, добиться не удалось. Проблема состоит в том, что барабанный тип очесывающей жатки не подходит для полного очеса растений сои, имеются некоторые ограничения.

Для уборки методом очеса в приоритете сорта сои, имеющие один прямостоящий стебель (например, сорта Бонус (куст прямостоячий, ветвление слабое), Золушка (куст прямостоячий, одна ветвь), Даурия (большинство растений одностебельные, стебель прямой), Уркан (стебель



прямой), ВНИИС 18 (куст прямостоячий, ветвей – от одной до двух), Грация (количество ветвей – до двух)).

Также при очесе растений барабанной жаткой учитывается условие растрескивания бобов при воздействии на них гребенок очесывающего барабана (сорта устойчивые к растрескиванию бобов: Бонус, ВНИИС 18, Грация, Золушка) (нами использованы данные Каталога сортов сои, 2021).

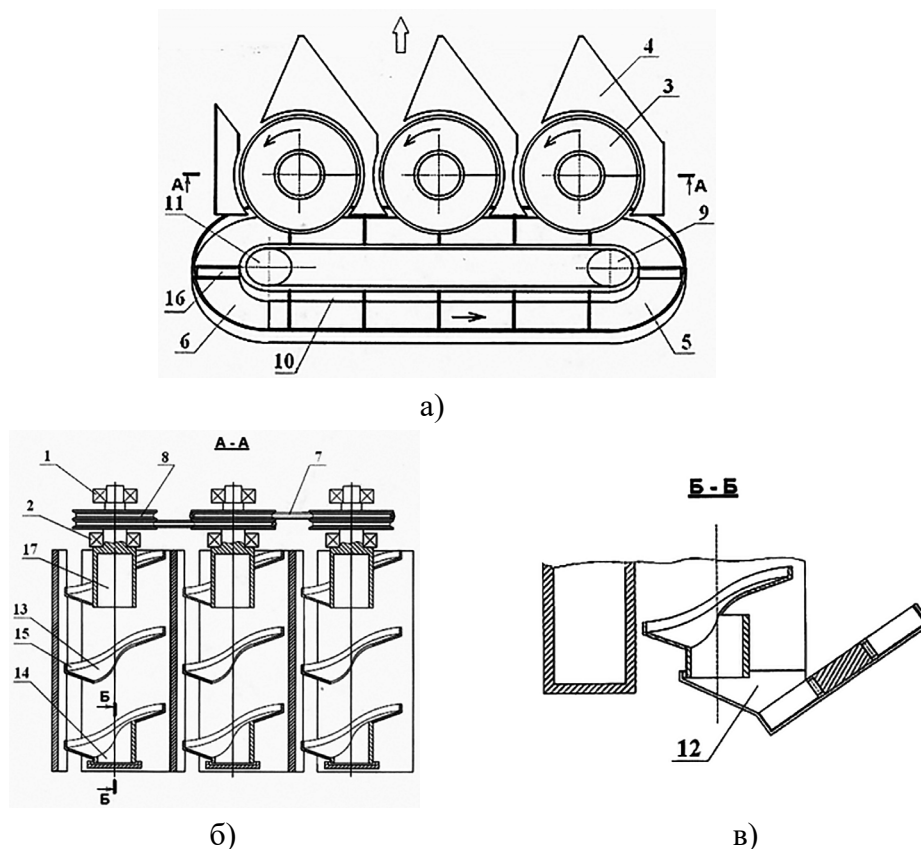
Принципиально новой для уборки сои очесом является конструкция очесывающего устройства шнекового типа (рис. 3) (патент РФ № 2742836), при работе которого достигается минимальный показатель обрыва стеблей сои; воздействие ра-

бочих органов на растение сои не зависит от высоты прикрепления бобов к растению; уменьшаются потери, происходящие при ударе рабочих органов (гребенок) в других конструктивных схемах очесывающих устройств.

В перспективе возможно использовать данное устройство при уборке семенных посевов при ширине междурядий от 30 см и более.

**Заключение.** 1. Проведенными экспериментами подтверждены и уточнены оптимальные конструктивно-режимные параметры жатки для уборки сои методом очеса:

1) количество гребенок на очесывающем барабане – 6 штук;



а) вид сверху; б) вид сбоку; в) схема самотека

- 1, 2 – подшипники; 3 – полые шнеки; 4 – коробчатые полевые делители; 5 – цепной скребковый транспортер; 6 – выгрузное окно; 7 – клиновой ремень; 8 – шкивы; 9 – ведущая звездочка; 10 – цепь; 11 – ведомая звездочка; 12 – самотеки; 13 – наклонная спираль шнека; 14 – нижний патрубок; 15 – боковая кромка шнека; 16 – скребки; 17 – верхний вал шнека

**Рисунок 3 – Очесывающее устройство шнекового типа**  
**Figure 3 – Screw-type combing device**

2) скорость движения трактора с очесывающей жаткой – 11 км/ч;

3) скорость вращения очесывающего барабана – 350 об./мин;

4) диаметр очесывающего барабана – 660 мм;

5) регулировка очесывающей жатки над поверхностью поля по высоте – 50–150 мм;

6) частота вращения мотовила – нулевая скорость отражающих щитков относительно поверхности поля.

2. При уборке урожая методом очеса потери при оптимальных режимах

(скорости вращения барабана 350 об./мин и скорости движения 11 км/час) и посева через 30 см на сорте сои «Умка» составили 7,9 %, что на сегодняшний день не соответствует агротехническим требованиям (5 %).

3. Предложена конструкция очесывающего шнекового устройства, принципиально отличающаяся от одно- и двухбарабанных очесывающих устройств, производимых серийно, и испытанных экспериментальных конструкций. Данная конструкция в перспективе позволит убирать семенные посевы при ширине междурядий от 30 см и более.

### Список источников

1. Ерохин Г. Н., Коновский В. В., Першин И. А. Качество уборки сои зерноуборочными комбайнами // Наука в центральной России. 2022. № 3 (57). С. 7–13. DOI: 10.35887/2305-2538-2022-3-7-13.

2. Бурьянов А. И., Бурьянов М. А., Червяков И. В., Ковтунов В. В. Совершенствование технологии уборки сорго // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4 (52). С. 45–48. EDN: ZEVUNB.

3. Buryanov A. I., Chervyakov I. V. Using combines for cleaning grain crops by non-traditional technologies // INMATEH – Agricultural Engineering. 2019. Vol. 59. P. 27–32. DOI: 10.35633/INMATEH-59-03.

4. Беренштейн И. Б., Шабанов Н. П. Новые возможности технологии «невейка» при уборке зерновых культур // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2018. № 16 (179). С. 52–66. EDN: YTUJZZ.

5. Dzhamburshin A. S., Turymbetova G. D. Substantiation of expedient parameters and operating modes of the stripping device for harvesting grain crops in Kazakhstan // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. Vol. 8. P. 691–698. EDN: YBFZPF.

6. Савин В. Ю. Зависимость степени дробления зерна пшеницы от частоты вращения очесывающего устройства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (58). С. 98–102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.3.98.

7. Aldoshin N. V., Kravchenko I. N., Kuznetsov Yu. A., Kalashnikova L. V., Korneev V. M. New working element of stripper header "OZON" // INMATEH – Agricultural Engineering. 2018. Vol. 55. P. 69–74. EDN: XVKQWD.

8. Алдошин Н. В., Мосяков М. А., Семичев С. В. Конструктивно-технологическая схема очесывающей жатки для уборки белого люпина // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 4 (29). С. 79–85. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-79-85.

9. Семов И. Н., Фесенко О. Д. Исследования универсальной широкозахватной очесывающей жатки с возможностью уборки сои // Сурский вестник. 2021. № 4 (16). С. 68–73. DOI: 10.36461/2619-1202\_2021\_04\_012.

10. Сахаров В. А., Кувшинов А. А., Мазнев Д. С. Влияние режимных параметров работы очесывающей жатки на величину потерь при уборке сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 4 (56). С. 135–141. DOI: 10.24411/1999-6837-2020-14060.

## References

1. Erokhin G. N., Konovskii V. V., Pershin I. A. Kachestvo uborki soi zernouborochnymi kombainami [The quality of soybean harvesting by combine harvesters]. *Nauka v tsentral'noi Rossii. – Science in Central Russia*, 2022; 3 (57): 7–13. DOI: 10.35887/2305-2538-2022-3-7-13 (in Russ.).
2. Buryanov A. I., Buryanov M. A., Chervyakov I. V., Kovtunov V. V. Sovershenstvovanie tekhnologii uborki sorgo [Improvement of sorghum harvesting technology]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii. – Grain Farming in Russia*, 2017; 4 (52): 45–48. EDN: ZEVUNB (in Russ.).
3. Buryanov A. I., Chervyakov I. V. Using combines for cleaning grain crops by non-traditional technologies. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 2019; 59: 27–32. DOI: 10.35633/INMATEH-59-03.
4. Berenshtein I. B., Shabanov N. P. Novye vozmozhnosti tekhnologii "neveika" pri uborke zernovykh kul'tur [New possibilities of "unwinnowed grain" technology when harvesting grain crops]. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy. – News of Agricultural Science of Taurida*, 2018; 16 (179): 52–66. EDN: YTUJZZ (in Russ.).
5. Dzhamburshin A. S., Turymbetova G. D. Substantiation of expedient parameters and operating modes of the stripping device for harvesting grain crops in Kazakhstan. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2017; 8: 691–698. EDN: YBFZPF.
6. Savin V. Yu. Zavisimost' stepeni drobleniya zerna pshenitsy ot chastoty vrashcheniya ochesyvayushchego ustroystva [The dependence of the degree of crushing of wheat grain on the frequency of rotation of the combing device]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*, 2018; 3 (58): 98–102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.3.98 (in Russ.).
7. Aldoshin N. V., Kravchenko I. N., Kuznetsov Yu. A., Kalashnikova L. V., Korneev V. M. New working element of stripper header "OZON". *INMATEH – Agricultural Engineering*, 2018; 55: 69–74. EDN: XVKQWD.
8. Aldoshin N. V., Mosyakov M. A., Semichev S. V. Konstruktivno-tekhnologicheskaya skhema ochesyvayushchei zhatki dlya uborki belogo lyupina [Structural and technological scheme of a stripping header for harvesting white lupine]. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya. – Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*, 2019; 4 (29): 79–85. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-79-85 (in Russ.).
9. Semov I. N., Fesenko O. D. Issledovaniya universal'noi shirokozakhvatnoi ochesyvayushchei zhatki s vozmozhnost'yu uborki soi [Research of a universal wide-cut stripper header with the ability to harvest soybeans]. *Surskii vestnik. – Sursky Bulletin*, 2021; 4 (16): 68–73. DOI: 10.36461/2619-1202\_2021\_04\_012 (in Russ.).
10. Sakharov V. A., Kuvshinov A. A., Maznev D. S. Vliyanie rezhimnykh parametrov raboty ochesyvayushchei zhatki na velichinu poter' pri uborke soi [Influence of operating parameters of the stripping header on the amount of losses during soybean harvesting]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2020; 4 (56): 135–141. DOI: 10.24411/1999-6837-2020-14060 (in Russ.).

© Сахаров В. А., Кувшинов А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 16.08.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023; принята к публикации 11.09.2023.

The article was submitted 16.08.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 11.09.2023.



**Информация об авторах**

**Сахаров Владимир Александрович**, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0003-3471-301X, Author ID: 959033, [sakharov.v.a@mail.ru](mailto:sakharov.v.a@mail.ru);

**Кувшинов Алексей Алексеевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, [kyaa@vniisoi.ru](mailto:kyaa@vniisoi.ru)

**Information about the authors**

**Vladimir A. Sakharov**, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0003-3471-301X, Author ID: 959033, [sakharov.v.a@mail.ru](mailto:sakharov.v.a@mail.ru);

**Alexey A. Kuvshinov**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, [kyaa@vniisoi.ru](mailto:kyaa@vniisoi.ru)

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.**