

/ Pochvoobrabatyvayushchie mashiny i dinamika agregatov. – Chelyabinsk, 1983. – S.18-24.

16. Solovev S.P. Laboratornoe issledovanie protsessa rezaniya pochvy // Trudy VIM. – 1967. – T. 43. – S. 9-10.

17. Shpaar i dr. Zernovye kultury. T. 1. (Vy-rashchivanie, uborka, dorabotka i ispolzovanie) /

pod obshchey redaktsiey D. Shpaara. – Moskva: ID OOO "DLV AGRODELO", 2008. – 336 s.

18. Chernoi vanov V.I., Ezhevskiy A.A. Fedorenko V.F. Intellektualnaya selskokhozyaystvennaya tekhnika. – Moskva: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2014. – 124 s.



УДК 631.316.4

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-263-9-88-95

И.А. Лонцева, В.В. Кучер

I.A. Lontseva, V.V. Kucher

ОБОСНОВАНИЕ ГРЕБНЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКЕ СОИ РОБОТИЗИРОВАННЫМ КУЛЬТИВАТОРОМ

SUBSTANTIATION OF RIDGE FORMATION DURING INTER-ROW TILLAGE OF SOYBEAN CROPS BY A ROBOTIC TILLER

Ключевые слова: междурядная обработка, ширококормный посев сои, формирование гребня, фаза развития сои, культиватор Гелиос Agrokraft, высота гребня.

Рассматривается влияние конструктивных параметров и рабочих органов на формирование гребня различной высоты в зависимости от фазы развития сои при междурядной обработке. Обработку выполняли на посевах сои с междурядьем 45 см с применением роботизированного культиватора Гелиос Agrokraft, оснащённого автоматической системой точного наведения EXACT и рабочими органами в виде 2 односторонних лап и 1 стрельчатой лапы по центру ряда. В период вегетации проводили 2 междурядные обработки на рабочих скоростях 10-12 км/ч. Первую обработку – в фазу 1-2-го тройчатого листа с использованием защитных дисков, 2-ю – в фазу от 3-го тройчатого листа до смыкания рядков без защитных дисков. Установлено, что при 1-й обработке формируется гребень высотой $3,08 \pm 0,01$ см, а при второй – $7,08 \pm 0,04$ см. Предложена математическая модель в виде полинома 3-го порядка. При сравнении 2 полученных зависимостей следует, что все коэффициенты уравнения при 2-й междурядной обработке по модулю больше, чем при 1-й, что подтверждено экспериментально высотой сформированного гребня. Выявлена симметричность формирования гребня для соседних рядов, разница составила 0,02-0,09 см, что находится в пределах абсолютной погрешности измерений. Двухэтапная технология позволяет на ранних фазах за счёт защитных дисков избежать засыпания растений и обеспечить прогрев почвы, а на более поздних – улучшить аэрацию корневой зоны, усилить подав-

ление сорняков и отвести избыточную влагу. Повреждение культурных растений рабочими органами не зафиксировано. Полученные результаты подтверждают, что гребнеобразование является полноценным агротехническим приёмом, а использование роботизированного культиватора с системой точного наведения обеспечивает точную работу на скоростях 10-12 км/ч.

Keywords: inter-row tillage, wide-row soybean sowing, ridge formation, soybean growth stage, Helios Agrokraft tiller, ridge height.

The influence of design parameters and working tools on the formation of a ridge of varying height depending on the soybean development stage during inter-row tillage is discussed. The tillage was performed on soybean crops with a row spacing of 45 cm using a Helios Agrokraft robotic tiller equipped with the EXACT automatic precision guidance system and working tools in the form of two one-sided shares and one sweep share located in the center of the row. Two inter-row tillage operations were performed during the growing season at operating speeds of 10–12 km/h. The first tillage was carried out at the first to second trifoliate leaf stage using protective discs, and the second - from the third trifoliate leaf stage to row closure without protective discs. It was found that the first tillage formed a ridge with a height of 3.08 ± 0.01 cm, while the second one formed a ridge of 7.08 ± 0.04 cm. A mathematical model in the form of a third-order polynomial was proposed. A comparison of the two obtained dependences showed that all the equation coefficients for the second inter-row tillage were larger in absolute value than those for the first one which was experimentally confirmed by the height of the

formed ridge. Symmetry in ridge formation for adjacent rows was revealed, the difference being 0.02–0.09 cm which was within the absolute measurement error. The two-stage technology allows, in the early stages, due to the protective discs, to avoid covering the plants and ensure soil warming, and at later stages - to improve root zone aeration, enhance weed suppression, and

drain excess moisture. No damage to crop plants by the working tools was found. The obtained results confirm that ridge formation is a fully valid agronomic practice, and the use of a robotic tiller with a precision guidance system ensures accurate operation at speeds of 10–12 km h.

Лонцева Ирина Александровна, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: largoil@mail.ru.

Кучер Вероника Викторовна, ассистент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: vera_petrova_02@mail.ru.

Lontseva Irina Aleksandrovna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: largoil@mail.ru.

Kucher Veronika Viktorovna, Asst., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: vera_petrova_02@mail.ru.

Введение

Основная задача механической обработки почвы – создание рыхлого и достаточного глубокого пахотного слоя, хорошо проницаемого для воды, воздуха и тепла.

Исследованиями физических свойств почвы, её водно-воздушного режима, а также теплового, изменяющегося от придания почве различной формы поверхности, доказана экономическая целесообразность и эффективность применения профилирующих поверхность поля машин и агрегатов [1, 2].

Применение широкорядного способа посева при возделывании не только пропашных культур, но и сои дают возможность выполнять механическую междурядную обработку с подрезанием сорняков и формированием гребня в рядке растений [3, 4].

Как показывают исследования [2, 5, 6], формирование гребня имеет смысл в тех случаях, когда необходимо удалить из почвы избыточную влагу, повысить температуру почвы, создать местное увеличение слоя почвы. Кроме этого создаются благоприятные условия для выполнения операций по уходу, уборке, так как борозды между гребнями служат направляющими для колес трактора и агрегируемых с ним машин.

Одними из особенно значимых положительных эффектов при междурядной обработке пропашных культур и сои являются: прогрев почвы в начале вегетации; улучшение аэрации корневой и прикорневой зоны за счет оптимальной плотности почвы; оптимальная влажность почвы в условиях переувлажнения и засухи; формирование более мощной корневой системы растений за счёт площади питания; подавление всходов сорняков и в рядках; активизация процесса

усвоения атмосферного азота; снижение риска развития грибковых заболеваний [7, 8].

Наряду с явными преимуществами формирования гребня для пропашных культур, исследований, направленных на обоснование высоты гребня и набора рабочих органов культиваторов для междурядной обработки посевов сои, недостаточно.

В Амурской области, являющейся лидером по производству сои в России, до 2023 г. посев проводили преимущественно рядовым способом с междурядьем от 7 до 20 см. Технологические приёмы возделывания учитывали возможность использования универсальной техники для возделывания зерновых культур. В последние три года проводятся исследования, направленные на повышение урожайности путем использования широкорядной технологии возделывания сои. Посев сои производят с междурядьем 45 см, что позволяет проводить междурядные обработки, позволяющие снизить пестицидную нагрузку на культурные растения. Для проведения междурядной обработки используются культиваторы с различным набором рабочих органов, позволяющих проводить рыхление, подрезание и вычесывание сорняков и защиту всходов. Для повышения производительности и снижения повреждаемости растений современные культиваторы оборудованы роботизированными системами, позволяющими работать точно по рядку без повреждения растений на скорости от 10 до 15 км/ч [10–12].

Цель исследования – обоснование параметров формирования гребня при междурядной обработке сои роботизированным культиватором в зависимости от фазы развития растений.

Задачи:

1) определить высоту формируемого гребня при первой и второй междурядных обработках роботизированным культиватором Гелиос Agrokraft;

2) установить влияние комплектации рабочих органов на высоту и профиль гребня в междурядьях;

3) подобрать математическую модель описывающую зависимость высоты гребня по ширине междурядья.

Объекты и методы

Для исследований использовали роботизированный междурядный культиватор Гелиос Agrokraft с автоматической системой точного наведения EXACT при возделывании сои. Культиватор с шириной захвата 9 м выполнял механическую обработку почвы в посевах сои с междурядьем 45 см. Рабочая скорость – 10-12 км/ч. Рабочие органы – стрельчатые лапы, установленные в шахматном порядке с перекрытием. Расстановка лап культиватора Гелиос Agrokraft (две односторонние лапы с последующим расположением стрельчатой лапы 150 мм по центру рядка) способствуют равномерному формированию гребня без резких перепадов. Оценку показателей работы культиватора оценивали по ГОСТ 33677-2015 «Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы испытаний».

В период вегетации проводятся 2 междурядные обработки (табл. 1). Первая – в фазу первого-второго тройчатого листа, вторая – в период от третьего тройчатого листа до смыкания рядка. Основная задача междурядной обработки – механическое подрезание сорной растительности. При движении пропашного культиватора на

скорости 5-7 км/ч обеспечивается полное подрезание сорняков и меньшее их приживание. Увеличение скорости до 10-12 км/ч при работе культиваторов приводит к отбрасыванию почвы относительно рабочих органов, формируя гребень по рядку растений и борозду в междурядье.

При первой обработке на фазе первого тройчатого листа использование защитных дисков ограничивает подгребание почвы, формируя гребень высотой 3-4 см. Такая высота оптимальна для данной фазы и положительно сказывается на следующие факторы:

- обеспечивает достаточный прогрев почвы;
- снижает риск повреждения сои рабочими органами;
- создаёт умеренное окучивание, стимулирующее развитие боковых корней без риска их обнажения;
- снижает риск засыпания растений почвой (за счёт защитных дисков).

На фазе третьего тройчатого листа, когда растения достигают достаточной высоты, защитные диски снимаются (рис. 1). Это приводит к увеличению высоты гребня до 7-8 см при тех же настройках агрегата. Подобное изменение целесообразно, поскольку:

- более высокий гребень улучшает аэрацию корневой зоны активно растущих растений;
- способствует отводу избыточной влаги в период усиленного потребления воды культурой;
- усиливает борьбу с сорняками за счёт большего объёма подгребаемой почвы;
- не создаёт угрозы для растений благодаря их высоте и прочности.

Таблица 1

Условия оценки работы культиватора с автоматической системой наведения на обработке сои

	1-я обработка	2-я обработка
Период	1-2-й тройчатый лист	3-й тройчатый лист до смыкания
Рабочая скорость, км/ч	10-12	10-12
Комплектация	3 стрельчатые лапы + защитные диски Ø430 мм	3 стрельчатые лапы
Ширина междурядий, см	45	
Количество растений в рядке на 1 м длины, шт.	22-24	20-24
Тип почвы	Лугово-черноземовидные	
Влажность почвы на глубине 10 см, %	23	24

В фазу цветения растений чаще всего рядки уже смыкаются и проведение междурядной обработки с использованием системы точного наведения невозможно.

Для определения высоты гребня использовали лист из оргстекла размером 55х30 см, разлинованный на прямоугольники 5х1 см (рис. 2).



Рис. 1. Состояние сои после прохода культиватора

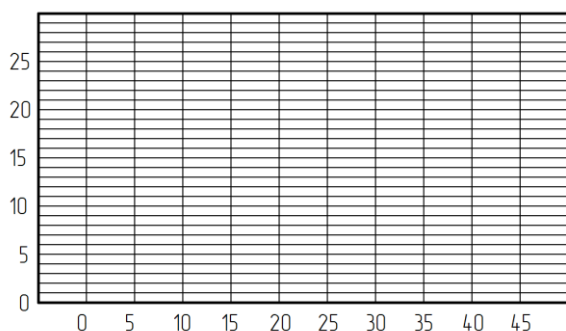


Рис. 2. Схема разлиновки листа из оргстекла для определения высоты гребня при междурядной обработке

Для оценки высоты гребня на первой и второй междурядных обработках использовали десятикратные повторности с последующим определением среднего для каждого показателя. За точку отсчета 0 по горизонтали был принят центр рядка, соответственно, значение 45 – центр следующего рядка. На отметках 20-25 располагается междурядье. Заглубление рамки в почву проводили на 2-3 см относительно центральной части междурядья. Обработку результатов проводили с использованием методов математической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение

Специфичная расстановка лап культиватора Agrokraft показана на рисунке 3 и состоит из двух односторонних лап и одной стрелчатой

лапы 150 мм по центру рядка. Такое размещение способствует равномерному формированию гребня (отбрасыванию почвы при движении на повышенных скоростях) без резких перепадов. Ширина захвата культиватора 9 м и междурядье 45 см позволяют системе точного наведения поддерживать стабильные параметры гребнеобразования по всей обрабатываемой полосе.

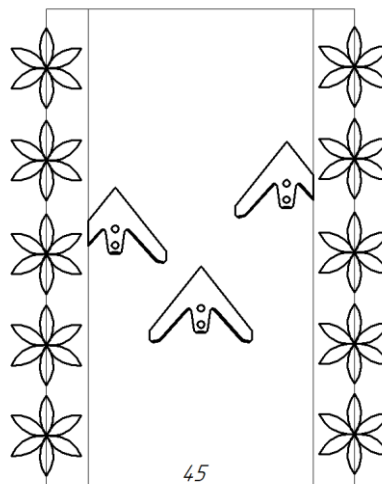


Рис. 3. Расстановка рабочих органов

В результате проведения двух междурядных обработок выявлена закономерность формирования гребня в зависимости от фазы развития растений и настроек агрегата.

Таким образом, контролируемое образование гребня различной высоты на разных фазах развития сои выступает не побочным эффектом, а элементом агротехнологии. Оно позволяет оптимизировать условия роста культуры, повысить эффективность междурядной обработки и в конечном итоге способствует увеличению урожайности.

В таблице 2 приведены основные статистические параметры высоты гребня вдоль рядка. Для определения зависимости изменения высоты гребня по всей ширине междурядья использовали разлинованный лист оргстекла (рис. 2).

В опытах на первой и второй междурядной обработках высота гребня для соседних рядов симметрична (рис. 4, 5). При первой обработке отличие составляет 0,02 см, а при второй – 0,09 см, что является абсолютной погрешностью измерений.

При первой междурядной обработке с использованием защитных дисков высота гребня $3,08 \pm 0,01$ см, а при второй (без защитных дисков) – $7,08 \pm 0,04$ см.

Таблица 2

Статистические параметры высоты гребня при первой и второй междурядной обработке

1-я обработка		Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	2-я обработка		Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
0	6,04	0,26	4,36	0	10	0,38	3,77
5	5,23	0,41	7,91	5	8,24	0,28	3,44
10	4,1	0,34	8,21	10	6,02	0,31	5,18
15	3,33	0,41	12,35	15	3,94	0,30	7,59
20	2,95	0,17	5,82	20	2,96	0,22	7,50
25	2,96	0,22	7,33	25	2,96	0,22	7,33
30	3,23	0,42	13,06	30	4,09	0,34	8,35
35	3,99	0,33	8,39	35	5,93	0,25	4,13
40	5,28	0,41	7,82	40	8,29	0,37	4,42
45	6,02	0,31	5,18	45	10,09	0,32	3,15
Среднее		0,33	8,04	Среднее		0,30	5,49

Стандартное отклонение в двух опытах составило 0,3, что позволяет сделать вывод о возможности проведения замеров больше чем через 5 см.

Коэффициент вариации в первой обработке – 8,04%, во второй – 5,49% подтверждает однородность и слабую вариацию признака.

Для подбора математической модели построены нелинейные зависимости функции вида:

$$h = a_n l^n + a_{n-1} l^{n-1} + \dots + a_1 l + a_0. \quad (1)$$

где l – переменная, аргумент;

$a_n \dots a_0$ коэффициенты, определяющие форму кривой;

n – степень (порядок).

На рисунке 4 представлено графическое изменение профиля высоты гребня по ширине междурядья при первой обработке. За точку 0,0 по вертикали принято значение глубины обработки почвы.

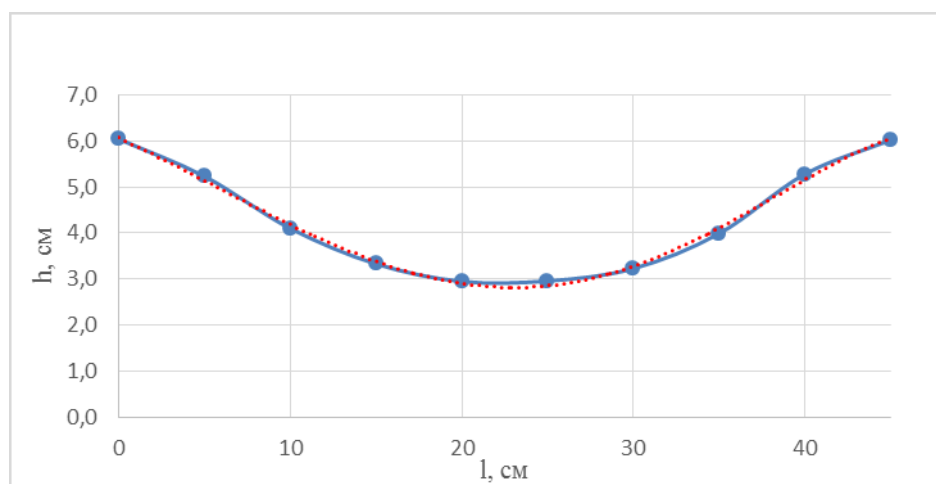


Рис. 4. Изменение высоты гребня при междурядье 45 см (1-я междурядная обработка, фаза первого-второго тройчатого листа)

На рисунке 5 показано графическое изменение высоты профиля гребня при выполнении второй обработки.

Подбор порядка математической модели для описания проводился исходя из минимального необходимого количества точек (измерений) по выражению:

$$N = \frac{(n+1)(n+2)}{2}, \quad (2)$$

где N – количество экспериментальных точек.

Учитывая, что по ширине междурядья измерения проводились в 10 точках, то степень (n) математической модели приняли равную 3 (полином третьего порядка).

Первая междурядная обработка описывается моделью

$$h = (8E - 06)l^3 + 0,0058l^2 - 0,2775l + 6,2131, \quad R^2 = 0,98; \quad (3)$$

вторая междурядная обработка:

$$h = (2E - 06)l^3 + 0,0141l^2 - 0,6359l + 10,48, \quad R^2 = 0,97, \quad (4)$$

где R^2 – индекс детерминации.

Полученное значение $R^2 > 0,8$, что говорит о высокой тесноте связи между переменными.

Увеличение порядка математической модели до $n = 5$ приводит к тому, что индекс детерминации $R^2 = 1$, но такие модели не дают значительного улучшения в описании предсказания значений h .

При сравнении двух зависимостей (3) и (4) следует, что все четыре коэффициента уравнения при второй междурядной обработке по модулю больше, чем при первой, что подтверждено экспериментально высотой сформированного гребня.

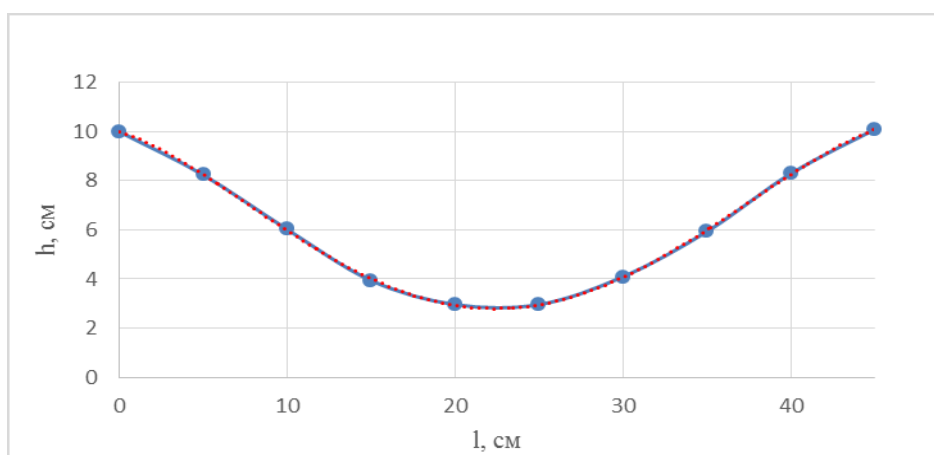


Рис. 5. Изменение высоты гребня (2-я междурядная обработка, фаза третьего тройчатого листа)

Выводы

1. Экспериментально установлено, что при первой междурядной обработке (фаза первого-второго тройчатого листа, наличие защитных дисков) на скорости 10-12 км/ч наряду с подрезанием сорняка сформировался гребень, средняя высота которого составила $3,08 \pm 0,01$ см. При второй обработке (фаза от третьего тройчатого листа до смыкания рядков, без защитных дисков) при движении культиватора со скоростью 10-12 км/ч высота формируемого гребня составила $7,08 \pm 0,04$ см.

2. Использование защитных дисков на первой междурядной обработке ограничивает подгребание почвы, что предотвращает засыпание растений при движении пропашного культиватора на повышенных скоростях. Снятие защитных дисков при второй обработке при сохранении скорости технологического процесса и расстановки лап (две односторонние + одна стрельчатая 150 мм по центру рядка) приводит к увеличению высоты гребня до 7-8 см, что способствует улучшению аэрации корневой зоны и усилению подавления сорняков.

3. Оценка профиля гребня с помощью разложенного шаблона показала симметричность

формирования гребня для соседних рядков, что подтверждает однородность и технологическую стабильность процесса.

4. Графическое представление изменения высоты гребня позволило получить математическую модель – зависимость третьего порядка для первой и второй междурядных обработок.

Библиографический список

1. Совершенствование технологии возделывания сои / В. М. Лукомец, В. М. Пенчуков, В. А. Тильба [и др.]. – Текст: электронный // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S2. – С. 88-95. – ISSN 2222-9345. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/303703>. – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Лань.
2. Грядοοбразователь для возделывания сои / И. А. Лонцева, В. А. Мунгалов, В. А. Сенников, В. В. Епифанцев. – DOI 10.22450/199996837_2022_3_115. – Текст: непосредственный // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. – Т. 16, № 3. – С. 115-122.
3. Орехов, Г. И. Способы основной обработки почвы под сою в регионах России (обзор) / Г. И. Орехов, А.С. Бушнев. – Текст: непосредственный

ственный // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 124-131

4. Дегтярев, А. М. Эффективность широко-рядного посева сои в условиях Амурской области / А. М. Дегтярев, С. И. Лаврентьев. – Текст: непосредственный // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – № 2. – С. 44-50.

5. Совершенствование технологии междурядной обработки пропашных культур / В. И. Бородин, И. С. Мартынов, М. Н. Шапов [и др.]. – DOI 10.32786/2071-9485-2025-03-62. – Текст: непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 3 (81). – С. 557-567.

6. Матвеев, И. Н. Обоснование параметров и режимов работы многофункциональной сеялки-культиватора на междурядных обработках сои: 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Матвеев Иван Николаевич. – Благовещенск, 2005. – 20 с. – Текст: непосредственный.

7. Теоретическое обоснование ширины защитной зоны при междурядной обработке пропашных культур / Т. И. Ахунов, Б. Б. Ходжиев, И. С. Джаббаров, Б. Ф. Баротов. – Текст: непосредственный // Земледелец. – 2023. – Т. 98, № 1. – С. 127-130.

8. Balešević Tubić, S. Междурядная обработка почвы в посевах сои / S. Balešević Tubić, J. Miladinović, V. Đorđević, Z. Miladinov, M. Vasiljević // Legume Hub. – 28.02.2022. – URL: https://legumehub.eu/ru/is_article/междурядная-обработка-почвы-в-посева/.

9. Фоменко, Д. С. Анализ рынка пропашных культиваторов / Д. С. Фоменко, А. Ю. Несмиян. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 3. – С. 3-8.

10. Роботизированный культиватор для междурядной обработки. – Текст: электронный // Агро-Крафт: производитель инновационной сельскохозяйственной техники. – Краснодарский край, Кропоткин. – URL: <https://agro-kraft.ru/robotizirovanniy-kultivator>

11. Кучер, В. В. Роботизированные технологии в условиях органического и точного земледелия / В. В. Кучер, И. А. Лонцева. – Текст: непосредственный // Почвенное плодородие – основа устойчивого развития сельскохозяйственного производства: материалы Междуна-

родной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Б. И. Тарасенко и 120-летию со дня рождения профессора А. П. Джулая, Краснодар, 23 октября 2024 года. – Краснодар: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2024. – С. 116-119.

12. Кучер, В. В. Совершенствование технологии возделывания сои с использованием роботизированного культиватора Agrokraft / В. В. Кучер, И. А. Лонцева. – Текст: непосредственный // Состояние и инновации технического сервиса конструкций, машин и оборудования: материалы XVI Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Инженерного института, Новосибирск, 13-15 ноября 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2024. – С. 256-260. – EDN YNNEWZ.

13. Современные автоматизированные и роботизированные машины для междурядной обработки почвы / А. Р. Валиев, Н. А. Васьков, Р. Ф. Сабилов, В. М. Медведев. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-2-7. – Текст: непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4 (274). – С. 2-7.

14. Хамуков, Ю. Х. Проблемы роботизации обработки посадок сельскохозяйственных культур. Актуальность и концептуальные ограничения / Ю. Х. Хамуков, М. А. Канокова. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 11. – С. 13-20.

References

1. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdelevaniya soi / V.M. Lukomets, V.M. Penchukov, V.A. Tilba [i dr.] // Vestnik APK Stavropolya. – 2015. – No. S2. – S. 88-95. – Lan: elektronno-bibliotecnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/303703>.

2. Gryadoobrazovatel dlya vozdelevaniya soi / I. A. Lontseva, V. A. Mungalov, V. A. Sennikov, V. V. Epifantsev // Dalnevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2022. – T. 16, No. 3. – S. 115-122. – DOI 10.22450/199996837_2022_3_115.

3. Orekhov G.I., Bushnev A.S. Sposoby osnovnoy obrabotki pochvy pod soyu v regionakh Rossii (obzor) // Maslichnye kultury. – 2019. – Vyp. 1 (177). – S. 124-131

4. Degtyarev, A.M. Effektivnost shirokoryadnogo poseva soi v usloviyakh Amurskoy oblasti /

A.M. Degtyarev, S.I. Lavrentev // Dalnevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2023. – No. 2. – S. 44-50.

5. Sovershenstvovanie tekhnologii mezhdu-ryadnoy obrabotki propashnykh kultur / V. I. Borodin, I. S. Martynov, M. N. Shaprov [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2025. – No. 3 (81). – S. 557-567. – DOI 10.32786/2071-9485-2025-03-62.

6. Matveev, I. N. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty mnogofunktsionalnoy seyalki-kultivatora na mezhduryadnykh obrabotkakh soi: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.20.01 / Matveev Ivan Nikolaevich. – Blagoveshchensk, 2005. – 20 s.

7. Teoreticheskoe obosnovanie shiriny zashchitnoy zony pri mezhduryadnoy obrabotke propashnykh kultur / T. I. Akhunov, B. B. Khodzhev, I. S. Dzhabborov, B. F. Barotov // Zemledelets. – 2023. – T. 98, No. 1. – S. 127-130.

8. Balešević Tubić, S. Mezhduryadnaya obrabotka pochvy v posevakh soi [Elektronnyy resurs] / S. Balešević Tubić, J. Miladinović, V. Đorđević, Z. Miladinov, M. Vasiljević // Legume Hub. – 28.02.2022. – Rezhim dostupa: https://legumehub.eu/ru/is_article/mezhduryadnaya-obrabotka-pochvy-v-poseva.

9. Fomenko, D. S. Analiz rynka propashnykh kultivatorov / D. S. Fomenko, A. Yu. Nesmiyan // Traktory i selkhoz mashiny. – 2016. – No. 3. – S. 3-8.

10. Robotizirovannyi kultivator dlya mezhduryadnoy obrabotki [Elektronnyy resurs] // Agro-Kraft: proizvoditel innovatsionnoy selskokhozyaystvennoy tekhniki. – Krasnodarskiy kray, Kropotkin. – Rezhim

dostupa: <https://agro-kraft.ru/robotizirovanniy-kultivator>.

11. Kucher, V. V. Robotizirovannye tekhnologii v usloviyakh organicheskogo i tochnogo zemledeliya / V. V. Kucher, I. A. Lontseva // Pochvennoe plodorodie – osnova ustoychivogo razvitiya selskokhozyaystvennogo proizvodstva: Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora B. I. Tarasenko i 120-letiyu so dnya rozhdeniya professora A. P. Dzhalaya, Krasnodar, 23 oktyabrya 2024 goda. – Krasnodar: Kubanskiy GAU, 2024. – S. 116-119.

12. Kucher, V. V. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdeleyvaniya soi s ispolzovaniem robotizirovannogo kultivatora Agrokraft / V. V. Kucher, I. A. Lontseva // Sostoyanie i innovatsii tekhnicheskogo servisa konstruksiy, mashin i oborudovaniya: Materialy XVI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-ti letiyu Inzhenernogo instituta, Novosibirsk, 13–15 noyabrya 2024 goda. – Novosibirsk: ITs NGAU "Zolotoy kolos", 2024. – S. 256-260.

13. Sovremennyye avtomatizirovannyye i robotizirovannyye mashiny dlya mezhduryadnoy obrabotki pochvy / A. R. Valiev, N. A. Vaskov, R. F. Sabirov, V. M. Medvedev // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2020. – No. 4 (274). – S. 2-7. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-2-7.

14. Khamukov Yu.Kh., Kanokova M.A. Problemy robotizatsii obrabotki posadok selskokhozyaystvennykh kultur. Aktualnost i kontseptualnye ogranicheniya // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2022. – No. 11. – S. 13-20.



УДК 631.362.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-263-9-95-103

А.А. Мороз, А.А. Хижников

A.A. Moroz, A.A. Khizhnikov

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

CLASSIFICATION OF PNEUMOSEPARATING SYSTEMS OF GRAIN-CLEANING MACHINES

Ключевые слова: зерноочистительные машины, классификация пневмосистем, аспирационные каналы, пневмосепараторы, разделение на фракции, зерноочистка.

Keywords: grain-cleaning machines, classification of pneumatic systems, aspiration channels, pneumatic separators, fractionation, grain cleaning.