

EDN: YJOGUK

DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-2-86-91



Научная статья

УДК 631.358



Автоматизированный комбинированный агрегат с универсальным почвообрабатывающим адаптером

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

Юлия Сергеевна Ценч,
доктор технических наук,
главный научный сотрудник,
e-mail: vimasp@mail.ru;
Анастасия Владимировна Миронова,
научный сотрудник,
e-mail: timchenko-anastasia93@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Показали, что применение автоматизированного комбинированного агрегата с универсальным адаптером для поверхностной обработки почвы является актуальным и перспективным направлением развития сельскохозяйственной техники. (*Цель исследования*) Разработка автоматизированного комбинированного агрегата с универсальным адаптером, улучшающим качество почвы и повышающим устойчивость движения агрегата. (*Материалы и методы*) Почвообрабатывающий адаптер состоит из двух дугообразных сегментов, установленных в передней части на общей оси с возможностью вращения, а задние части содержат мини-гидроцилиндр, дистанционно связанный с беспроводным исполнительным механизмом гидросистемы агрегата. На дугообразных сегментах находятся сменные режущие насадки. Длина сегментов 25 сантиметров. На общей оси вместе с сегментами установлены сверху держатель под углом 40-45 градусов к горизонтальной плоскости и снизу саблевидный щелеватель под углом 15-20 градусов. (*Результаты и обсуждение*) Установили, что разработанный агрегат с инновационным адаптером позволяет осуществлять одновременно три операции: подрезание почвы в горизонтальной плоскости, рыхление, уничтожение сорняков. Отметим, что изменение ширины захвата устройства автоматизировано из кабины трактора. Конструкция агрегата способствует повышению качества обработки почвы, повышает устойчивость движения, защищает сегменты от износа и сокращает затраты на изготовление. (*Выводы*) Предлагаемый комбинированный агрегат для обработки почвы обеспечивает крошение, выравнивание, прикатывание и щелевание почвы, позволяет улучшить инфильтрацию почвы. Расположение держателя и щелевателя с наклоном к горизонтальной плоскости соответственно 40-45 и 15-20 градусов снижает тяговое сопротивление агрегата и сокращает энергетические затраты.

Ключевые слова: комбинированный агрегат, почвообрабатывающий адаптер, мини-гидроцилиндры, щелеватели, дугообразные сегменты, рабочие органы.

■ **Для цитирования:** Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Миронова А.В. Автоматизированный комбинированный агрегат с универсальным почвообрабатывающим адаптером // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2024. Т. 18. №2. С. 86-91. DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-2-86-91. EDN: YJOGUK.

Scientific article

Automated Combined Unit with Universal Tillage Adapter

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

Yulia S. Tsench,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher,
e-mail: vimasp@mail.ru;
Anastasia V. Mironova,
researcher,
e-mail: timchenko-anastasia93@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper shows that using an automated combined unit with a universal tillage adapter for surface tillage represents a relevant and promising direction in the development of agricultural machinery. (*Research purpose*) The study aims to develop

an automated combined unit equipped with a universal adapter designed to improve soil quality and increase the stability of the unit's movement. (*Materials and methods*) The tillage adapter consists of two arc-shaped segments mounted at the front on a common axis that allows rotation. The rear sections contain a mini-hydraulic cylinder, which is remotely connected to the wireless actuator of the unit's hydraulic system. The arcuate segments are equipped with replaceable cutting attachments and measure 25 centimeters in length. Mounted on a common axis with these segments, a holder is installed at the top at an angle of 40-45 degrees to the horizontal plane, while a saber-shaped slotter is positioned at the bottom at an angle of 15-20 degrees. (*Results and discussion*) It was discovered that the developed unit, equipped with an innovative adapter, facilitates three simultaneous operations: cutting the soil in a horizontal plane, loosening the soil, and eliminating weeds. Additionally, the working width of the device can be automated adjusted from the tractor cabin. The design of the unit improves tillage quality, increases movement stability, protects segments from wear and reduces manufacturing costs. (*Conclusions*) The proposed combined soil tillage unit provides crumbling, leveling, rolling and slicing of soil, and improves soil infiltration. The location of the holder and slotting device with an inclination to the horizontal plane of 40-45 and 15-20 degrees, respectively, reduces the traction resistance of the unit and reduces energy costs.

Keywords: combined unit, soil-cultivating adapter, mini-hydraulic cylinders, slotters, arcuate segments, working parts.

■ **For citation:** Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S., Mironova A.V. Automated combined unit with universal tillage adapter. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2024. Vol. 18. N2. 86-91 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-2-86-91. EDN: YJOGUK.

Агротехнический и технико-экономический эффект процессов поверхностной обработки почвы может быть достигнут за счет сокращения объема почвенного пласта. Необходимое рыхление почвы в пределах задаваемой глубины и ширины обрабатываемого пласта может быть сплошным или полосным [1]. В зависимости от типа рабочих органов форма и площадь поперечного сечения пласта могут различаться. Форма сечения пласта определяется профилем дна слоя [2]. Профиль может быть: ровным (лемешные плуги, плоскорезные орудия, культиваторы); гребнистым (чизельные орудия, зубовые бороны); волнообразным (дисковые орудия, игольчатые бороны, фрезы); ступенчатым (плуги с почвоуглубителями и разноглубинными корпусами, культиваторы со стрельчатыми и рыхлящими лапами, плоскорезы-щелеватели); щелевым (щелерезы-кратователи) [3, 4].

Указанные способы обработки почвы с разнопрофильной формой дна слоя, включающие некоторые специальные противоэрозионные приемы (почвоуглубление, щелевание, ступенчатое рыхление), применяются исходя из агротехнической целесообразности [5, 6]. Известно, что ровный профиль дна борозды, образуемый плугами и другими орудиями основной обработки, зачастую способствует уплотнению подпахотного слоя почвы, образованию так называемой плужной подошвы и отрицательно сказывается на развитии растений, поскольку препятствует проникновению влаги к корням [7, 8].

В связи с этим целесообразно применять способы обработки и технические средства, обеспечивающие неровную поверхность подпахотного слоя: гребнистую, волнообразную, щелевую, дренированную [9, 10].

Исходя из агротехнических требований, можно наметить приемы поверхностной обработки почвы, учитывая ряд аспектов:

- снижение глубины обрабатываемого слоя;
- замена сплошной глубокой обработки ступенчатой или ярусной;
- применение полосной и щелевой обработки [11, 12].

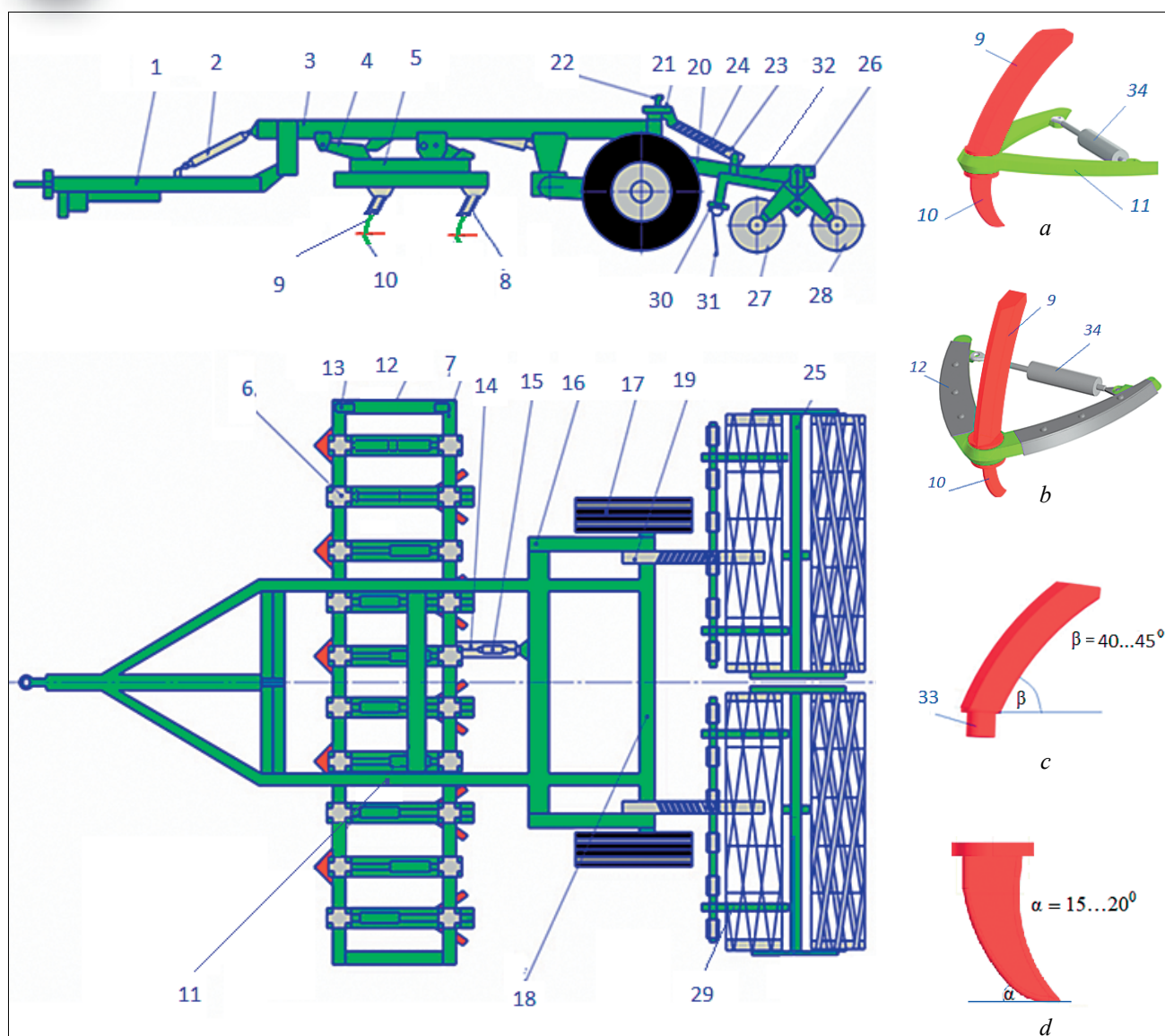
Целесообразность применения указанных приемов минимальной обработки почвы должна определяться их агротехнической и почвозащитной эффективностью, которая может быть установлена только опытным путем [13, 14].

Цель исследования: разработка автоматизированного комбинированного агрегата с универсальным почвообрабатывающим адаптером [15], улучшающим качество обработки почвы и повышающим устойчивость движения агрегата.

Материалы и методы. В ФНАЦ ВИМ разработана конструкция автоматизированного почвообрабатывающего агрегата [16]. Его применение позволяет дистанционно из кабины трактора изменять ширину захвата, рыхлить почву с подрезанием сорной растительности и проводить щелевание [17]. Схема агрегата приведена на *рисунке*.

В состав комбинированного агрегата с универсальным почвообрабатывающим адаптером входят: сница 1, талреп 2, шарнирно соединенные с несущей рамой 3, звенья 4 параллелограммного механизма 5 с передней 6 и задней 7 балками, на которых установлены стойки 8, держатель 9, щелеватель 10 (Патент RU2780062 C1).

На несущей раме 3 расположены продольные 11, переставные 12 по ширине и поперечная 13 балки. На балке 11 размещен присоединенный к раме гидроцилиндр 14 с гидрозамком 15. Гидроцилиндр соединен с кареткой 16, на которой установлены опор-



Автоматизированный комбинированный агрегат с универсальным почвообрабатывающим адаптером: а – почвообрабатывающий адаптер без насадок, б – почвообрабатывающий адаптер с насадками; с – держатель с осью; d – щелеватель

Automated combined unit with universal tillage device: a – tillage device without attachments; b – tillage device with attachments; c – holder with axis; d – slot

но-транспортные колеса 17. На раме 3 с помощью задней балки 18 крепятся стойки 19, с ними шарнирно соединен поворотный механизм 20 с рычагом 21, положение катков регулируется с помощью болта 22. Рычаг 21 шарнирно связан с тягой 23 с закрепленной на ней пружинной 24 и регулировочной рейкой 32. Поворотный механизм (дышло) 20 связан шарниром с кронштейнами рамки 25 секции катков. Положение рамки 25 регулируется за счет изменения длины тяги 26.

Поворотный механизм 20 и рамка 25 катков 27 и 28 соединены сверху посредством тяги 29. Такая регулировка необходима при изменении общей глубины обработки и наклона дышла 20. На поворотном механизме 20 закреплена регулируемая по высоте

установки рамка 30 с боронкой 31 с пружинными зубьями и регулировочной рейкой 32, на ней расположены отверстия, позволяющие изменять длину участка между пальцами для крепления на рамке 25.

Почвообрабатывающий адаптер содержит два дугообразных сегмента 11 длиной 25 см. На общей оси 33 сверху установлен держатель 9, а снизу щелеватель 10. Щелеватель и держатель выполнены саблевидной формы с углом наклона к горизонтальной плоскости 15-20 и 40-45° соответственно. Максимальная ширина средней части щелевателя 6-8 см, его фронтальная площадь вдвое меньше, чем держателя. Щелеватель установлен с возможностью демонтажа.

Рабочие кромки дугообразных сегментов 11 снабжены сменными режущими насадками 12 с заклеп-

ками для крепления. Дугообразная форма сегмента длиной 25 см позволяет обрабатывать почву с подрезанием сорной растительности при большей ширине захвата (до 40-45 см), чем у стандартных лап культиватора

Нормой для культиваторов является использование универсальных лап типоразмера 3 (плоско-режущие стрельчатые) с шириной захвата 270 мм, толщиной металла 5 мм; а также типоразмера 5 (универсальные стрельчатые рыхлительные) с захватом 330 мм толщиной 6 мм [18].

Результаты и обсуждение. Перед началом работы на жестко закрепленные на общей оси 33 держатель 9 и щелеватель 10 насаживаются два дугообразных сегмента 11 через отверстия и на них с помощью заклепок крепят сменные режущие насадки 12. Мини-гидроцилиндр 34, связанный с гидросистемой агрегата, дистанционно устанавливает заданную ширину захвата (10-45 см).

Во время работы агрегата сегментная пара 11 с помощью насадок 12 подрезает почву на установленную глубину с одновременным уничтожением сорной растительности. Держатель 9 помимо закрепления сегментной пары рыхлит почву, а щелеватель обеспечивает щелевой прорез.

В зависимости от изменения условий работы оператор из кабины трактора меняет положение сегментов на требуемую ширину захвата дистанционно с помощью беспроводного исполнительного механизма [19, 20].

Комбинированный агрегат с дополнительным почвообрабатывающим адаптером повышает качество обработки почвы, устойчивость движения, экономическую эффективность работы.

Выводы

Комбинированный агрегат обеспечивает крошение, выравнивание, прикатывание и щелевание почвы.

Наличие такого дополнительного рабочего органа, как щелеватель, позволяет не только улучшить инфильтрацию почвы, но и повысить устойчивость движения агрегата.

За счет расположения держателя и щелевателя с наклоном к горизонтальной плоскости под углом соответственно 40-45° и 15-20° снижается тяговое сопротивление агрегата и сокращаются энергетические затраты.

Ширина захвата щелевателя комбинированного агрегата регулируется в автоматизированном режиме из кабины трактора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тухтакузиев А. Обеспечение равномерности глубины обработки почвы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. №3. С. 34-38. DOI: 10.22314/2073-7599-2019-13-3-34-38.
2. Абдулхаев Х.Г., Халилов М.М. Обоснование параметров ножей выравнивателя-рыхлителя // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. №3. С. 44-47. DOI: 10.22314/2073-7599-2019-13-3-44-47.
3. Лобачевский Я.П., Лискин И.В., Сидоров С.А. и др. Разработка и технология изготовления почвообрабатывающих рабочих органов // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2016. №4. С. 3-8. EDN: WLZXPД.
4. Лобачевский Я.П., Миронов Д.А., Миронова А.В. Основные направления повышения ресурса быстроизнашиваемых рабочих органов сельскохозяйственных машин // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. №1. С. 41-50. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-1-41-50.
5. Ценч Ю.С., Ахалая Б.Х., Миронова А.В. Почвообрабатывающе-посевной агрегат для восстановления эрозионно опасных земельных угодий // *Техника и оборудование для села*. 2022. №12 (306). С. 16-20. DOI: 10.33267/2072-9642-2022-12-16-20.
6. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Технология и агрегат для восстановления экологического состояния горных лугов и пастбищ // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. №2. С. 20-27. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-2-20-27.
7. Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Миронова А.В. Почвообрабатывающий агрегат с устройством автоматизированного регулирования ширины захвата // *Техника и оборудование для села*. 2023. №9 (315). С. 12-15. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-12-15.
8. Старовойтов С.И., Гринь А.М. Плужный корпус для прецизионной обработки почвы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №1. С. 47-52. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-1-47-52.
9. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Агрегат для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ на базе мини-трактора // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №4. С. 68-73. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-4-68-73.
10. Мударисов С.Г., Рахимов З.С. Влияние технических средств и технологий на механическую эрозию почвы на склонах // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. Т. 14. №2. С. 17-22. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-2-17-22.
11. Спирин А.П., Сизов О.А., Ахалая Б.Х. Ресурсосберегающая машинная технология возделывания яровых зерновых культур в засушливых районах Поволжья // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2009. №2 (9). С. 38-41. EDN: KDNDIR.
12. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Перспективные пути применения энерго и экологически эффективных машинных технологий и технических средств // *Сельскохозяйственные машины и технологии*.

- гии. 2013. N4. С. 8-11. EDN: QZKYNV.
13. 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.
 14. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К. и др. Оптимизация управления технологическими процессами в растениеводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N3. С. 4-11. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
 15. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Шогенов А.Х. Многооперационная комбинированная машина // *Техника и оборудование для села*. 2022. N10 (304). С. 14-17. DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-14-17.
 16. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С. Цифровые технологии в почвообработке // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. N1 (30). С. 191-197. EDN: ZAWQJF.
 17. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий агрегат // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017. N6. С. 55-58. EDN: ZXLBDL.
 18. Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Бабенко О.С., Божко И.В. Влияние параметров рабочего органа культиватора на качество крошения почвенного пласта // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. N1. С. 41-46. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-1-41-46.
 19. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Миронова А.В., Золотарев А.С. Многооперационный почвообрабатывающий агрегат // *Агроинженерия*. 2022. Т. 24. N4. С. 28-31. DOI: 10.26897/2687-1149-2022-4-28-31.
 20. Халилов Ш.М., Халилов М.Б., Жук А.Ф. Комбинированные почвообрабатывающие машины и результативность их применения // *Известия Дагестанского ГАУ*. 2019. N2(2). С. 87-92. EDN: XVXPBL.

REFERENCES

1. Tukhtakuziev A. Ensuring the uniformity of tillage depth. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2019. Vol. 13. N3. 34-38 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2019-13-3-34-38.
2. Abdulkhaev Kh.G., Khalilov M.M. Determining the parameters of leveler-ripper shanks. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2019. Vol. 13. N3. 44-47 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-201913-3-44-47.
3. Lobachevskiy Ya.P., Liskin I.V., Sidorov S.A. et al. Working out and production technique of soil cultivating working tools. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2016. N4. 3-8 (In Russian). EDN: WLZXPД.
4. Lobachevskiy Ya.P., Mironov D.A., Mironova A.V. Increasing the operating lifetime of wearable working bodies of agricultural machines. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023. Vol. 17. N1. 41-50 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-1-41-50.
5. Tsench Yu.S., Akhalaya B.Kh., Mironova A.V. Soil-cultivating and sowing unit for the restoration of erosion-hazardous land. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2022. N12 (306). 16-20 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2022-12-16-20.
6. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Restoring technology and a seeding unit for recovering mountain meadow and pasture ecosystems. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023. Vol. 17. N2. 20-27 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-2-20-27.
7. Akhalaya B.H., Tsench Yu.S., Mironova A.V. Tillage unit with an automated control device adjusting the width of the grip. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2023. N9 (315). 12-15 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-12-15.
8. Starovoytov S.I., Grin A.M. Working tool for precision tillage. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2022. Vol. 16. N1. 47-52 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-1-47-52.
9. Dzhibilov S.M., Guluyeva L.R. Unit for splitting degraded mountain meadows and pastures based on a mini tractor. *Agricultural Machinery and Technologies*. Vol. 16. N4. 68-73 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-4-68-73.
10. Mudarisov S.G., Rakhimov Z.Sh. Impact of the technical means and technologies on mechanical soil erosion on slopes. *Agricultural Machinery and Technologies*. Vol. 14. N2. 17-22 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-2-17-22.
11. Spirin A.P., Sizov O.A., Akhalaya B.H. Resource-saving machine technology of spring cultivation grain crops in the arid regions of the Volga region. *Agricultural Machinery and Technology*. 2009. N2(9). 38-41 (In Russian). EDN: KDNDIR.
12. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Sizov O.A. Promising ways of using energy and environmentally efficient machine technologies and technical means. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2013. N4. 8-11 (In Russian). EDN: QZKYNV.
13. Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Mazitov N.K. Soil-cultivating machinery: ways of import substitution. *Agricultural Machinery and Technology*. 2017. N2. 37-42 (In Russian). DOI: 10.22314/207375992017.2.3741.
14. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Khoroshenkov V.K. etc. Optimization of technological process management in plant growing. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2018. Vol. 12. N3. 4-11 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
15. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh., Starovoytov S.I., Shogenov A.Kh. Multi-operational combined machine. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2022. N10(304). 14-17 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-14-17.
16. Lobachevsky Ya.P., Starovoytov S.I., Akhalaya B.H.,

- Tsench Yu.S. Digital technologies in tillage. *Innovations in Agriculture*. 2019. N1 (30). 191-197 (In Russian). EDN: ZAWQJF.
17. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh. Automated multifunctional soil-processing unit. *Russian Agricultural Sciences*. 2017. N6. 55-58 (In Russian). EDN: ZXLBDL.
18. Kambulov S.I., Parkhomenko G.G., Babenko O.S., Bozhko I.V. Influence of the cultivator working body parameters on the soil crumbling quality. *Agricultural Machinery and Technologies*. Vol. 16. N1. 41-46 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-1-41-46.
19. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh., Mironova A.V., Zolotarev A.S. Multi-operational tillage unit. *Agricultural Engineering*. 2022. Vol. 24. N4. 28-31 (In Russian). DOI: 10.26897/2687-1149-2022-4-28-31.
20. Khalilov Sh.M., Khalilov M.B., Zhuk A.F. Combined tillage machines and performance of their application. *Dagestan GAU Proceedings*. 2019. N2(2). 87-92 (In Russian). EDN: XVXPBL.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Ахалая Б.Х. – разработка конструктивных схем и параметров автоматизированного комбинированного агрегата с универсальным почвообрабатывающим адаптером, определение методики исследования;

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

Миронова А.В. – сбор аналитических и практических материалов по теме исследования, доработка текста статьи, подбор и формирование списка литературы.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Akhalaya B.Kh. – development of design schemes and parameters of an automated combined unit with a universal tillage adapter, determination of the research methodology;

Tsench Yu.S. – setting the research goal, critical analysis, forming general conclusions;

Mironova A.V. – collection of analytical and practical materials on the research topic, revision of the text, selection and formation of a list of references.

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

02.04.2024

23.05.2024