

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-568438>

Оригинальное исследование



# Результаты производственной проверки макетного образца орудия с активным приводом ротационных рабочих органов с оценкой агротехнических показателей

Р.И. Кравченко

Костанайский региональный университет имени А. Байтұрсынұлы, Костанай, Казахстан

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Модернизация с целью улучшения конструкции и повышения качества работы кольцевых рабочих органов, достигается за счет изменения конструктивных параметров (использования режущих ножей эллипсоидальной формы, устанавливаемых на ступице посредством спиц). Однако, принцип работы указанными рабочими органами остается малоизученным и требует проверки в полевых условиях с целью изучения качественных показателей работы для улучшения операций поверхностной обработки почвы и, как следствие, дальнейшего повышения урожая зерновых культур.

**Цель работы** — проверка в полевых условиях разработанного макетного образца орудия и установление соответствия полученных показателей агротребованиям, предъявляемым к предпосевной обработке почвы и пара.

**Материалы и методы.** Полевые исследования орудия и оценка показателей выполнены в соответствии со стандартами: «ГОСТ 20915–2011», «СТ РК 1559–2006». При проведении исследований соблюдались следующие требования: почва обрабатывалась на глубину  $h = 5..6$  см, угол атаки  $\beta = 40^\circ$ ,  $\lambda = 0,9...0,96$ ,  $v = 9...10$  км/ч. В соответствии с приведенными нормативными документами определялись качественные показатели работы орудия.

**Результаты.** По итогам полевых исследований установлено, что после прохода агрегата на поверхности поля остается менее 98,18–98,26%, сорняков. При этом с целью недопущения возникновения ветровой эрозии на поле сохраняется порядка 64,45% стерни, одновременно выравнивая поверхность поля – показатель крошения равен 84,46–83,87% и гребнистость поверхности поля 1,41–1,63 см. Гребни на дне образуемых борозд не более 1,6–1,81 см. Содержание ЭОЧ при выполнении операций поверхностной обработки почвы сократилось на 4,22–4,43% в сравнении с результатами до проведения полевых исследований.

**Заключение.** По полученным данным показателей качества работы следует, что применение орудия с данными рабочими органами способно повысить качество работы при проведении предпосевной и паровой обработок почвы.

**Ключевые слова:** ротационный рабочий орган; ВОМ; макетный образец орудия; дно борозды; гребень; агротехнические показатели; профиль дна борозды.

## Как цитировать:

Кравченко Р.И. Результаты производственной проверки макетного образца орудия с активным приводом ротационных рабочих органов с оценкой агротехнических показателей // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2023. Т. 90, № 6. С. 515–522. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-568438>

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-568438>

Original Study Article

# The results of the operational test of a mock-up sample of the tool with an active drive of rotary working bodies with an assessment of agrotechnical indicators

Ruslan I. Kravchenko

Kostanay Regional University named after A. Baitursynuly, Kostanay, Kazakhstan

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Modernization aimed to improve the design and to increase the quality of operation of the ring-type working bodies, is possible with changing the design parameters such as the use of ellipsoidal cutting knives mounted on the hub by means of spokes. However, the principle of operation of these working bodies remains poorly understood and requires verification in the field conditions in order to study the qualitative performance indicators to improve surface tillage operations and, consequently, to increase the yield of grain crops further.

**AIM:** Field testing of the developed mock-up sample of the tool in order to define the compliance of the obtained indicators with the agricultural requirements for pre-sowing and fallow treatment..

**METHODS:** The field study of the tool and the evaluation of the indicators were carried out in accordance with the GOST 20915-2011 and the ST RK 1559-2006 standards. During the study, the following requirements were met: the depth of soil treatment  $h = 5...6$  cm, angle of attack  $\beta = 40^\circ$ ,  $\lambda = 0.9...0.96$ ,  $v = 9...10$  km/h. Qualitative indicators of the tool operation were defined in accordance with the given regulatory documents.

**RESULTS:** According to the results of the field study, it was found that after the passage of the unit, less than 98.18–98.26% of weeds remain on the field surface. At the same time, in order to prevent the occurrence of wind erosion, about 64.45% of stubble is preserved on the field, while leveling the field surface – the crumbling index is 84.46–83.87% and the ridge of the field surface is 1.41–1.63 cm. The ridges at the bottom of formed furrows are no more than 1.6–1.81 cm. The content of erosion-hazardous particles during surface tillage operations decreased by 4.22–4.43% in comparison with the results before the field study.

**CONCLUSIONS:** According to the obtained data of operation quality indicators, the use of tools with these working bodies can improve the quality of operation during pre-sowing and fallow treatments.

**Keywords:** rotary working body; power takeoff shaft; mock-up sample of the tool; furrow bottom; ridge; agrotechnical indicators; furrow bottom profile.

## To cite this article:

Kravchenko RI. The results of the operational test of a mock-up sample of the tool with an active drive of rotary working bodies with an assessment of agrotechnical indicators. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(6):515–522. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-568438>

Received: 14.08.2023

Accepted: 01.10.2023

Published online: 15.12.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Орудия, рабочими органами которых являются различные по конфигурации и исполнению диски, активно используются во всем мире на операциях поверхностной обработки почвы. Сферические диски довольно хорошо работают на высоко увлажнённых полях, на засоренных почвах, при этом они не забиваются пожнивными остатками и стерней. Однако, дисковые рабочие органы со сплошной поверхностью обладают недостатком. На рабочую часть дисков налипают почва, что приводит к увеличению энергоёмкости и снижению качества обработки почвы. В районах, где в виду природно-климатических условий преобладают высокие скорости ветра, почвы наиболее подвержены ветровой эрозии, для их возделывания применяют орудия и машины, оснащенные кольцевыми рабочими органами [1]. Вместе с тем, и у данного типа рабочих органов происходит налипание почвы на рабочую поверхность, тем самым происходит увеличение тягового сопротивления и ухудшается качество работы. «На базе данных рабочих органов разработан и изготовлен РРО с режущими ножами эллипсоидальной формы [2, 3]. Особенностью конструкции являются режущие элементы (ножи), косо установленные к оси вращения рабочего органа, при этом сам рабочий орган имеет угол атаки и приводится в работу от ВОМ трактора. Режущим элементам придана эллиптическая форма, которая позволяет избегать налипания почвы на рабочую поверхность и обеспечивать требуемое качество поверхностной обработки почвы МОО. [4, 1]». Научная новизна настоящего исследования заключается в разработке макетного образца орудия (далее МОО), оснащенного РРО, приводимыми в движение от ВОМ трактора, которые по результатам производственной проверки обеспечивают требуемое качество на операциях поверхностной обработки почвы (предпосевной и паровой обработках) по глубине обработки (конструкция РРО защищена патентом на ПМ РК № 3272). Предпосевная обработка почвы — это прием механической обработки почвы, выполняемый непосредственно перед посевом зерновых культур с целью выравнивания поверхности поля и борьбы с сорной растительностью [5]. «Согласно ГОСТ 26244-84. Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения. Поверхность обработанного поля должна быть выровнена, почвенные комья не должны превышать 10 см. Гребнистость поверхности поля не более 4 см, отклонение от глубины обработки не более 1 см. Полное подрезание сорной растительности, сохранение не менее 60% растительных остатков на поверхности поля [5]».

Как известно, природно-климатические условия Северного Казахстана характеризуются сильными ветрами и малым количеством осадков, что приводит к быстрому испарению продуктивной влаги с поверхности поля. Во избежание потери влаги аграриям следует обрабатывать почву на как можно меньшую глубину, в тоже время, обеспечивая качество выполняемых операций. В данном

регионе наибольшее распространение при подготовке поля к посеву получают механические способы обработки почвы. Согласно данным М.К. Сулейменова наиболее широко поля под посев пшеницей (а это 85–90% всех площадей в РК) обрабатывают по 2 технологиям: почвозащитной и по технологии Mini-Till [6].

Для того, чтобы иметь высокий урожай зерновых культур, необходимо обеспечить все условия для своевременного всхода семян зерновых. Качественным показателем в таком случае служит создание благоприятного ложа семян, т.е. дно сформированной борозды должно быть достаточно уплотнено и выровнено. С этой целью применяются различные машины и орудия с РРО.

Цель исследований — проверка в полевых условиях разработанного макетного образца орудия с целью соответствия полученных показателей агротребованиям на предпосевную обработку почвы и обработки пара.

Условные обозначения:

- РОО — ротационный рабочий орган;
- МОО — макетный образец орудия;
- ВОМ — вал отбора мощности;
- ЗОЧ — эрозионно-опасные частицы;
- $\lambda$  — кинематический параметр;
- $v$  — скорость движения агрегата, м/с;
- $\beta$  — угол атаки рабочего органа, °;
- $h$  — глубина обработки почвы, см.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для обеспечения качественной обработки почвы на операциях предпосевной обработки и паровой обработок почвы разработан МОО, оснащенный РРО, которые приводятся в действие непосредственно от ВОМ трактора, рис. 1. МОО по типу агрегатирования: навесная машина, состоящая из несущей рамы I, откоса II, РРО III, опорного колеса IV, карданного вала V, служащего для передачи крутящего момента посредством цепи VI к рабочим органам, углового редуктора VII, предохранительной VIII и обгонной муфты IX [7].

С помощью гидравлической системы трактора МОО переводится в состояние агрегатирования до поля. В рабочее положение для установки заданной глубины обработки секция РРО приводится с помощью винтового механизма, расположенного на опорном катке. Рама с секцией (батарея) рабочих органов крепится к раме несущей. На валу с батареями РРО имеются звездочки, которые посредством цепной передачи передают вращение от ВОМ трактора к рабочим органам.

Рабочий процесс включает в себя следующие технологические операции (рис. 2):

- с помощью рукоятки на опорном катке устанавливается требуемая глубина обработки почвы;
- батарея РРО приводится в действие от ВОМ трактора;
- за счет ВОМ батарея с рабочими органами вращается, заглубляется и обрабатывает требуемый слой почвы, разбивая почвенные комья и уничтожая сорняки.



**Рис. 1.** Конструкция макетного образца орудия на предпосевной обработке почвы: I — несущая рама, II — откос, III — батарея ротационных рабочих органов, IV — опорное колесо, V — карданный вал, VI — цепь, VII — угловой редуктор, VIII — муфта предохранительная, IX — муфта обгонная.

**Fig. 1.** Design of the mock-up sample of the tool at the pre-sowing soil treatment: I — a carrying frame; II — a sloping link; III — a pack of rotational working bodies; IV — a supporting wheel; V — a driveshaft; VI — a chain; VII — a bevel reduction gear; VIII — a slip clutch; IX — an overrunning clutch.

Полевые исследования по определению агротехнических показателей (крошение почвы, подрезание сорняков, сохранение растительных остатков, содержание ЗОЧ и высота гребней дна борозды) для поверхностной обработки почвы проводились на 2 ее операциях (предпосевная и паровая) в соответствии с «ГОСТ 20915–2011» [8, с. 11] и «СТ РК 1559–2006» [9]. Агротехнические показатели оцениваются согласно «СТ РК 1559–2006». Глубина обработки почвы в обоих случаях не превышала 6 см, при этом отношение окружной скорости РРО к поступательной скорости агрегата было в пределах  $\lambda = 0,9–0,96$ , скорость движения почвообрабатывающего агрегата составляла  $v = 9–10$  км/ч.



**Рис. 2.** Технологический процесс предпосевной обработки почвы с помощью макетного образца орудия, агрегируемого трактором МТЗ-82.

**Fig. 2.** A technological process of the pre-sowing soil treatment using the mock-up sample of the tool coupled with the MTZ-82 tractor.

Одним из значимых показателей качества обработки почвы для получения хорошего урожая зерновых является гребнистость на дне сформированной борозды после прохода агрегата. Частная методика измерения  $h_{\text{гребней}}$  дна борозды включала в себя 4-х кратную повторность проведения измерений, два из которых — по направлению движения агрегата, два — против (всего 24).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Условия проведения испытаний МОО на предпосевной и паровой обработках почвы определялись в соответствии

**Таблица 1.** Условия проведения производственной проверки МОО

**Table 1.** Conditions of conducting the operational test of the mock-up sample

| Показатель                     | Почвенный слой |               |             |
|--------------------------------|----------------|---------------|-------------|
|                                | до 5 см        | 5–10 см       | более 10 см |
| Влажность почвы, %             |                |               |             |
| – Предпосевная обработка       | 12,57          | 26,68         | 27,25       |
| – Паровая обработка            | 15,12          | 26,68         | 26,91       |
| Твердость почвы, МПа           |                |               |             |
| – Предпосевная обработка       | 0,45           | 1,48          | 2,11        |
| – Паровая обработка            | 1,28           | 2,01          | 2,32        |
| Масса стерни, г/м <sup>2</sup> |                |               |             |
| – Предпосевная обработка       |                | 87,9          |             |
| – Паровая обработка            |                | не измеряется |             |
| Гребнистость поверхности, см   |                |               |             |
| – Предпосевная обработка       |                | 1,41          |             |
| – Паровая обработка            |                | 1,63          |             |

с «ГОСТ 20915–2011» и представлены в таблице 1. Почва — чернозём.

Результаты полученных и обработанных данных по определению агротехнических показателей на поверхностную обработку почвы, таких как: сохранение стерни, подрезание сорных растений, гребнистость поверхности поля, гребнистости дна сформированной борозды, крошение почвы и содержание ЗОЧ на двух операциях поверхностной обработки почвы (предпосевной и паровой) представлены в таблице 2.

В таблице 3 приведены результаты обработки данных по определению сохранения стерни на предпосевной обработке почвы.

В таблице 4 приведены результаты обработки данных по подрезанию сорных растений на предпосевной и паровой обработках почвы при скорости движения агрегата 9,6 км/ч.

Согласно требованиям ГОСТ на поверхностную обработку почвы после производственной проверки орудия проведена оценка следующих показателей: крошение почвы, степень подрезания сорных растений, сохранение растительных остатков (стерни), гребнистость поверхности поля, содержания ЗОЧ, а также  $h_{\text{гребней}}$  на дне борозды, рис. 3.

Оценка и измерение гребней на дне борозды, сформированной МОО с активным привоом РРО проводилась при 4-х кратной повторности (всего 24 опыта) по ранее указанной частной методике представлены в таблице 5. Все результаты подвергались математической обработке данных.

Таким образом, в результате производственной проверки макетного образца орудия (МОО) на 2 операциях поверхностной обработки почвы с оценкой агротехнических показателей можно сделать вывод, что применение данного орудия способно обеспечить требуемое качество при подготовке почвы к посеву зерновых культур.

**Таблица 2.** Результаты полученных показателей на 2 операциях поверхностной обработки почвы

**Table 2.** Results of the indicators obtained at two operation of surface soil treatment

| Показатель                                                        | Величина показателя |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------|
| $v$ , км/ч                                                        |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 9,57                |
| – Паровая обработка                                               | 9,29                |
| $h$ , см                                                          |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 5,8                 |
| – Паровая обработка                                               | 6,1                 |
| Крошение почвы, %                                                 |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 84,46               |
| – Паровая обработка                                               | 83,87               |
| Подрезание сорняков, %                                            |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 98,26               |
| – Паровая обработка                                               | 98,19               |
| Сохранение растительных остатков (стерни), %                      |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 64,45               |
| – Паровая обработка                                               | не измеряется       |
| Высота гребней поверхности поля, см                               |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 1,41                |
| – Паровая обработка                                               | 1,63                |
| Высота гребней дна борозды, см                                    |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | 1,81                |
| – Паровая обработка                                               | не измеряется       |
| Изменение содержания ЗОЧ в слое до 5 см после прохода агрегата, % |                     |
| – Предпосевная обработка                                          | –4,22               |
| – Паровая обработка                                               | –4,43               |

**Таблица 3.** Результаты обработки данных по определению сохранения стерни

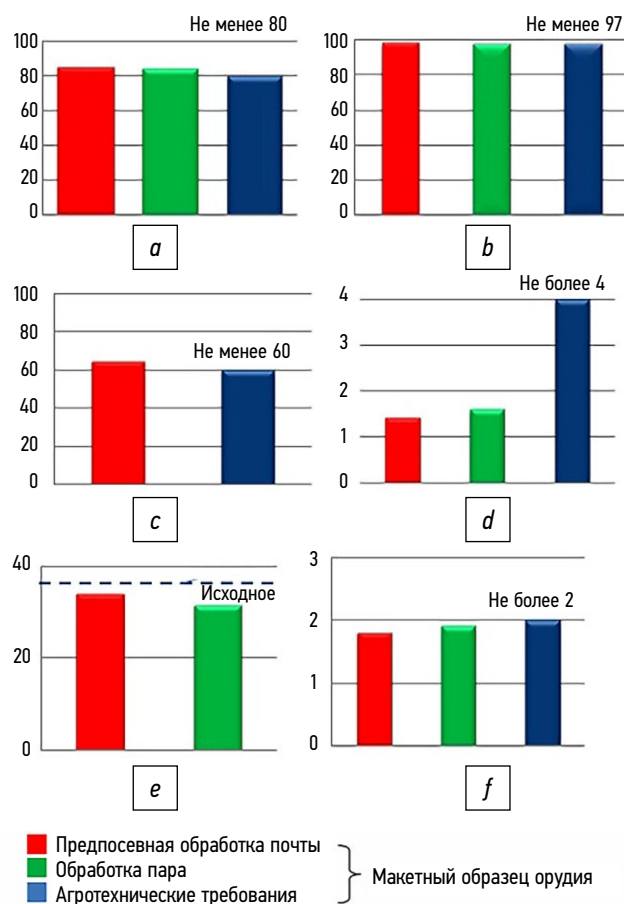
**Table 3.** Results of data processing on definition the stubble preserving

| Повторность                            | Масса стерни, г |               | Сохранение стерни, % |
|----------------------------------------|-----------------|---------------|----------------------|
|                                        | До прохода      | После прохода |                      |
| 1                                      | 275,4           | 166,3         | 60,38                |
| 2                                      | 256,4           | 175,6         | 68,19                |
| 3                                      | 263,7           | 165,5         | 62,76                |
| 4                                      | 267,1           | 167,8         | 62,72                |
| 5                                      | 256,8           | 181,2         | 70,56                |
| Сумма                                  |                 |               | 325,02               |
| Среднее                                |                 |               | 64,45                |
| Средняя масса стерни, г/м <sup>2</sup> | 87,9            |               |                      |

**Таблица 4.** Результаты обработки данных по подрезанию сорных растений**Table 4.** Results of data processing on weeds cutting

| Повторность | Кол-во сорных растений, шт |               | Подрезание сорных растений, % |
|-------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|
|             | До прохода                 | После прохода |                               |
| 1           | 51/40                      | 0/1           | 100,0 / 97,5                  |
| 2           | 44/59                      | 1/0           | 97,5 / 100,0                  |
| 3           | 37/45                      | 1/1           | 97,3 / 97,6                   |
| 4           | 46/34                      | 1/1           | 97,2 / 97,1                   |
| 5           | 52/41                      | 0/0           | 100,0 / 100,0                 |
| 6           | 50/46                      | 0/1           | 100,0 / 97,7                  |
| Среднее     |                            |               | 98,26 / 98,19                 |

Примечание: числитель — предпосевная обработка почвы, знаменатель — обработка пара.



**Рис. 3.** Результаты производственной проверки с оценкой агротехнических показателей макетного образца орудия: *a* — крошение почвы, %; *b* — подрезание сорной растительности, %; *c* — сохранение растительных остатков (стерни), %; *d* — высота гребней на поверхности поля, см; *e* — содержание ЗОЧ, %; *f* — высота гребней дна борозды, см.

**Fig. 3.** Results of the operational test with the assessment of agrotechnical indicators of the mock-up sample of the tool: *a* — soil crumbling, %; *b* — weed cutting, %; *c* — stubble preserving, %; *d* — height of ridges on field surface, cm; *e* — content of erosion-hazardous particles, %; *f* — height of ridges at the bottom of a furrow, cm.

## ВЫВОДЫ

1. Производственная проверка МОО, оснащенного РРО эллипсоидальной формы с оценкой агротехнических показателей на предпосевной и паровой обработках почвы (не более 6 см), характеризуется требуемым качеством — подрезание сорняков более 98,18–98,26%. Одновременно достигается выравнивание поверхности поля — высота гребней не более 1,41–1,63 см, крошение почвенных комьев до 84,46–83,87%. Создается плотное ложе для семян — высота гребней дна борозды не превышает требуемую величину — 1,81 см.
2. Во избежание возникновения ветровой эрозии почв на поверхности поля сохраняется 64,45% растительных остатков (стерни), при этом содержание ЗОЧ при выполнении операций поверхностной обработки почвы сократилось на 4,22–4,43% в сравнении с результатами до проведения полевых исследований.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Вклад автора.** Р.И. Кравченко — проведение экспериментальной части, определение показателей качества для поверхностной обработки почвы, разработка частной методики для определения высоты гребней на дне борозды, обработка результатов. Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (автор внес существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочел и одобрил финальную версию перед публикацией).

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Таблица 5.** Результаты измерений высоты гребней дна борозды на предпосевной обработке почвы

**Table 5.** Results of measuring height of ridges at the bottom of a furrow at the pre-sowing soil treatment

| Опыт | h <sub>гребней</sub> дна борозды, см |     |     |     | Опыт                                      | h <sub>гребней</sub> дна борозды, см |        |     |     |
|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------|--------------------------------------|--------|-----|-----|
|      | Повторность                          |     |     |     |                                           | Повторность                          |        |     |     |
|      | 1                                    | 2   | 3   | 4   |                                           | 1                                    | 2      | 3   | 4   |
| I    | 1,6                                  | 2,0 | 2,0 | 2,0 | XVI                                       | 1,8                                  | 2,0    | 1,6 | 2,0 |
| II   | 2,0                                  | 1,6 | 1,6 | 1,6 | XVII                                      | 1,6                                  | 2,0    | 2,0 | 1,6 |
| III  | 1,8                                  | 2,0 | 2,0 | 1,8 | XVIII                                     | 2,0                                  | 1,6    | 1,6 | 2,0 |
| IV   | 1,6                                  | 1,4 | 2,0 | 2,0 | XIX                                       | 1,6                                  | 1,8    | 2,0 | 2,0 |
| V    | 2,0                                  | 2,0 | 1,8 | 2,0 | XX                                        | 1,6                                  | 1,8    | 2,0 | 1,6 |
| VI   | 2,0                                  | 1,6 | 2,0 | 2,0 | XXI                                       | 2,0                                  | 1,6    | 1,8 | 1,6 |
| VII  | 1,6                                  | 1,8 | 1,4 | 1,8 | XXII                                      | 2,0                                  | 2,0    | 2,0 | 2,0 |
| VIII | 2,0                                  | 1,8 | 2,0 | 1,6 | XXIII                                     | 1,8                                  | 1,6    | 1,8 | 1,6 |
| IX   | 1,8                                  | 1,6 | 1,8 | 1,6 | XXIV                                      | 2,0                                  | 1,6    | 1,8 | 2,0 |
| X    | 2,0                                  | 1,8 | 1,8 | 1,8 |                                           |                                      |        |     |     |
| XI   | 1,4                                  | 2,0 | 2,0 | 1,6 | Средняя высота гребней<br>дна борозды, см |                                      | 1,81   |     |     |
| XII  | 2,0                                  | 2,0 | 2,0 | 2,0 | Дисперсия, см <sup>2</sup>                |                                      | 0,2456 |     |     |
| XIII | 2,2                                  | 1,6 | 1,6 | 1,8 | Среднеквадратическое<br>отклонение, см    |                                      | 0,498  |     |     |
| XIV  | 1,4                                  | 1,8 | 1,8 | 1,8 |                                           |                                      |        |     |     |
| XV   | 1,6                                  | 1,6 | 2,0 | 1,6 | Коэффициент вариации, %                   |                                      | 27,536 |     |     |

# ADDITIONAL INFORMATION

**Author's contribution.** R.I. Kravchenko — conducting the experimental part, determining quality indicators for surface soil treatment, developing a privately-owned methodology for determining the height of ridges at the bottom of a furrow, processing the results. The author made a substantial contribution to the conception of the work,

acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agrees to be accountable for all aspects of the work.

**Competing of interests.** The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Amantayev , Gaifullin G., Kravchenko R., et al. Investigation of the furrow formation by the disc tillage tools // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2018. Vol. 24, N. 4. P. 704–709.
2. Amantayev M.A., Gaifullin G.Z., Kushnir V.G., et al. Soil body formation in front of the rotary tillage tools // Biosciences, Biotechnology Research Asia. 2016. Vol. 13, N. 4. P. 1983–1988.
3. Benyukh O.A., Kravchenko R.I. Features of furrow formation with rotary and arrow-headed working bodies // Tractors and Agricultural Machinery. 2023. Vol. 90. N. 2. P. 179–186. doi: 10.17816/0321-4443-188660
4. Кравченко Р.И. Обоснование параметров батарей орудия для поверхностной обработки почвы с активным приводом ротационных рабочих органов, режущие лезвия которых выполнены по эллиптической линии: дисс... доктора философии (PhD). Костанай, 2019.
5. ГОСТ 26244-84. Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения. Введ. 1986–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1984.
6. Сулейменов М.К. Технология No-till на Казахстанских просторах, реально ли? // Сельскохозяйственная техника. 2011. № 8 (56). С. 37–38.
7. Гайфуллин Г.З., Кравченко Р.И., Амантаев М.А. Макетный образец орудия с активным приводом ротационных рабочих органов // Матер. XIV междунар. научн.-практ. конф. «Европейская наука XXI века». Пржемысл, 2018. С. 43–46.
8. ГОСТ 20915-2011. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. Введ. 2013-01-01. М.: Стандартинформ, 2013.
9. СТ РК 1559-2006. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы

оценки функциональных показателей. Введ. 2006-11-24. — Астана: Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, 2006.

## REFERENCES

1. Amantayev M, Gaifullin G, Kravchenko R, et al. Investigation of the furrow formation by the disc tillage tools. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018;24(4):704–709.
2. Amantayev MA, Gaifullin GZ, Kushnir VG, et al. Soil body formation in front of the rotary tillage tools. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*. 2016;13(4):1983–1988.
3. Benyukh OA, Kravchenko RI. Features of furrow formation with rotary and arrow-headed working bodies. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(2):179–186. doi: 10.17816/0321-4443-188660
4. Kravchenko RI. Obosnovanie parametrov batarey orudiya dlya poverkhnostnoy obrabotki pochvy s aktivnym privodom rotatsionnykh rabochnik organov, rezhushchie lezviya kotorykh vypolneny po ellipticheskoy linii [dissertation] Kostanay, 2019.
5. GOST 26244-84. Obrabotka pochvy predposevnaya. Trebovaniya k kachestvu i metody opredeleniya. Vved. 1986-01-01. Moscow: Izd-vo standartov; 1984.
6. Suleimenov MK. Is no-till technology possible in Kazakhstan's open spaces? *Selskokhozyaystvennaya tekhnika*. 2011;8(56):37–38.
7. Gaifullin GZ, Kravchenko RI, Amantaev MA. A prototype of a weapon with an active drive of rotary working bodies. In: *Mater. XIV international scientific-practical conf. "European science of the 21st century."* Premysl; 2018:43–46.
8. GOST 20915-2011. Selskokhozyaystvennaya tekhnika. Metody opredeleniya usloviy ispy-taniy. Vved. 2013-01-01. Moscow: Standartinform; 2013.
9. ST RK 1559-2006. Testing of agricultural machinery. Machines and tools for surface tillage. Methods for assessing functional indicators. Enter. 2006-11-24. Astana: Komitet po tekhnicheskemu regulirovaniyu i metrologii Ministerstva industrii i tor-govli Respubliki Kazakhstan; 2006.
10. Gaifullin GZ, Kravchenko RI, Amantaev MA. Levelness of the bottom of the furrow formed by a tool with an active drive of rotary working parts. 3i: intellect, idea, innovation. *Mnogoprofilnyy nauchnyy zhurnal KGU imeni A. Baytursynova*. Kostanay; 2019;2:44–51.

## ОБ АВТОРЕ

**Кравченко Руслан Иванович,**

доктор (PhD),

и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта;

адрес: Республика Казахстан, 110000, Костанай,

ул. А. Байтурсынова, д. 47;

ORCID: 0009-0007-7456-9901;

eLibrary SPIN: 8479-4468;

e-mail: ruslan\_kravchenko\_15@mail.ru

## AUTHOR'S INFO

**Ruslan I. Kravchenko,**

PhD,

Acting Associate Professor of the Agricultural Technology and Transport Department;

address: 47 Baitursynov street, 110000 Kostanay, Kazakhstan

ORCID: 0009-0007-7456-9901;

eLibrary SPIN: 8479-4468;

e-mail: ruslan\_kravchenko\_15@mail.ru