



## Комбинированный почвообрабатывающий агрегат с универсальными рабочими органами

**Бадри Хутаевич Ахалая,**  
кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник,  
e-mail: badri53@yandex.ru;

**Юлия Сергеевна Ценч,**  
доктор технических наук,  
главный научный сотрудник,  
член-корреспондент Российской академии наук,  
e-mail: vimasp@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

**Реферат.** Отметим, что традиционная обработка почвы с использованием плугов разной модификации приводит к чрезмерному рыхлению. В результате разрушается структура почвы, гибнет почвенная микрофлора, происходят эрозия и смыв плодородного слоя. Для предотвращения негативных процессов в почве в мировой практике земледелия широко применяются технологии минимальной обработки почвы. (*Цель исследования*) Разработка комбинированного агрегата с универсальными рабочими органами, позволяющими увеличить функциональные возможности обработки почвы и улучшить качество операций. (*Материалы и методы*) Универсальные рабочие органы выполнены в виде лап культиватора с треугольным рыхлителем почвы сверху и треугольным щелевателем снизу. Длина платформ под рабочие органы и заглушек вдвое меньшей длины оснований рыхлителя и щелевателя. Высота рыхлителей на 1/3 меньше высоты щелевателей, угол атаки плоской лапы составляет 10-15 градусов, укол наклона режущих частей к поверхности лапы рыхлителя 35 градусов, щелевателя – 25 градусов. Соотношение толщины рабочих органов к толщине крыла равно 1:3. Ширина каждой платформы равна ширине паза под нее и в четыре раза больше толщины каждого рабочего органа. (*Результаты и обсуждение*) Установили, что при движении комбинированного почвообрабатывающего агрегата лапы культиватора подрезают почву, уничтожая сорную растительность. Одновременное воздействие рыхлителей и щелевателей способствует регулированию водно-воздушного баланса в почве. (*Выводы*) Предлагаемая конструкция комбинированного агрегата с универсальными рабочими органами позволяет одновременно выполнять несколько операций: рыхление, щелевание и культивацию почвы с уничтожением сорной растительности. Финишная обработка и уплотнение почвы позволяют улучшить качество и увеличить экономическую эффективность обработки.

**Ключевые слова:** почвообрабатывающий агрегат, универсальные рабочие органы, рыхлитель, щелеватель, рама, платформа, заглушка.

■ **Для цитирования:** Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат с универсальными рабочими органами // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2026. Т. 20. №1. С. 58-63. DOI: 10.22314/2073-7599-2026-20-1-58-63. EDN: GIGLVF.

Scientific article

## Combined Tillage Unit with Universal Working Tools

**Badri Kh. Akhalaia,**  
Ph.D.(Eng.), leading researcher,  
e-mail: badri53@yandex.ru;

**Yulia S. Tsench,**  
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher, corresponding member  
of the Russian Academy of Sciences,  
e-mail: vimasp@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The paper notes that traditional soil tillage with ploughs of various designs frequently causes excessive soil loosening. This leads to the degradation of soil structure, a decline in soil microflora, and increased erosion accompanied by the loss of the fertile topsoil. To mitigate these adverse effects, minimum tillage technologies are widely applied in global agricultural practice. (*Research purpose*) To develop a combined tillage unit equipped with universal working tools that expand the functional capabilities of soil tillage and improve the quality of operations. (*Materials and methods*) The universal working tools are designed as cultivator shanks equipped with a triangular soil ripper at the top and a triangular soil splitter at the bottom. The platform lengths for mounting the tools and the plugs are equal to half the base length of the ripper and splitter. The height of the rippers is one-third

less than that of the slitters. The angle of attack of the flat shank is 10–15 degrees; the inclination angle of the cutting edges relative to the shank surface is 35 degrees for the ripper and 25 degrees for the slitter. The thickness ratio of the working tools to the wing is 1:3. The width of each platform corresponds to the width of the slot into which it is fitted and is four times the thickness of each working tool. (*Results and discussion*) It is found that during the operation of the combined tillage unit, the cultivator shanks cut the soil while simultaneously destroying weeds. The combined action of the loosening and slitting elements contributes to regulating the soil water-air balance. (*Conclusions*) The proposed design of the combined tillage unit with universal working tools enables the simultaneous execution of several operations, including loosening, slitting, and cultivation with effective weed control. Final soil treatment and compaction improve the quality and economic efficiency of tillage.

**Keywords:** tillage unit, universal working tools, loosening, ripper, slitter, frame, platform, plug.

**For citation:** Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S. Combined tillage unit with universal working tools. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2026. Vol. 20. N1. 58-63 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2026-20-1-58-63. EDN: GIGLVF.

**С**овмещение технологических операций при возделывании полевых культур путем применения комбинированных машин признано перспективным направлением в области интенсивного земледелия. При совмещении операций обработки почвы достигается комплексный эффект [1]:

- улучшается качество и сокращаются сроки агротехнических мероприятий за счет меньшего разрыва между отдельными операциями и их выполнения в оптимальных условиях;
- снижаются трудовые, энергетические и другие затраты благодаря более эффективному использованию мощных энергонасыщенных тяговых средств, уменьшению материалоемкости;
- сокращается время на обслуживание комбинированных агрегатов и машин;
- повышаются естественное плодородие и продуктивность обрабатываемых земель вследствие сокращения числа проходов и снижения уплотняющего воздействия агрегатов на почву.

Целесообразность и возможность совмещения операций определяются двумя условиями [2, 3]:

- агротехнической совместимостью одновременного проведения различных операций;
- технической реализацией более сложного рабочего процесса, выполняемого комбинированным агрегатом или машиной за один проход.

Совершенство и эффективность комбинированного агрегата должны оцениваться прежде всего по технико-экономическим показателям [4].

**Цель исследования:** разработка комбинированного почвообрабатывающего агрегата с универсальными рабочими органами и повышенными функциональными возможностями.

**Материалы и методы.** Обработка почвы представляет собой основную агротехническую операцию и универсальную возможность повышения плодородия почвы, уничтожения сорной растительности, подавления вредителей и болезней растений, предотвращения эрозионных воздействий на почву [5]. По энергоёмкости и экономическим затратам

обработка почвы относится к малоэффективным приемам земледелия (*таблица*). На обработку почвы приходится от 18 до 40% общего расхода энергии на возделывание сельскохозяйственных культур [6, 7].

Современные технологии совмещения операций значительно расширяют возможности для решения проблем, возникающих при почвообработке. Выполненные работы, посвященные этой проблеме, позволяют оценить перспективы создания новой сельскохозяйственной техники на базе многофункциональных машин. Такие машины способны за один проход осуществлять одновременно различные механические воздействия [8, 9].

Возросшие потребность и внимание к разным вариантам возделывания почвы, в том числе менее энергозатратным и экологически обоснованным, объясняются двумя причинами. Первая причина имеет экологический характер. Усиление эрозионных процессов в почве под влиянием производственно-хозяйственной деятельности человека и внешних экстремальных природно-климатических факторов значительно снижает качество плодородного слоя почвы или доводят до его полной деградации.

Вторая причина обусловлена возможностью достичь достаточно высоких устойчивых экономических и качественных показателей операций по обработке почвы с меньшими материальными расходами. Очевидно и желательно, чтобы любые новые научно-технические разработки были выгодны с экономической точки зрения [10, 11].

На современном этапе минимальную обработку почвы проводят на глубине от 2 до 20 см, ее величина определяется при выборе технологии и зависит от цели ведения сельскохозяйственных работ. Перед сельхозтоваропроизводителями ставится вопрос качественного проведения операций минимальной обработки почвы, борьбы с сорной растительностью, подавления возбудителей болезни, повышения уровня аэрации, уплотнения поч-

Потребление топлива при возделывании различных агрокультур, кг/га FUEL CONSUMPTION DURING THE CULTIVATION OF VARIOUS CROPS, KG/HA				
Показатель	Пшеница	Кукуруза	Сахарная свекла	Картофель
Общее потребление	64	92	210	260
На вспашку	15	19	23	32,1
На обработку почвы	26,4	37,8	37,8	48,7
На остальные виды возделывания	11,4	18,8	14,8	16,6
Почвообрабатывающие операции, %	41	41	18	18

вы, чтобы наилучшим образом подготовить ее к посеву и дальнейшим уборочным работам [12, 13].

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Коллектив научного агроинженерного центра ВИМ проводит работы по созданию новых усовершенствованных устройств для комплектации почвообрабатывающей техники. На *рисунке 1* представлен комбинированный агрегат с универсальными рабочими органами.

Комбинированный агрегат содержит сницу 1, талреп 2, шарнирно соединенные с несущей рамой 3, звеньями 4 параллелограммного механизма 5 с передней 6 и задней 7 балками. На балках установлены стойки 8 с держателями 9 и лапами 10. На несущей раме расположены продольные балки 11 и пе-

реставные по ширине балки 12.

На средней поперечной балке 13 установлен присоединенный к раме гидроцилиндр 14 с гидрозамком 15, он соединен с кареткой 16, оснащенной опорно-транспортными колесами 17.

На задней балке 18 несущей рамы закреплены стойки 19, к ним шарнирно присоединены дышло 20 и рычаг 21 с болтом 22 для регулирования высоты установки катков. Рычаг шарнирно соединен с тягой 23, на которой установлена пружина 24 с гайкой для регулирования сжатия.

Дышло 20 шарнирно соединено с кронштейнами рамки 25 секции катков. Изменением длины участка тяги 26 регулируются наклон рамки 25 и

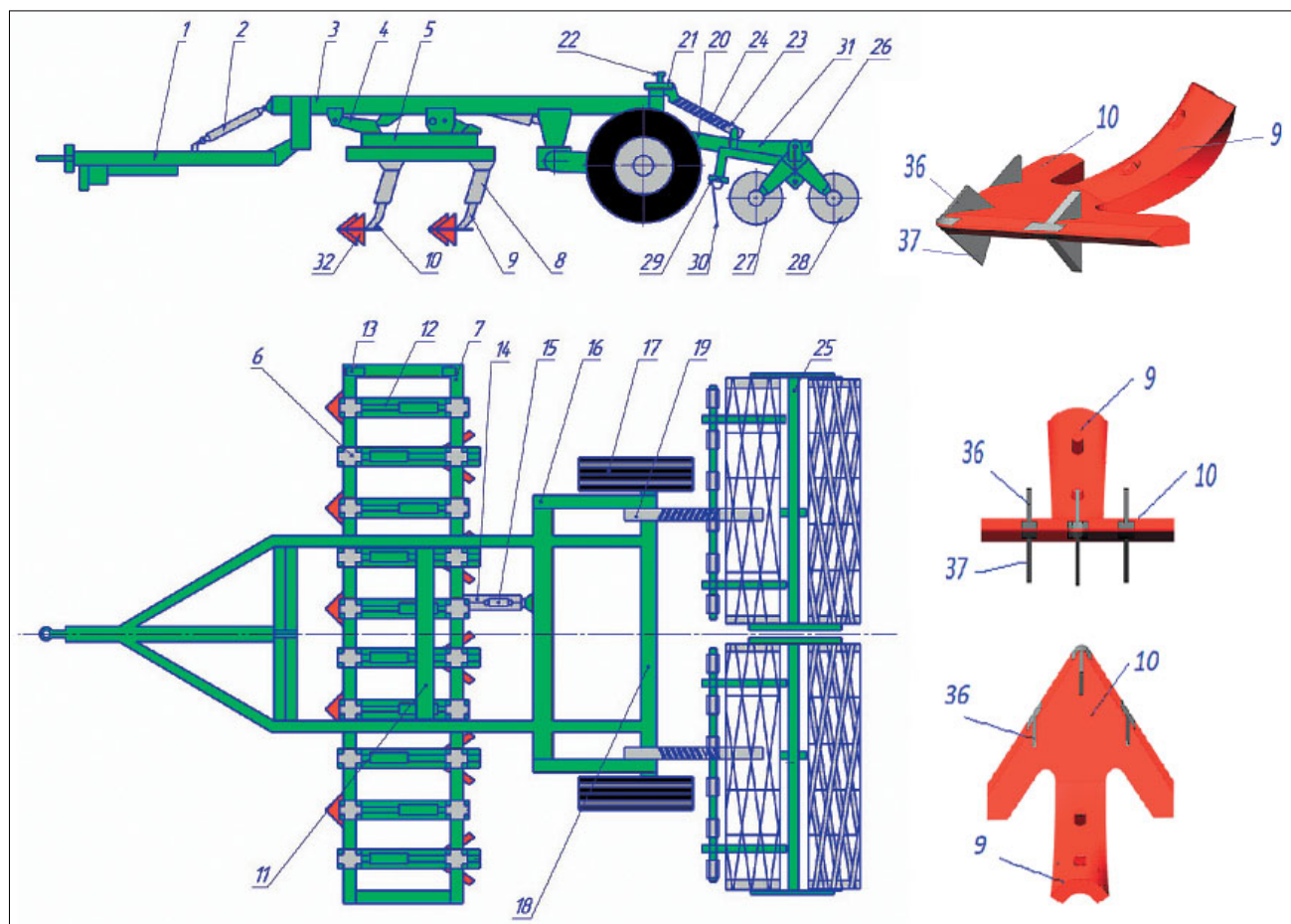


Рис. 1. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат с универсальными рабочими органами в комплектации с тремя рыхлителями и тремя щелевателями

Fig. 1. Combined soil cultivation unit equipped with universal working tools equipped with three rippers and three slitters

положение катков 27 по высоте относительно друг друга. Такая регулировка необходима при изменении общей глубины обработки и наклона дышла посредством болта 22.

На рамке 25 установлены катки 28 с планчато-зубчатым и трубчатым барабанами (на рисунке не показаны). Дышло 20 и рамка 25 катков соединены сверху посредством тяги 29, по длине которой расположен ряд отверстий.

На дышле закреплена регулируемая по высоте установки тяга 29 с боронкой 30 с пружинными зубьями и регулировочной рейкой 31. Для крепления на рамке 25 рейка выполнена с отверстиями, чтобы изменять длину участка между пальцами.

В носовой части агрегата лапы 10 и в средней части каждого крыла 32 сверху и снизу выполнены по два паза с щелями под платформы рабочих органов с жестко закрепленными на них рыхлителями 36 и щелевателями 37.

Длина платформ 1 и заглушек 4 вдвое меньше длины оснований рыхлителя 2 и щелевателя 3 (рис. 2). Благодаря этому снижается металлоемкость конструкции.

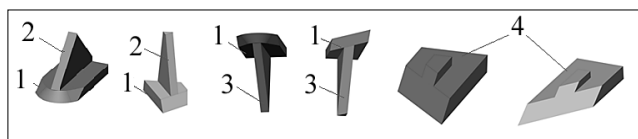


Рис. 2. Рыхлители (слева), щелеватели (в центре) и заглушки (справа)

Fig. 2. Rippers (left), scarifiers (centre) and plugs (right)

За счет опоры задней части основания на поверхность лапы обеспечивается надежное закрепление рабочего органа.

Выполнение рыхлителей и щелевателей с платформами под пазы лапы делает возможным переустановить рабочие органы по разным схемам (количеству и расположению рыхлителей и щелевателей) и таким образом изменять расстояние между обрабатываемыми полосами поля (рис. 3).



Рис. 3. Рабочие органы в различной комплектации

Fig. 3. Working tools in various configurations

Угол атаки плоской лапы, равный 10-15°, позволяет проводить обработку почвы со смещением, что улучшает качество обработки. Наклон режу-

щих частей рыхлителя и щелевателя к поверхности лапы 35 и 25° соответственно. Соотношение толщины рабочих органов к толщине крыла составляет 1:3, ширина каждой платформы равна ширине паза под нее и в четыре раза больше толщины рабочих органов. За счет этого в процессе работы агрегата рыхлители способны выдержать фронтальные нагрузки, а платформы надежно удерживаются в пазах.

Рыхлители и щелеватели предлагаются с разной конфигурацией режущей части для изменения схемы обработки почвы. Операции можно выполнять с одним, двумя и тремя рабочими органами, соответственно с разным расстоянием между обработанными полосами.

При демонтаже нескольких или всех рабочих органов на их место устанавливают заглушки, в этом случае будет выполняться только одна операция – уничтожение сорной растительности.

Перед началом работы комбинированного агрегата рабочие органы с платформами вставляются в пазы носовой части лапы и посередине крыльев культиватора. При движении агрегата лапы, закрепленные на передней и задней балках несущей рамы, подрезают почву, уничтожая сорную растительность. Одновременно на почву воздействуют рыхлители над лапой и щелеватели под лапой, что способствует регулированию водно-воздушного баланса.

Позади культиваторных лап на рамках установлены катки и закреплены планчато-зубчатые и трубчатые барабаны, которые проводят финишную обработку и уплотнение почвы.

За один проход агрегата выполняются несколько операций: рыхление, щелевание, культивация почвы с уничтожением сорной растительности, финишная обработка и уплотнение почвы [14]. Культивацию проводят, чтобы во время посева семена размещались на плотном почвенном ложе, а сверху были присыпаны рыхлым почвенным слоем [15, 16].

Во время культивации перемешиваются слои почвы, в частности нижний влажный слой с более сухим верхним. В результате верхний слой будет терять свою влагу, а слой под ним сохранит капиллярность и будет подпитываться влагой от нижних слоев. Семенной материал должен быть размещен именно в нижнем слое, поднятом во время культивации, что способствует появлению дружных всходов [17]. Поэтому предпосевная культивация почвы должна проводиться на глубину высева семян.

**Выводы.** Разработка комбинированного почвообрабатывающего агрегата получила положительное решение на выдачу патента на изобретение (заявка № 2025111007 от 01.10.2025 г.).

На плотной и слишком влажной почве можно увеличить глубину культивации до 12 см, при этом

и рыхление почвы будет на глубину 12 см, а щеление – на 8 см. Для такого случая необходимо поменять рабочий орган на другой с требуемыми параметрами.

Глубина корневой системы большинства сорняков не превышает 10 см. При предпосевной куль-

тивации лапа культиватора хорошо удаляет сорняки, что способствует более экономному расходу гербицидов.

Применение заявляемого устройства позволит повысить качество и экономическую эффективность обработки почвы.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Перспективные пути применения энерго- и экологически эффективных машинных технологий и технических средств // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2013. N4. С. 8-11. EDN: QZKYNV.
- Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Мазитов Н.К. Почвообрабатывающая техника: пути импортозамещения // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. N2. С. 37-42. DOI: 10.22314/207375992017.2.3741.
- Дорохов А.С., Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Мосяков М.А. Аналитическое обоснование системы автоматического контроля глубины обработки почвы // *Агроинженерия*. 2021. N3(103). С. 19-23. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-19-23.
- Федоренко В.Ф., Киреев И.М., Марченко В.О. Исследование методов и технических средств для измерения глубины обработки почвы при испытаниях почвообрабатывающих машин // *Техника и оборудование для села*. 2019. N5 (263). С. 12-17. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-5-12-17.
- Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Старовойтов С.И. и др. Комбинированный агрегат с универсальным рабочим органом для поверхностной обработки почвы // *Техника и оборудование для села*. 2020. N8 (278). С. 8-11. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-8-8-11.
- Ахалая Б.Х. Культиватор с универсальным глубокорыхлителем // *Сельский механизатор*. 2016. N5. С. 12-13. EDN: WAIJIR.
- Русинов А.В., Слюсаренко В.В. Влияние многократных проходов колес по одному следу на деформацию почвы // *Техника в сельском хозяйстве*. 2005. N4. С. 46-51. EDN: UJNFQL.
- Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С. и др. О синтезе роботизированного сельскохозяйственного агрегата // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019. N4. С.63-68. DOI: 10.30850/vrsn/2019/4/63-68.
- Миронова А.В., Лискин И.В., Панов А.И. Технология восстановления целинных и залежных земель // *Технический сервис машин*. 2020. N2 (139). С. 111-121. DOI: 10.22314/2618-8287-2020-58-2-111-121.
- Цепляев А.Н., Косульников Р.А., Цепляев В.А. и др. Снижение тягового сопротивления сельскохозяйственных машин за счет минимализации его колебаний при обработке тяжелосуглинистых почв // *Агроинженерия*. 2019. N2 (90). С. 14-19. EDN: UTZXZN.
- Лискин И.В., Миронова А.В. Обоснование искусственной почвенной среды для лабораторных исследований износа и тяговых характеристик почворезущих рабочих органов // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. N3. С. 53-58. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-3-53-58.
- Ахалая Б.Х. Совершенствование технологии заготовки качественных кормов // *Вестник ВНИИМЖ*. 2009. Т. 20. N2. С.118-122. EDN: NPUEWZ.
- Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И. и др. Трехсекционный почвообрабатывающий агрегат с универсальными сменными рабочими органами // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14. N3(54). С. 92-95. DOI: 10.12737/article\_5db9656e2ade23.01560949.
- Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий агрегат // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017. N6. С. 55-58. EDN: ZXLBDL.
- Жук А.Ф., Шишиморов С.А., Юнусов Г.С., Пустотин А.М. Комбинированный агрегат АПК-6 // *Сельский механизатор*. 2017. N8. С.18-19. EDN: ZBIXIJ.
- Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С. Комбинированный агрегат для обработки почвы импульсным воздействием ударной волны // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. N4. С. 62-67. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-4-62-67.
- Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Ценч Ю.С., Квас С.А. Развитие технологий полосной энергоресурсосберегающей обработки почвы // *Технический сервис машин*. 2018. Т. 132. С. 232-237. EDN: VLSWCQ.

### REFERENCES

- Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. Promising ways of applying energy and environmentally efficient machine technologies and technical means. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2013. N4. 8-11 (In Russian). EDN: QZKYNV.
- Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Mazi-
- Dorokhov A.S., Sibiriyov A.V., Aksekov A.G., Mosyakov M.A. Analytical feasibility study of the automatic control system

- of tillage depth. *Agricultural Engineering*. 2021. N3(103). 19-23 (In Russian). DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-19-23.
4. Fedorenko V.F., Kireev I.M., Marchenko V.O. Research of methods and technical means for measuring the tillage depth when testing tillage machines. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2019. N5 (263). 12-17 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2019-5-12-17.
  5. Akhalaia B.Kh., Starovoitov S.I., Tsench Yu.S. et al. A combined unit fitted with a versatile working body for surface tillage. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2020. N8 (278). 8-11 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2020-8-8-11.
  6. Akhalaya B.Kh. Cultivator with universal chisel. *Selskiy Mehanizator*. 2016. N5. 12-13 (In Russian). EDN: WAIJIR.
  7. Rusinov A.V., Slyusarenko V.V. The effect of multiple wheel passes over one track on soil deformation. *Machinery in Agriculture*. 2005. N4. 46-51 (In Russian). EDN: UJNFQL.
  8. Izmaylov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Tsench Yu.S. et al. About synthesis of robotic agriculture mobile machine. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2019. N4. 63-68 (In Russian). DOI: 10.30850/vrsn/2019/4/63-68.
  9. Mironova A.V., Liskin I.V., Panov A.I. Technology for restoring virgin and fallow lands. *Machinery Technical Service*. 2020. N2 (139). 111-121 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2020-58-2-111-121.
  10. Tseplyayev A.N., Kosulnikov R.A., Tseplyayev V.A. et al. Reducing traction resistance of agricultural machines by minimalizing its fluctuations when tilling heavy loamy soils. *Agricultural Engineering*. 2019. N2 (90). 14-19 (In Russian). EDN: UTZXZN.
  11. Liskin I.V., Mironova A.V. Artificial soil environment justification for laboratory studies of wear and traction characteristics of soil-cutting working bodies. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2020. Vol. 14. N3. 53-58 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-3-53-58.
  12. Akhalaia B.Kh. Improving the technology of harvesting high-quality feed. *Journal of VNIIMZh*. 2009. Vol. 20. N2. 18-122 (In Russian). EDN: NPUEWZ.
  13. Ahalaya B., Shogenov Yu., Starovoytov S. et al. Three-section tillage unit with universal replaceable working bodies. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2019. Vol. 14. N3 (54). 92-95. DOI: 10.12737/article\_5db9656e2ade23.01560949.
  14. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh. Automated multifunctional tillage machine. *Russian Agricultural Sciences*. 2017. N6. 55-58 (In Russian). EDN: ZXLBDL.
  15. Zhuk A.F., Shishimorov S.A., Yunusov G.S., Pustotin A.M. Combined agribusiness unit. *Selskiy Mehanizator*. 2017. N8. 8-19 (In Russian). EDN: ZBIXIJ.
  16. Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S. Combined unit for tillage with pulsed shock wave action. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023. Vol. 17. N4. 62-67 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-4-62-67.
  17. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh., Tsench Yu.S., Kvas S.A. Improved technology for stripe energy resource-saving soil processing. *Machinery Technical Service*. 2018. Vol. 132. 232-237 (In Russian). EDN: VLSWCQ.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Заявленный вклад соавторов:

Ахалая Б.Х. – разработка конструктивных схем и параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата с универсальными рабочими органами;

Ценч Ю.С. – постановка цели исследования, критический анализ, формирование общих выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### Coauthors' contribution:

Akhalaya B.Kh. – development of design schemes and parameters of the combined soil cultivation unit with universal working tools;

Tsench Yu.S. – formulation of the research objective, critical analysis, and synthesis of general conclusions.

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

02.12.2025

18.02.2026