

Оценка соответствия колеи трактора с междурядьем посевов

Адилбек Агабекович Ахметов¹,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: tractor-v@mail.ru;

Бахтиёр Акбаралиевич Камбаров²,
доктор технических наук, доцент,
e-mail: b_kambarov@rambler.ru;

Дильфуза Усманиевна Камбарова³,
ассистент кафедры,
e-mail: kdu316@mail.ru;

Жахонгир Акбаралиевич Султанов⁴,
стажер-исследователь

¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан;

²Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, Ташкентская область, Республика Узбекистан;

³Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

⁴Конструкторский технологический центр сельскохозяйственного машиностроения, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Реферат. К факторам, отрицательно влияющим на рост и развитие сельскохозяйственных культур, относится воздействие ходовой части машинно-тракторного агрегата на почву в зоне расположения корневой системы растения. В результате область уплотнения почвы колесами трактора все больше охватывает защитную зону растения. Это затрудняет рост и развитие корневой системы, освоение питательных элементов почвы, приводит к повреждению или вытаптыванию растений. В настоящее время отсутствует единый показатель соответствия колеи трактора и обрабатываемого междурядья. *(Цель исследования)* Разработка показателя для оценки соответствия колеи трактора с обрабатываемым междурядьем. *(Материалы и методы)* Показали, что степень соответствия колеи трактора с междурядьем посевов определяется на основе размеров междурядья посевов, колеи трактора, защитной зоны, предусмотренной агротехническими требованиями, отклонением траектории движения колес от оси симметрии междурядья и типоразмеров шин. *(Результаты и обсуждение)* Выведена аналитическая зависимость, определяющая степень соответствия колеи трактора с междурядьем посевов сельскохозяйственных культур на примере возделывания хлопка. Установили, что имеющиеся в хлопкосеющих хозяйствах республики серийные тракторы обеспечивают полноценную работу только на междурядьях 60 и 90 сантиметров. Применение этих технических средств на междурядьях 70 и 76 сантиметров приводит к вытаптыванию и повреждению рядков растений. *(Выводы)* Определили и подтвердили приемлемость разработанного показателя. Совершенствование ходовой системы трактора должно быть направлено на поиск технического решения, обеспечивающего изменение колеи трактора бесступенчатым регулированием в широком диапазоне, тем самым адаптирующего ее к любым междурядьям. **Ключевые слова:** трактор, колесо, колея, шина, посевы, междурядье, почва, растения, корневая система, защитная зона.

■ Для цитирования: Ахметов А.А., Камбаров Б.А., Камбарова Д.У., Султанов Ж.А. Оценка соответствия колеи трактора с междурядьем посевов сельскохозяйственных культур // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т.17. №3. С. 48-53. DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-3-48-53. EDN EESEBY.

Assessment of Tractor Track Width Compatibility with Crop Inter-Row Spacing

Adilbek A. Akhmetov¹,
Dr.Sc.(Eng.), professor,
e-mail: tractor-v@mail.ru;
Bakhtiyor A. Kambarov²,
Dr.Sc.(Eng.), associate professor,
e-mail: b_kambarov@rambler.ru;

Dilfuza U. Kambarova³,
assistant,
e-mail: kdu316@mail.ru;
Zhakhongir A. Sultanov⁴,
trainee researcher

¹Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (TIAME), National Research University, Tashkent city, Republic of Uzbekistan;

²Scientific Research Institute of Agriculture Mechanization, Tashkent region, Republic of Uzbekistan;

³Tashkent State Technical University named after I.A. Karimov, Tashkent city, Republic of Uzbekistan;

⁴Design and Technological Center for Agricultural Engineering, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

Abstract. Various factors can exert detrimental effects on crop growth and development, among which the influence of the machinery's running gear within the machine-tractor unit stands out, particularly within the soil vicinity encompassing the plant's root system. As a result, the area of soil compaction arising from tractor wheel pressure increasingly covers the plant's protective zone. This poses challenges for both root system growth and development, as well as the optimal uptake of soil nutrients, often leads to plant damage or even trampling. Presently, there is no universally accepted metric for assessing the compatibility between tractor track width and the specific inter-row spacing under cultivation. (*Research purpose*) Development of an indicator to assess the compatibility of the tractor track width with the cultivated inter-row spacing. (*Materials and methods*) The analysis demonstrates that the level of compatibility of the tractor track to the crop inter-row spacing is determined based on the dimensions of the crop spacing, the tractor track width, the protective zone outlined by agrotechnical standards, the deviation of the wheel trajectory from the axis of row symmetry, and tire size. (*Results and discussion*) An analytical correlation has been derived to determine the level of compatibility between tractor track width and crop inter-row spacing, using the context of cotton cultivation as an illustrative example. It has been revealed that among the serial tractors utilized within cotton farms across the region, full-fledged operational performance is exclusively achieved when row spacings measure 60 and 90 centimeters. In contrast, the utilization of this machinery on row spacings of 70 and 76 centimeters leads to detrimental outcomes such as row trampling and plant damage. (*Conclusions*) The viability of the developed indicator has been determined and validated. The improvement of the tractor propulsion system should be aimed at devising a technical solution that facilitates seamless adjustment of track width over a broad spectrum, thus allowing for adaptability to diverse row spacing requirements.

Keywords: tractor, wheel, track, tire, crops, inter-row spacing, soil, plants, root system, protective zone.

■ **For citation:** Akhmetov A. A., Kambarov B. A., Kambarova D.U., Sultanov Zh.A. Otsenka sootvetstviya kolei traktora s mezhduryad'em posevov [Assessment of tractor track width compatibility with crop inter-row spacing]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2023. Vol. 17. N3. 48-53 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-3-48-53. EDN EESEBY.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов, в том числе связанных с соблюдением технологии производства и агротехнических требований к продукции. Нередко наблюдается негативное воздействие на рост и развитие растений ходовой системы машинно-тракторного агрегата (МТА) на почву [1, 2]. Особенно это нежелательно в зоне расположения корневой системы.

В целях повышения производительности труда сельскохозяйственные предприятия применяют широкозахватные машины, агрегатируемые энергонасыщенными тракторами [3-5]. Это существенно снижает затраты труда механика-оператора по сравнению с традиционными, но из-за высокой эксплуатационной массы техники происходит переуплотнение почвы, особенно при работе колесных тракторов [6-8]. При переуплотнении почвы более, чем на $1,1 \text{ г/см}^3$ повышается ее удельное сопротивление в процессе последующей обработки, замедляется рост и развитие растений и, главное, снижается урожайность культуры [9, 10].

Несоответствие колеи современных колесных универсально-пропашных тракторов с междурядьями посевов даже с более узкими шинами только усугубляет проблему [11-13]. Зона уплотненной почвы все больше охватывает защитную зону растения [14, 15]. Снижается усвоение питательных веществ из почвы, растения повреждаются и вытаптываются. Из-за отсутствия единого показателя, отражающего соответствие колеи трактора обрабатываемому междурядью, колея трактора в основном выбирается из условия обеспечения защитной зоны обрабатываемых культур [16].

Цель исследования. Обоснование и оценка выбора колеи трактора на основе показателя степени соответствия колеи конкретным размерам междурядий посевов с точки зрения устранения негативного воздействия движителей на почву в зоне корневой системы растений. Определить подходящие марки тракторов при выращивании хлопка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Степень соответствия колеи трактора с междурядьем посевов определяется на основе размеров междурядья, колеи трактора, допустимой защитной зоны, предусмотренной агротехническими требованиями, отклонением траектории движения колес от оси симметрии междурядья, типоразмеров шин [11, 17]. Все перечисленные параметры в той или иной степени отражены в технологических картах возделывания хлопчатника, агротехнических требованиях к посеву и междурядным обработкам, конструктивных параметрах ходовой системы трактора [16, 18-20].

Задачи исследования:

- определение показателя соответствия колеи трактора с междурядьем посевов;
- оценка экспериментально-расчетным путем соответствия применяемых в Республике Узбекистан серийных тракторов этому показателю на примере хлопчатника и сопутствующих культур.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Исходя из логики и нормативных требований при выбранной колее для любого междурядья колесо трактора не должно повреждать растение. В соответствии с расчетной схемой на [рисунке](#) этого можно добиться при следующем условии:

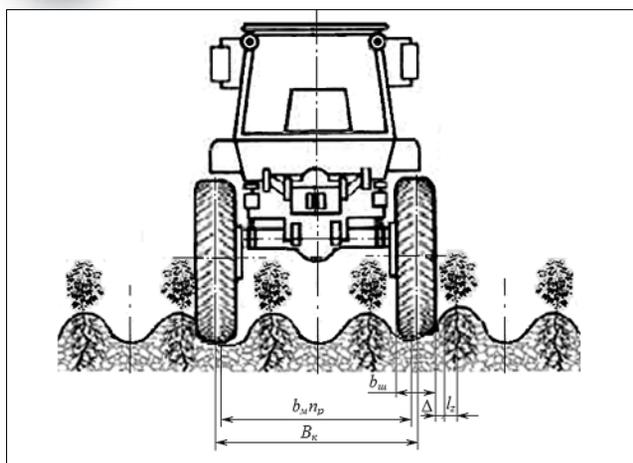


Рисунок. Расчетная схема для определения степени соответствия колеи трактора с междурядьем: $b_{ш}$ – ширина шины, см; $b_{м}$ – ширина междурядья, см; $n_{р}$ – число рядков между колесами; $B_{к}$ – ширина колеи, см; $l_{з}$ – размер защитной зоны растения, см; Δ – максимальное отклонение траектории движения колес от оси симметрии междурядья, см

Figure. Diagram for assessing tractor track compatibility with inter-row spacing: $b_{ш}$ – tire width, cm; $b_{м}$ – inter-row width, cm; $n_{р}$ – number of rows between wheels; $B_{к}$ – track width, cm; $l_{з}$ – the size of the plant protective zone; Δ – maximum deviation of wheel movement trajectory from the axis of symmetry between rows, cm.

- для колес, смещенных от оси симметрий междурядья во внешнюю сторону:

$$B_{к} + \left(\frac{b_{ш}}{2} + l_{з} + \Delta \right) = b_{м} n_{р} + \frac{b_{м}}{2}, \quad (1)$$

- для колес, смещенных от оси симметрий междурядья во внутреннюю сторону:

$$B_{к} - \left(\frac{b_{ш}}{2} + l_{з} + \Delta \right) = b_{м} n_{р} - \frac{b_{м}}{2}, \quad (2)$$

- в общем случае:

$$B_{к} \pm \left(\frac{b_{ш}}{2} + l_{з} + \Delta \right) = b_{м} n_{р} \pm \frac{b_{м}}{2}, \quad (3)$$

Разделив левую часть уравнения (3) на его правую часть получим:

$$k_{с} = \frac{B_{к} \pm \left(\frac{b_{ш}}{2} + l_{з} + \Delta \right)}{b_{м} n_{р} \pm \frac{b_{м}}{2}}. \quad (4)$$

В уравнении (4) показатель $k_{с}$ характеризует, насколько колея трактора совпадает с обрабатываемым междурядьем посевов растений. Для минимизации уплотнения почвы и предотвращения повреждения корневой зоны растений величина $k_{с}$ должна быть максимально приближена к единице. Причем следует учесть, что при $k_{с} < 1$ колесо трактора больше уплотняет зону корневой системы рядков с внутренней стороны колес, чем с внешней, если $k_{с} > 1$ – то наоборот. При $k_{с} = 1$ ко-

лесо трактора, минимально уплотняя почву, равномерно воздействует на зону корневой системы и с внешней, и внутренней сторон колес от рядков растений.

Для облегчения оценки соответствия колеи трактора с междурядьем введем понятие «степень соответствия колеи трактора с междурядьем посевов растений» (ξ):

$$\xi = (1 - |1 - k_{с}|) 100, \%, \quad (5)$$

$$\text{или } \xi = \left(1 - \left| 1 - \frac{B_{к} \pm \left(\frac{b_{ш}}{2} + l_{з} + \Delta \right)}{b_{м} n_{р} \pm \frac{b_{м}}{2}} \right| \right) 100, \%. \quad (6)$$

Рассмотрим аналитическую зависимость (3) на примере применяемых в Республике Узбекистан при возделывании хлопчатника и сопутствующих культур основных хлопководческих (трехколесных) тракторов и типоразмеры устанавливаемых на них шин (таблица). Колея этих марок тракторов регулируется за счет переворачивания колеса и перестановки диска по ободу колеса [18, 19]. Либо если колеса не подлежат регулировке (например, у тракторов TTZ-100HC и AXOS 340X), колея трактора изменяется ступенчато или остается неизменной.

Хлопчатник возделывается на междурядьях 60, 76 и 90 см, а сопутствующие ему кукуруза, картофель, фасоль, маш и другие культуры также еще на междурядьях 70 см [16].

Анализ расчетных данных показал:

- у трактора AXOS-340X степень соответствия колеи с междурядьем 90 см составляет 98,09%, он может работать на этом размере междурядий. А при междурядье 60, 70 и 76 см степень соответствия будет 49,53; 71,02 и 79,01%, что приведет к вытаптыванию, повреждению рядков растений;

- тракторы марок МТЗ-80X и TTZ-811 могут работать на междурядьях как 60, так и 90 см, соответственно показатель ξ равен 95,46 и 94,91%. При междурядьях 70 и 76 см показатель ξ составляет 90,38 и 84,25%, поэтому растения вытаптываются или повреждаются;

- тракторы ТТЗ-60.11, ТТЗ-80.11 и ТТЗ-100К11 могут работать на междурядьях как 60, так и 90 см, степень соответствия колеи с этими междурядьями 95,46 и 94,91%. На междурядьях 70 и 76 см эти марки использовать нельзя (показатель ξ равен 90,93 и 83,75%).

На основе проведенного анализа можно отметить, что имеющиеся в парке хлопкосеющих хозяйств Узбекистана серийные тракторы обеспечивают полноценную работу только на междурядьях 60 и 90 см. Их применение на междурядьях 70 и 76 см приводит к вытаптыванию или повреждению рядков растений, и полноценная работа не обеспечивается. Потребуется либо установить проставку, либо заменить серийные полуоси с кожухами задних мостов на сменные полуоси с кожухами, специально разработанными для операций на междурядьях 70 и 76 см.



Таблица								Table							
СТЕПЕНЬ СООТВЕТСТВИЯ КОЛЕИ УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ С МЕЖДУРЯДЕМ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР															
LEVEL OF COMPATIBILITY OF TRACK WIDTH FOR UNIVERSAL-ROW TRACTORS UTILIZED IN THE REPUBLIC WITH INTER-ROW SPACING OF AGRICULTURAL CROP PLANTINGS															
Показатель Indicator	Марка трактора / Tractor brands														
	TT3 60.11	TT3 80.11	TT3 100K11	MT3-80X	TTZ-811	TTZ-100HC	AXOS 340X								
Колея задних колес, мм Rear wheel track, mm	1800-2400				1900, 2400		1810								
Междурядье, см Row spacing, cm	Ширина (марка) шины, мм / Tire width (brand), mm														
60	345 (13,6-38)				345 (13,6-38)		394 (15,5-38)								
70*	345 (13,6-38)				345 (13,6-38)		394 (15,5-38)								
70	394 (15,5-38)				394 (15,5-38)		429 (16,9R38)								
76	429 (16,9R38)				429 (16,9R38)		429 (16,9R38)								
90	429 (16,9R38)				429 (16,9R38)		467 (18,4R34)								
Междурядье, см Row spacing, cm	Степень соответствия колеи трактора с междурядьем ξ , % Level of compatibility of tractor tracks with inter-row spacing ξ , %														
60	95,46				95,46		49,53								
70*	89,60				80,60		71,02								
70	90,93				90,38		70,03								
76	83,75				84,25		79,01								
90	99,36				94,91		98,09								
* При установке на задних колесах трактора узких шин / When narrow tires are mounted onto the tractor rear wheels															

Для устранения недостатков существующих способов регулировки колеи трактора необходимо проанализировать конструкцию известных устройств и механизмов регулировки. Затем на их основе выбрать направление для совершенствования конструкции ходовых систем тракторов и разработать техническое решение, облегчающее процесс изменения колеи без замены полуосей с кожухами задних мостов или без дополнительной установки проставок.

Выводы. Аналитическое выражение, полученное в ходе исследований, позволяет оценить степень соответствия колеи ходовой системы трактора с междурядьем обрабатываемых культур.

На основе предложенной аналитической зависимости получены расчетные данные для оценки серийных тракторов в хлопкосеющих хозяйствах Республики Узбекистан. Установлено, что они обеспечивают полноценную работу только на междурядьях 60 и 90 см.

Для устранения выявленных недостатков работа по совершенствованию ходовой системы трактора должна быть направлена на поиск технического решения, обеспечивающего изменение колеи бесступенчатым регулированием в широком диапазоне, адаптируя ее к любым междурядьям посевов сельскохозяйственных культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карапетян М.А. Воздействия движителей трактора на физические свойства почвы // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2008. №7. С. 50-51.
2. Николаев В.А. Изменение агрофизических свойств почвы в зависимости от уплотняющего воздействия колесных тракторов // *Земледелие*. 2015. №3. С. 24-25.
3. Устройство тракторов / Шарипов В.М., Городецкий К.И., Маринкин А.П. и др.; под ред. В.М. Шарипова. М.: МГТУ «МАМИ», 2007. 320 с.
4. Гольбяпин В.Я. Лучшие зарубежные тракторы // *Сельский механизатор*. 2015. №1. С. 12-13.
5. Ахметов А.А. Вопросы расширения диапазона применения колесных тракторов // *Научно-технический журнал «Ирригация и мелиорация»*. 2018. №1(11). С. 55-59.
6. Махмутов М.М., Заикина И.В., Гаджиев П.И. Снижение вредного воздействия тракторных колесных движителей на переувлажненную почву // *Тракторы и сельхозмашины*. Т. 7. 2010. №9. С. 33-35.
7. Щитов С.В., Тихончук П.В., Спириданчук Н.В. Техногенное воздействие на почву колесных тракторов // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. №6. С. 73-74.
8. Золотаревская Д.И. Исследование и расчет уплотнения почвы при работе и после остановки колесного трактора // *Тракторы и сельхозмашины*. Т. 83. 2016. №8. С. 33-38.
9. Слюсаренко В.В., Русинов А.В., Федюнина Т.В. Влияние движителей машинно-тракторных агрегатов на урожай сельскохозяйственных культур // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. №3. Ч. 3. С. 120-122.
10. Тарасенко А.П. Влияние числа проходов трактора по полю на урожайность люцерны // *Механизация и электри-*

- фикация сельского хозяйства. 2007. N5. С. 6-7.
11. Гончаренко С.В., Годжаев З.А., Станкевич Э.Б. и др. Идентификация шин по эксплуатационным показателям // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2007. N7. С. 16-19.
 12. Akhmetov A.A., Akhmedov Sh.A., Kambarova D.U. Analyses of the correspondence of the track of serial wheeled tractors to various row spacing of cotton crops. *Harvard Educational and Scientific Review*. Vol. 2. N1. 188-192.
 13. Гапич Д.С., Кузнецов Н.Г., Косульников Р.А., Панчишкин А.П. Технологическая адаптация тракторов к зональным условиям эксплуатации // *Сельский механизатор*. 2019. N7. С. 4-5.
 14. Камбаров Б.А., Тухтабаев М.А. К вопросу о взаимосвязи размеров шин движителей хлопководческого трактора с защитными зонами МТА // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2014. N5. С. 39-41.
 15. Бычков Н.И., Князев Д.А. Оценка агротехнологической вписываемости сельскохозяйственных тракторов // *Тракторы и сельскохозяйственный транспорт. Научные труды ВИМ*. Т. 137. 2000. С. 118-129.
 16. Типовые технологические карты по уходу за сельскохозяйственными культурами и выращиванию продукции на 2016-2020 годы (часть 1). Минсельхоз РУз. Ташкент. НИИЭСХ. 2016. 136 с.
 17. Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Экспериментальное исследование характеристик тракторных пневматических шин // *Тракторы и сельхозмашины*. Т. 84. 2017. N11. С. 40-48.
 18. Белоконов Я.Е., Окоча А.И., Шкаровский Г.В. Тракторы «Беларус» семейств МТЗ и ЮМЗ. Устройство, работа, техническое обслуживание. Минск: ПКФ Ранок, 2003. 259 с.
 19. Шаров В.В. Колесный трактор Т-40 // *Сельский механизатор*. 2015. N5. С. 16-17.
 20. Michael W. Marshall, Ahmad Khalilian. Effects of Tillage and Planting Methods on Narrow and Wide Row Cotton Production. *Agricultural Sciences*. 2018. N9. 792-803.

REFERENCES

1. Karapetyan M.A. Vozdeystviya dvizhiteley traktora na fizicheskie svoystva pochvy [Impacts of tractor propulsors on the soil physical properties]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2008. N7. 50-51 (In Russian).
2. Nikolaev V.A. Izmenenie agrofizicheskikh svoystv pochvy v zavisimosti ot uplotnyayushchego vozdeystviya kolesnykh traktorov [Modification of agrophysical soil properties depending on the condensing influence of wheel tractors]. *Zemledelie*. 2015. N3. 24-25 (In Russian).
3. Sharipov V.M., Gorodetskiy K.I., Marinkin A.P., et al. Ustroystvo traktorov [Tractor design]. Moscow: MGТУ «МАМИ», 2007. 320 (In Russian).
4. Gol'tyapin V.Ya. Luchshie zarubezhnye traktory [Best foreign tractors]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2015. N1. 12-13 (In Russian).
5. Akhmetov A.A. Voprosy rasshireniya diapazona primeneniya kolesnykh traktorov [Questions to expand the range of application wheel tractors]. *Nauchno-tekhnicheskii zhurnal «Irrigatsiya i melioratsiya»*. 2018. N1(11). 55-59 (In Russian).
6. Makhmutov M.M., Zaikina I.V., Gadzhiev P.I. Snizhenie vrednogo vozdeystviya traktornykh kolesnykh dvizhiteley na pereuvlazhnennuyu pochvu [Reducing the harmful effects of tractor wheel thrusters on waterlogged soil]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2010. Vol. 7. N9. 33-35 (In Russian).
7. Shchitov S.V., Tikhonchuk P.V., Spiridanchuk N.V. Tekhnogennoe vozdeystvie na pochvu kolesnykh traktorov [Anthropogenic impact on soil by wheeled tractors]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2012. N6. 73-74 (In Russian).
8. Zolotarevskaya D.I. Issledovanie i raschet uplotneniya pochvy pri rabote i posle ostanovki kolesnogo traktora [Study and calculation of soil compaction during operation and after stopping of a wheeled tractor]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2016. Vol. 83. N8. 33-38 (In Russian).
9. Slyusarenko V.V., Rusinov A.V., Fedyunina T.V. Vliyaniye dvizhiteley mashinno-traktornykh agregatov na urozhay sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The influence of the propulsion of tractors and machines to harvest crops]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2016. N3. Ch. 3. 120-122 (In Russian).
10. Tarasenko A.P. Vliyaniye chisla prokhodov traktora po polyu na urozhaynost' lyutserny [Influence of the number of tractor passes across the field on alfalfa yield]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2007. N5. 6-7.
11. Goncharenko S.V., Godzhaev Z.A., Stankevich E.B. et al. Identifikatsiya shin po ekspluatatsionnym pokazatelyam [Identification of tires by operational indicators]. *Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny*. 2007. N7. 16-19 (In Russian).
12. Akhmetov A.A., Akhmedov Sh.A., Kambarova D.U. Analyses of the correspondence of the track of serial wheeled tractors to various row spacing of cotton crops. *Harvard Educational and Scientific Review*. Vol. 2. N1. 188-192 (In English).
13. Gapich D.S., Kuznetsov N.G., Kosul'nikov R.A., Panchishkin A.P. Tekhnologicheskaya adaptatsiya traktorov k zonal'nym usloviyam ekspluatatsii [Tractor technological adaptation to zonal operating conditions]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2019. N7. 4-5 (In Russian).
14. Kambarov B.A., Tukhtabaev M.A. K voprosu o vzaimosvyazi razmerov shin dvizhiteley khlopkovodcheskogo traktora s zashchitnymi zonami MTA [Revised interrelationship of the tires sizes of cotton-growing tractor propellers with protective zones of the machine-tractor aggregate]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2014. N5. 39-41 (In Russian).
15. Bychkov N.I., Knyazev D.A. Otsenka agrotekhnologicheskoy vpisyaemosti sel'skokhozyaystvennykh traktorov [Evaluation of agrotechnological fit of agricultural tractors]. *Traktory i sel'skokhozyaystvennyy transport. Nauchnye trudy*



- VIM. 2000. Vol. 137. 118-129 (In Russian).
16. Tipovye tekhnologicheskie karty po ukhodu za sel'skokozyaystvennymi kul'turami i vyrashchivaniyu produktsii na 2016-2020 gody (chast' 1) [Standard technological maps for the care of agricultural crops and the cultivation of products for 2016-2020 (part I)]. Minsel'khos Ruz. Tashkent: NIIESKH. 2016. 136 (In Russian).
17. Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Eksperimental'noe issledovanie kharakteristik traktornykh pnevmaticheskikh shin [Experimental study of the characteristics of tractor pneumatic tires]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2017. Vol. 84. N11. 40-48 (In Russian).
18. Belokon' Ya.E., Okocha A.I., Shkarovskiy G.V. Traktory «Belarus» semeystv MTZ i YUMZ. Ustroystvo, rabota, tekhnicheskoe obsluzhivanie [Belarus tractors of the MTZ and YuMZ types. Design, operation, maintenance]. Minsk: PKF Ranok, 2003. 259 (In Russian).
19. Sharov V.V. Kolesnyy traktor T-40 [Wheel tractor T-40]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2015. N5. 16-17 (In Russian).
20. Marshall M.W., Khalilian A. Effects of Tillage and Planting Methods on Narrow and Wide Row Cotton Production. *Agricultural Sciences*. 2018. N9. 792-803 (In English).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявленный вклад соавторов:

Ахметов А.А. – постановка проблемы, разработка теоретической части, формулировка и развитие ключевых целей и задач;
 Камбаров Б.А. – критический анализ литературы, подготовка и редактирование текста, формирование выводов исследования;
 Камбарова Д.У. – сбор статистических данных, описание результатов;
 Султанов Ж.А. – участие в научном дизайне, табличное и графическое представление результатов.
Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Coauthors' contribution:

Akhmetov A.A. – problem statement, development of the theoretical part, formulation and development of the key goals and objectives;
 Kambarov B.A. – literature critical analysis, manuscript preparation and editing, formulation of research conclusions;
 Kambarova D.U. – statistical data collection, description of the results;
 Sultanov Z.A. – scientific design, tabular and graphical representation of the results.
The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию
 Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on
 The paper was accepted for publication on

07.07.2023
 29.08.2023