

Научная статья

УДК 631.171

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-34-39

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ «КОРРЕКТОРА-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЦЕПНОГО ВЕСА» НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ БОРОНОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА

Сергей Васильевич Щитов<sup>1</sup>, Зоя Фёдоровна Кривуца<sup>2</sup>, Сергей Николаевич Воякин<sup>3</sup>,  
Елена Сергеевна Поликутина<sup>4</sup>, Владимир Викторович Леонов<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия.

<sup>1</sup> shitov.sv1955@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2409-450X>

<sup>2</sup> zfk20091@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5345-1732>

<sup>3</sup> vsn177@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5677-8212>

<sup>4</sup> e.polikytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9726-5176>

<sup>5</sup> leonovvladimir@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2147-3815>

**Резюме.** Цель исследований – повышение эффективности использования тракторов с шарнирно-сочленённой рамой на бороновании за счёт регулирования нагрузки внутри машинно-тракторного агрегата (МТА). В статье описывается экспериментальная проверка работоспособности предложенного устройства «Корректор-распределитель сцепного веса» в хозяйствах, занимающихся возделыванием сельскохозяйственных культур. На сегодняшний день одной из актуальных задач, стоящих перед сельхозтоваропроизводителями Амурской области, является выдерживание агротехнологических сроков проведения посевных работ. В связи с этим необходимо учитывать природно-климатические особенности и естественно-производственные условия региона. Это объясняется тем, что подготовку почвы под посевные работы необходимо проводить одновременно с посевом ранних зерновых культур из-за невозможности провести данную работу в осенний период в связи с поздним окончанием уборки сои. Поздние сроки уборки сои (с наступлением первых заморозков), промерзание почвенного горизонта на глубину более 2,5 м, наличие снежного покрова, резкий перепад температурного режима весной, повышенная влажность верхнего слоя почвы (таяние снега и мерзлотного основания, выпадение осадков), отсутствие подготовленных с осени посевных площадей сильно влияет на сроки проведения весенних работ. В связи с выше изложенным в хозяйствах применяют безотвальный способ подготовки почвы под посев с использованием тяжёлых дисковых борон. Наличие не оттаявших участков поля снижает качество подготовки почвы из-за не выдерживания глубины обработки на них и оказывает влияние на сцепные качества энергетического средства, что требует соответствующего технического решения (установка дополнительного устройства), обеспечивающего кратковременное перераспределение нагрузки. Полученные в результате проведенных производственных исследований результаты доказали работоспособность предложенного устройства, способного перераспределять нагрузку внутри бороновального агрегата.

**Ключевые слова:** дисковая борона, нагрузка, ведущий мост, трактор, энергетическое средство, глубина обработки

**Для цитирования:** Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Воякин С. Н., Поликутина Е. С., Леонов В. В. Влияние конструктивно-технологических параметров «Корректора-распределителя сцепного веса» на распределение нагрузки бороновального агрегата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 34-39. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-34-39

Original article

## INFLUENCE OF STRUCTURAL AND PROCESS PARAMETERS OF COUPLING WEIGHT CORRECTOR-DISTRIBUTOR ON BORON UNIT LOAD DISTRIBUTION

Sergey V. Shchitov<sup>1</sup>, Zoya F. Krivutsa<sup>2</sup>, Sergey N. Voyakin<sup>3</sup>, Elena S. Polikytina<sup>4</sup>, Vladimir V. Leonov<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia.

<sup>1</sup> shitov.sv1955@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2409-450X>

<sup>2</sup> zfk20091@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5345-1732>

<sup>3</sup> vsn177@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5677-8212>

<sup>4</sup> e.polikytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9726-5176>

<sup>5</sup> leonovvladimir@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2147-3815>

**Abstract.** The purpose of the research is to increase the efficiency of using tractors with an articulated frame for harrowing by regulating the load inside the machine tractor unit (MTA). The article describes an experimental verification of the operability of the

proposed device "Coupling weight distributor" in farms engaged in crop cultivation. To date, one of the urgent tasks facing agricultural producers in the Amur region is to meet the agrotechnological deadlines for sowing operations. In this regard, it is necessary to take into account the climatic features and natural production conditions of the region. This is due to the fact that the preparation of the soil for sowing must be carried out simultaneously with the sowing of early grain crops due to the inability to carry out this work in the autumn due to the late end of harvesting soybeans. Late harvesting of soybeans (with the onset of the first frost), freezing of the soil horizon to a depth of more than 2.5 m, the presence of snow cover, a sharp temperature drop in spring, increased humidity of the upper soil layer (melting of snow and permafrost, precipitation), the lack of cultivated areas prepared since autumn strongly affects the timing of spring work. In connection with the above, farms use a non-fallow method of preparing the soil for sowing using heavy disc harrows. The presence of areas of the field that have not thawed reduces the quality of soil preparation due to the inability to maintain the depth of processing on them and affects the coupling qualities of the energy source, which requires an appropriate technical solution (installation of an additional device) that ensures a short-term redistribution of the load. The results obtained as a result of the conducted production studies proved the operability of the proposed device capable of redistributing the load inside the harrowing unit.

**Keywords:** disc harrow, load, driving axle, tractor, power tool, processing depth

**For citation:** Shchitov, S. V., Krivutsa, Z. F., Voyakin, S. N., Polikutina, E. S. & Leonov, V. V. (2025). Influence of structural and process parameters of coupling weight corrector-distributor on boron unit load distribution. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 34-39 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-34-39

В сельскохозяйственном производстве Амурской области соя является основной возделываемой культурой. Это объясняется тем, что в области благоприятные условия для её выращивания, а также имеются производственные мощности для её переработки и реализации, в том числе и зарубежным партнёрам (КНР). Вместе с тем, поздние сроки её уборки (с наступлением первых заморозков) не позволяют осенью подготовить почву под весенние посевные работы. Кроме того, из-за низких температур в зимний период времени почвенный горизонт промерзает на глубину 2,6...2,8 м. Наличие снежного покрова, резкие перепады температуры весной, выпадение осадков в виде дождя со снегом и наличие мерзлотного основания накладывают свои отпечатки на проведение ранневесенних полевых работ. Основным требованием в получении высокого урожая является выдерживание агротехнологических сроков проведения весенних работ. В связи с этим подготовку почвы под посевные работы проводят, как правило, безотвальным способом [1, 2, 3]. В то же время при подготовке почвы данным способом под посевные работы возникает ряд трудностей: наличие не оттаявших участков поля снижает качество обработки почвы из-за нарушения глубины обработки, а наличие участков поля с повышенной влажностью снижает тягово-сцепные свойства колёсных энергетических средств. В связи с этим вопрос повышения эффективности использования тракторов с шарнирно-сочленённой на бороновании в этих условиях возможно за счёт повышения его тягово-сцепных свойств путем перераспределения нагрузки между рабочими органами бороны и движителями энергетического средства. Решить обозначенные выше проблемы возможно путём установки, на трактор специально разработанных для этих условий устройств, способных регулировать нагрузку внутри агрегата по мере необходимости [4, 5].

**Цель исследований** – повышение эффективности использования тракторов с шарнирно-сочленённой рамой на бороновании за счёт регулирования нагрузки внутри машинно-тракторного агрегата (МТА).

**Задачи исследований** – провести экспериментальную проверку работоспособности предложенного устройства «Корректор-распределитель сцепного веса» в хозяйствах, занимающихся возделыванием сельскохозяйственных культур; определить влияние конструктивно-технологических параметров корректора-распределителя сцепного веса на распределение нагрузки внутри МТА.

**Материал и методы исследований.** Для достижения поставленной цели и задачи исследования за основу взяты методики ГОСТ 7057-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний»; ГОСТ 30745-2001 (ИСО 789-9-90) «Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей», ГОСТ 30750-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Определение положения центра тяжести», ГОСТ 7057-2001. «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний», ГОСТ Р 54784-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров», ГОСТ 26244-84 «Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения» [6, 7, 8, 9, 10, 11]. В качестве объекта исследований был взят МТА (К-700А + БДТ-7 + корректор-распределитель сцепного веса), представленный на рисунке 1.



Рис. 1. Полевые исследования

При исследованиях измеряли следующие величины: усилие в гибкой тросовой части с помощью крановых весов ВК-5000; при определении нагрузки, приходящейся на рабочие органы бороны и опорные поверхности (ведущие мосты) трактора использовали весы платформенные электронные МВСК (В); угол наклона навески измеряли инклинометром Absolute Digital Protractor; длину выхода штока гидроцилиндра определяли с помощью измерительной линейки. Перераспределение нагрузки осуществлялось за счёт тросовой связи, соединённой посредством установочных кронштейнов, балки с опорными и двойными блок-роликами, установленными на раме бороны и тракторе. Более подробно устройство и принцип действия корректора-распределителя описаны в работах [12, 13].

**Результаты исследований.** Предлагаемый корректор-распределитель сцепного веса [14] может регулировать изменение нагрузки за счёт её перераспределения на рабочие органы бороны или на ведущие мосты трактора. Передача нагрузки осуществляется за счёт изменения нагрузки в гибкой тросовой части двумя способами: изменением длины выхода штока гидроцилиндра и увеличением угла наклона навески трактора. Рассмотрим более подробно изменение нагрузки, приходящейся на рабочие органы и ведущие мосты от длины выхода штока гидроцилиндра. Результаты исследований при передаче нагрузки с трактора на рабочие органы бороны проведены в статическом режиме и представлены в таблице.

Таблица

Распределение нагрузки внутри МТА  
при ее передаче с трактора на борону от изменения длины выхода штока гидроцилиндра

Измеряемые величины	Положение навески			
	промежуточное положение (устройство выключено)	рабочее положение	промежуточное положение	макс. загружена
Длина выхода штока гидроцилиндра навески, м	0,24	0,33	0,38	0,43
Нагрузка на переднюю ось трактора, Н	78901	77163	76896	76415
Нагрузка на заднюю ось трактора, Н	40703	40227	39954	39704
Нагрузка на борону, Н	30502	32081	32802	33545
Нагрузка в гибкой связи устройства, Н	201	1235	1620	2015

Проанализировав данные, приведённые в таблице 1, можно отметить, что при изменении длины выхода штока от 0,33 м до 0,43 м нагрузка на рабочие органы бороны возросла с 32081 Н до 33545 Н, при этом нагрузка на ведущие мосты энергетического средства снизилась.

Результаты исследований при передаче нагрузки с бороны на ведущие мосты трактора представлены на рисунках 2 и 3.

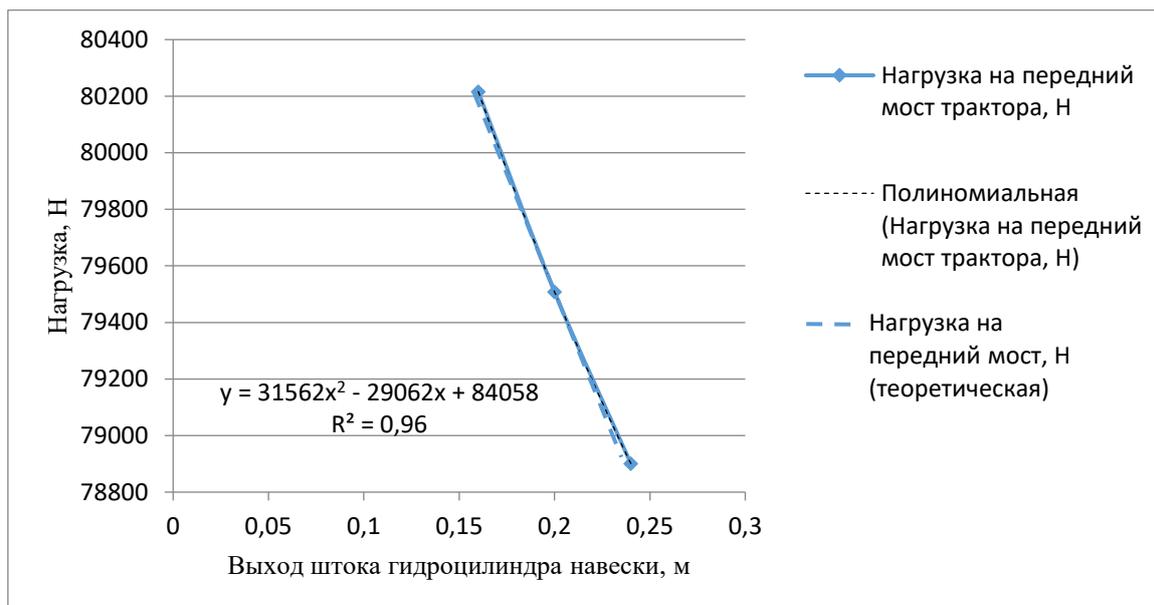


Рис. 2. Зависимость нагрузки на передний мост трактора от выхода штока гидроцилиндра навески (при передаче нагрузки с бороны на трактор)

На основании проведенных исследований (рис. 2) установлено, что при изменении длины штока гидроцилиндра меняется и нагрузка на передний мост трактора. Так, при длине штока 0,24 м нагрузка на передний мост трактора составила 78901 Н. По мере уменьшения длины выхода штока гидроцилиндра (втягивание) до 0,16 м нагрузка на передний мост трактора возросла до 80216 Н за счёт передачи частичной нагрузки с бороны.

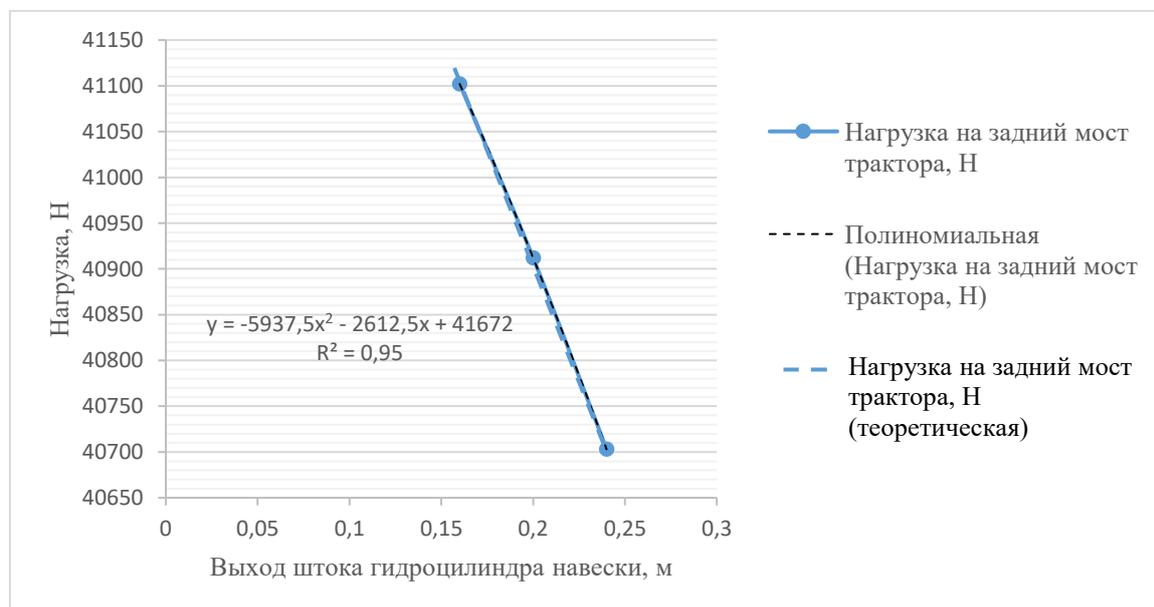


Рис. 3. Зависимость нагрузки на задний мост трактора от выхода штока гидроцилиндра (при передаче нагрузки с бороны на трактор)

Анализируя данные, приведенные на рисунке 3, необходимо отметить, что при изменении длины штока гидроцилиндра нагрузка на задний ведущий мост также увеличивается с 40703 Н при длине штока 0,24 м до 41102 Н при уменьшении длины штока до 0,16 м.

**Заключение.** На основании проведенных исследований по определению влияния угла наклона навески на перераспределение нагрузки в МТА установлено:

– при изменении угла наклона навески от -10 градусов до 30,8 градусов нагрузка на рабочие органы бороны увеличилась соответственно с от 30498 Н до 32764 Н (произошла передача нагрузки с ведущих мостов трактора на борону);

– при изменении угла наклона навески от -10 градусов до -40 градусов нагрузка на передний мост увеличивается с 79012 Н до 80336 Н за счет передачи нагрузки с бороны на трактор;

– при изменении угла наклона навески от -10 градусов до -40 градусов нагрузка на задний ведущий мост трактора увеличивается от 40651 Н до 41198 Н (происходит передача нагрузки с бороны на трактор). На основании полученных данных установлено, что увеличение сцепного веса (передача частичной нагрузки с бороны) повышает его тягово-сцепные свойства, производительность МТА и как следствие эффективность использования.

#### Список источников

1. Слепенков А.Е., Кузнецова О.А., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Повышение эффективности использования колесного пропашного трактора при бороновании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3(83). С. 206-210. EDN: JMKKBC
2. Слепенков А.Е., Леонов В.В., Митрохина О.П., Кидяева Н.П., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е. Результаты исследования по использованию колесного трактора и модернизированной дисковой бороны // Технический сервис машин. 2022. № 1 (146). С. 39-45. DOI: 10.22314/2618-8287-2022-60-1-39-45 EDN: RRUNZK
3. Slepencov A.E., Polikutina E.S., Shchitov S.V., et al. Increasing the efficiency of use of wheeled harrow units in regions of risk farming // В сборнике: Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference. 2021. С. 01003. DOI: 10.1051/e3sconf/202126201003 EDN: AAFVMK
4. Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния устройства для перераспределения сцепного веса на тяговые свойства и ходовую систему колесного трактора // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10, С.95-98. EDN: UMKOJJ
5. Surin R., Sokolov M., Loskutova E. et al. Application of multi-criteria in the selection of running systems for regional use of tractors in agriculture // E3S Web of Conferences. Volume 381, 01032 (2023), International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2022). 1,72M6 DOI: 10.1051/e3sconf/202338101032 EDN: AKPDOD
6. ГОСТ 20915-2011. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. М. : ИПК Издательство стандартов, 2013. 27 с.
7. ГОСТ 30745-2001 (ИСО 789-9-90) Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 15 с.
8. ГОСТ 30750-2001 Тракторы сельскохозяйственные. Определение положения центра тяжести. М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. 9 с.
9. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. 11 с.
10. ГОСТ Р 54784-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров. М. : ИПК Издательство стандартов, 2012. 23 с.
11. ГОСТ 26244-84 Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения. М. : Издательство стандартов, 1986, 7 с.
12. Us S., Burmaga A., Shchitov S.V. et al. Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus // E3S Web of Conferences. International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023, 2023. С. 03002. DOI: 10.1051/e3sconf/202340203002 EDN: MKOHKD
13. Поликутина Е.С., Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Школьников П.Н., Ермаков Д.В. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 3(51). С.71- 77. EDN: YPCPOU
14. Пат. № 2782360 Российская Федерация. Корректор-распределитель сцепного веса бороновального машинно-тракторного агрегата / Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Леонов В.В., Кушнарёв А.Н.; заявл. 22.02.2022; опубл. 26. 10.2022. EDN: ILXPJJ

#### References

1. Slepencov, A. E., Kuznetsova, O. A., et al. (2020). Improving the use of a wheeled row-crop tractor for harrowing. *Izvestia of the Orenburg State Agrarian University*, 3(83), FROM 206-210. (In Russ.).
2. Slepencov, A. E., Leonov, V. V., et al. (2022). Studying of the use of a wheeled tractor and the upgraded disc harrow. *Machinery technical service*, 1 (146): 39-45. (In Russ.). DOI: 10.22314/2618-8287-2022-60-1-39-45
3. Slepencov, A. E., Polikutina, E.S., et al. (2021). Increasing the efficiency of use of wheeled harrow units in regions of risk farming. *Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference*, С. 01003. doi: 10.1051/e3sconf/202126201003. (In Russ.).
4. Shchitov, S.V., Kuznetsov, E.E., et al. (2015). The results of experimental studies to determine the effect of the device for the redistribution of coupling weight on the traction properties and running system of a wheeled tractor. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. VOL. 29. №10. P. 95-98.

5. Surin, R., Sokolov, M., Loskutova, E. et al. (2023). Application of multi-criteria in the selection of running systems for regional use of tractors in agriculture. *E3S Web of Conferences. Volume 381, 01032. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022)*, 1,72Мб DOI: 10.1051/e3sconf/202338101032
6. GOST 20915-2011. Agricultural machinery. Methods for determining test conditions. M.: IPK Publishing House of Standards.
7. GOST 30745-2001 (ISO 789-9-90) Agricultural tractors. Determination of traction indicators. M.: IPK Publishing House of Standards.
8. GOST 30750-2001 Agricultural tractors. Specifies the position of the center of gravity. M.: IPK Publishing House of Standards.
9. GOST 7057-2001. Agricultural tractors. Test methods. M.: IPK Publishing House of Standards.
10. GOST R 54784-2011 Tests of agricultural machinery. Methods for estimating technical parameters. M.: IPK Publishing House of Standards.
11. GOST 26244-84 Pre-sowing soil treatment. Quality requirements and determination methods. M.: Standards Publishing House.
12. Us, S., Burmaga, A., Shchitov, S. V. et al. (2023). Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus. *E3S Web of Conferences. International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023*, С. 03002.
13. Polikutina, E. S., Shchitov, S. V., et al. (2024). Increasing the productivity of trailed units of tillage machines. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 3(51), 71-77.
14. Kuznetsov, E. E., Shchitov, S. V., Leonov, V. V. & Kushnaryov, A. N. Corrector-distributor of the coupling weight of the harrowing machine-tractor unit. Patent 2782360 Russian Federation (In Russ.).

**Информация об авторах:**

С. В. Щитов – доктор технических наук, профессор;  
З. Ф. Кривуца – доктор технических наук, профессор;  
С. Н. Воякин – доктор технических наук, доцент;  
Е. С. Поликутина – кандидат технических наук, доцент;  
В. В. Леонов – аспирант.

**Information about the authors:**

S. V. Shchitov – Doctor of Technical Sciences, Professor;  
Z. F. Krivutsa – Doctor of Technical Sciences, Professor;  
S. N. Voyakin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;  
E. S. Polikutina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
V. V. Leonov – graduate student.

**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.

Статья поступила в редакцию 20.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.  
The article was submitted 20.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.