

Агрегат для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ на базе мини-трактора

Сергей Майрамович Джибилов,
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией механизации
сельскохозяйственного производства;

Людмила Романовна Гулуева,
ведущий конструктор лаборатории
механизации сельскохозяйственного производства,
e-mail: luda_gulueva@mail.ru

Владикавказский научный центр, с. Михайловское, Республика Северная Осетия – Алания, Российская Федерация

Реферат. Отметим, что для предотвращения водной и ветровой эрозии почв, улучшения их водно-воздушного режима на горных лугах и пастбищах применяют щелевание почв. Показали, что оно уменьшает смыв верхнего слоя, улучшает влагообеспеченность растений, влияет на видовой состав травостоя и повышает урожайность кормовых угодий. Описали преимущества малогабаритного агрегата для щадящего щелевания, с формированием водопоглощающих щелей на склонах. (*Цель исследования*) Создать малогабаритный маневренный щелеватель горных лугов и пастбищ, определить его агротехнические параметры, дать графоаналитическое обоснование рабочего процесса щелевания на участках с уклоном до 12 градусов. (*Материалы и методы*) Техническую экспертизу лабораторного образца машины провели на высоте 1540 метров над уровнем моря. Рабочую ширину захвата щелевателя определяли по двум проходам в 25 точках, расположенных с интервалом не менее 1 метра по ходу движения агрегата. (*Результаты и обсуждение*) Щелеватель горной зоны смонтировали на базе мини-трактора *Feng Shou 180*, что уменьшило нагрузку на почву. Разработали оптимальную схему расстановки рабочих органов щелереза при движении по склону. Обосновали схему движения агрегата по склону. Установили технологические параметры: расстояние между щелями – 1000 миллиметров, глубина нарезки щелей – 200-220, ширина щели – 10-30 миллиметров. (*Выводы*) Определили, что после внедрения в почву смещение реакции рабочего органа, расположенного со стороны вершины склона от оси трактора, стабилизирует положение агрегата при движении поперек склона, предотвращая сползание вниз. Выявили, что ножи щелерезов не разрушают дерновый слой, нарезая без подрыва кромок щели, удаленные друг от друга на 1000 миллиметров, шириной не более 35 миллиметров. Весовую нагрузку агрегата на агроценоз при движении уменьшили, применив мини-трактор *Feng Shou 180*.

Ключевые слова: горные луга и пастбища, деградация почв, щелеватель, щелевание на склоне, восстановление почв, мини-трактор.

■ **Для цитирования:** 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. EDN APMHZZK.

Unit for Splitting Degraded Mountain Meadows and Pastures Based on a Mini Tractor

Sergey M. Dzhibilov¹,
Ph.D.(Eng.), head of laboratory;

Lyudmila R. Guluyeva¹,
leading designer,
e-mail: luda_gulueva@mail.ru

Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhaylovskoe, the Republic of North Ossetia – Alania, Russian Federation

Abstract. Soil splitting is used to prevent water and wind erosion of soils, improve their water-air regime in mountain meadows and pastures. It reduces soil loss, improves plants moisture supply, affects herbage species composition and increases fodder lands yield. The advantages of a small-sized unit have been described ensuring gentle splitting with the formation of water-absorbing splits on the slopes. (*Research purpose*) To create a small-sized maneuverable splitter for mountain meadows and pastures, to determine its agrotechnical parameters, to give a graphic-analytical substantiation of the splitting working process in areas with a slope of up to 12 degrees. (*Materials and methods*) A technical examination of the unit laboratory sample was carried out at an

altitude of 1540 meters above the sea level. The splitter working width was determined by two passes at 25 points located at the intervals of at least 1 meter in the unit movement direction. (*Results and discussion*) A splitter for the mountain area was built on the basis of a Feng Shou 180 mini-tractor, reducing the load on the soil. An optimal arrangement scheme for the splitter working bodies has been developed when moving along a slope. The scheme of the unit movement on the slope was substantiated. The following technological parameters were set: the distance between the splits is 1,000 millimeters, the depth of slip cutting is 200-220 millimeters, the split width is 10-30 millimeters. (*Conclusions*) It was determined having penetrated into the soil, the shift in the reaction of the working body located on the slope top side of the tractor axis stabilizes the position of the unit when moving across the slope, preventing it from sliding down. It was found that being 1,000 mm apart from each other and of the width of not more than 35 mm, the splitter cutting-knives do not destroy the turf layer, do not damage the edges of the slot. The use of a Feng Shou 180 mini-tractor enabled to decrease the unit weight load of on the agrocenosis during movement.

Keywords: mountain meadows and pastures, soil degradation, splitter, splitting on a slope, soil restoration, mini-tractor

■ **For citation:** Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Agregat dlya shchelevaniya degradirovannykh gornykh lugov i pastbishch na baze mini-traktora [Unit for splitting degraded mountain meadows and pastures based on a mini tractor]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol. 16. N4. 68-73 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-68-73. EDN APMHZK.

На горных лугах и пастбищах под действием различных природных процессов происходит водная и ветровая эрозия почв. Для работ на склонах до 12°, в зависимости от физико-механических свойств, климатических условий и высоты травостоя горной и предгорной зон, необходимы оптимальная технология обработки почвы, специальная техника и рабочие органы.

Для улучшения водно-воздушного режима почвы применяют щелевание почвы [1]. Оно уменьшает смыв верхнего слоя, улучшает влагообеспеченность растений, влияет на видовой состав травостоя и значительно повышает урожайность кормовых угодий. Известные щелеватели при использовании в горной зоне поднимают дернину, рвут ее и не могут обеспечить необходимый уровень работ согласно агротехническим требованиям. Потребовался малогабаритный агрегат для щадящего щелевания, с формированием водопоглощающих щелей на склонах [2-4].

Цель исследования – создать малогабаритный маневренный щелеватель горных лугов и пастбищ, определить его агротехнические параметры, дать графоаналитическое обоснование рабочего процесса щелевания на участках с уклоном до 12°.

Материалы и методы. В Северо-Кавказском научно-исследовательском институте горного и предгорного сельского хозяйства на базе мини-трактора *Feng Shou 180*. создали лабораторный образец агрегата для щелевания деградированных лугов и пастбищ горной зоны Северного Кавказа. Он позволяет повысить продуктивность кормовых угодий, производительность труда и экологическую устойчивость участков на склонах до 12°.

Испытание и определение функциональных показателей работы проведены по ГОСТ 33687-2016 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний» и ГОСТ 33736-2016 «Машины для глубокой обработки почвы. Методы испытаний».

Предшествующая испытаниям обработка почвы (последний вид сельскохозяйственных работ на данном участке) согласно технологической карте хозяйства – скашивание травостоя [5].

Высоту растительных и пожнивных остатков измеряли от поверхности почвы до их верхней части на пяти учетных площадках размером 1 м², расположенных по диагонали участка. Засоренность участка камнями определяли по той же схеме [6].

Испытания машин проводили на скоростях движения в соответствии с требованиями ТЗ, ТУ, ГОСТ 33687-2016 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний» и руководством по эксплуатации. Количество передач не менее трех.

Рабочую ширину захвата щелевателя определяли по двум проходам в 25 точках, расположенных с интервалом не менее 1 м по ходу движения агрегата на каждом учетном проходе. Глубину обработки почвы щелерезами измеряли щуп-линейкой по следу рабочего органа с интервалом 1 м по ходу движения машины методом поперечного и продольного профилирования [7]. Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих соответствующую погрешность измерения [8].

Налипание почвы и забивание пожнивными и растительными остатками рабочих органов машины определяли визуально при условии нарушения выполнения технологического процесса при эксплуатационно-технологической оценке [9]:

- частичное, когда налипшая почва и забивание пожнивными и растительными остатками занимают до 40% от общей поверхности рабочего органа;
- среднее – 40-60%;
- полное – свыше 60%.

Учитывали забивание и залипание в том случае, если пожнивные и растительные остатки после встряхивания почвы устойчиво удерживаются на поверхности рабочих органов [10].

При движении агрегата поперек склона на него воздействует сила тяжести, которая способствует сползанию его вниз по склону [11]. Поэтому предложили разместить рабочий орган щелевателя со смещением реакции по отношению к оси агрегата – для стабилизации движения поперек склона без отклонения от заданного направления.

Работающий щелерез должен быть расположен на той стороне агрегата, которая ближе к вершине склона (рис. 1).

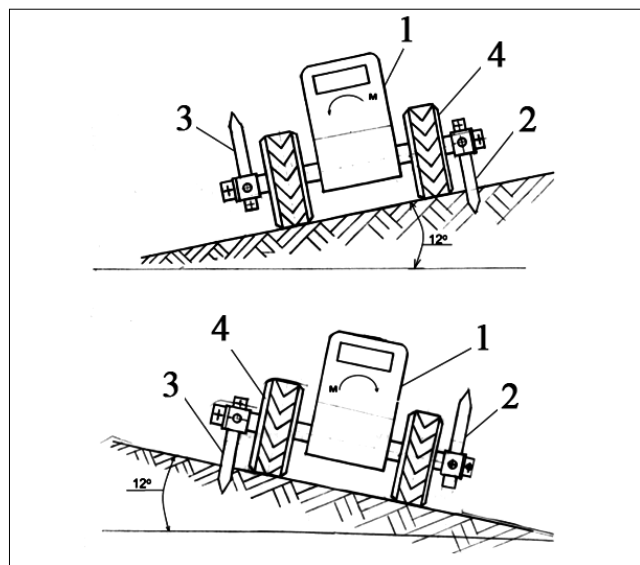


Рис. 1. Схема положения рабочих органов агрегата при его работе на склоновых землях: 1 – трактор Feng Shou 180; 2 – щелерез правый; 3 – щелерез левый; 4 – склон с уклоном до 12°; М – опрокидывающий момент

Fig. 1. Diagram of the position of the unit working bodies during its operation on sloping lands: 1 – Feng Shou 180 tractor; 2 – right-hand splitter; 3 – left-hand splitter; 4 – a hill with a slope of up to 12°; М – overturning moment

Смещение реакции воздействия рабочего органа щелевателя, расположенного со стороны вершины склона от оси трактора, после внедрения в почву способствует стабилизации положения агрегата при движении поперек склона с меньшим сползанием вниз по склону.

В варианте расположения рабочего органа со стороны подошвы склона все происходит наоборот. Реакция рабочего органа щелевателя при внедрении его в почву способствует сползанию агрегата по склону вниз, что неприемлемо при эксплуатации подобных агрегатов. Правильное расположение рабочего органа щелевателя облегчает управление трактором, снижает энергетические затраты и предотвращает возможные несчастные случаи [12].

Движение агрегата по склону лугопастбищного участка предусмотрено от вершины участка к его подошве (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. По проектно-техни-

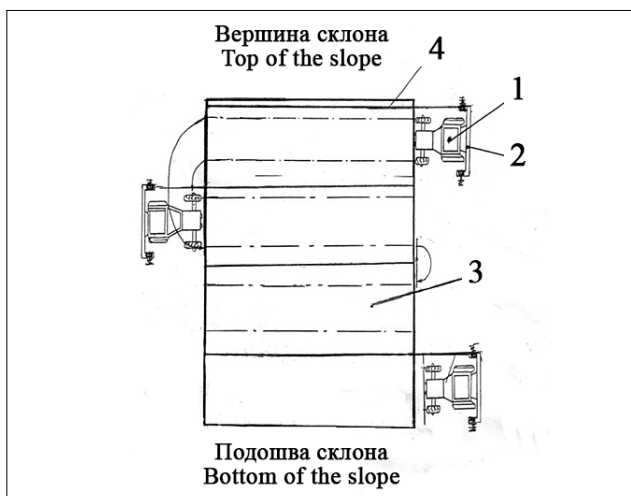


Рис. 2. Схема движения лабораторного образца агрегата на склоне 12° для нарезки щелей на склоновых участках горной и предгорной зон Северного Кавказа: 1 – мини-трактор; 2 – лабораторный образец агрегата для щелевания; 3 – обрабатываемый участок; 4 – нарезаемая щель

Fig. 2. Diagram of the splitter laboratory sample's movement on a 12°-slope in the slope areas of the mountain and foothill zones of the North Caucasus: 1 – Feng Shou 180 mini tractor; 2 – a splitter laboratory sample; 3 – the area to be processed; 4 – a slit to be cut

ческой документации в условиях экспериментальной мастерской СКНИИГПСХ согласно тематическому плану на 2019 г. сконструирован и изготовлен лабораторный образец (рис. 3).



Рис. 3. Лабораторный образец агрегата для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ на базе мини-трактора: 1 – рама агрегата; 2 – рабочий орган щелереза в рабочем состоянии; 3 – рабочий орган щелереза в транспортном состоянии; 4 – мини-трактор Feng Shou 180

Fig. 3. Unit laboratory sample for slitting degraded mountain meadows and pastures based on Feng Shou 180 mini tractor: 1 – the unit frame; 2 – the splitter working body when working condition; 3 – the splitter working body when being transported; 4 – Feng Shou 180 minitractor

Рабочие ножи щелереза крепятся к пружинистым стойкам на раме агрегата, что позволяет беспрепятственно обходить встречный камень или скальный выступ [13-14]. Технические и агроэкономические показатели агрегата зависят от правильной установки рабочих органов на ровной площадке.

Поле для нарезки щелей готовят заблаговремен-

но: скашивают или стравливают овцам, удаляют камни размером более 50 мм, кочки и кустарники [15-16]. Далее выбирают направление движения агрегата, намечают места разворота и загоны.

В процессе работы постоянно контролируют качество работы и крепление узлов и деталей [17-18]. Перед выездом в поле необходимо правильно отрегулировать глубину хода рабочих органов и расстояние между щелями [19-20].

Разработана оптимальная схема расстановки рабочих органов щелереза при движении по склону [21-25]. Расстояние между щелями поперек склона 1000 мм, глубина нарезки щелей 200-220 мм, ширина щели 10-30 мм.

Лабораторный образец агрегата для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ работает следующим образом. Нарезание щелей начинается с вершины обрабатываемого склонового участка, допустим справа налево (*рис. 2*). При этом задействован рабочий орган, расположенный ближе к вершине склона. При движении в обратном направлении, слева направо, активируется рабочий орган, левый по ходу движения агрегата, так как он ближе к вершине. Высота растительных и пожнивных остатков составила 6,67-7,37 см; средний размер камней – 42,5-48,0 мм; ширина захвата щелевателя при движении «ход пря-

мо» (по ходу движения) – 2,51-3,99 см, «ходе обратно» – 2,34-3,49 см.

Глубина, ширина щелей и расстояние между ними при «ходе прямо» – 21,4 см, 9,8 и 105,8 см соответственно, при «ходе обратно» – 21,55 см, 10,7 и 106,9 см соответственно.

В результате сопротивления рабочего органа щелереза обеспечивается стабилизация всего агрегата, облегчается его управление, снижаются энергозатраты.

Выводы. Создали лабораторный образец агрегата для щелевания горных лугов и пастбищ.

Определили, что после внедрения в почву смещение реакции рабочего органа, расположенного со стороны вершины склона от оси трактора, стабилизирует положение агрегата при движении поперек склона, предотвращая сползание вниз. Выявили, что ножи щелерезов не разрушают дерновый слой, нарезая без подрыва кромок щели, удаленные друг от друга на 1000 миллиметров, шириной не более 35 миллиметров. Глубина, ширина щелей и расстояние между ними при «ходе прямо» составляли 21,4 см, 9,8 и 105,8 см соответственно, при «ходе обратно» – 21,55 см, 10,7 и 106,9 см соответственно.

Весовую нагрузку агрегата на агроценоз при движении уменьшили, применив мини-трактор *Feng Shou 180*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2017. Т. 54. N3. С. 9-14.
2. Кудзаев А.Б., Коробейник И.А. Совершенствование культиватора-растениепитателя для работы на каменистых почвах // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2014. N1. С. 26-29.
3. Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89. N5. С. 527-531.
4. Герасименко И.В., Потешкин К.С. Определение конструктивно – режимных параметров модернизированного щелевателя // *Молодой ученый*. 2012. N12(47). С. 39-43.
5. Мамиев Д.М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО-Алания // *Научная жизнь*. 2019. Т. 14. N9(97). С. 1396-1402.
6. Кудзаев А.Б., Коробейник И.А., Уртаев Т.А., Цгоев Д.В. Пропахной культиватор для каменистых почв // *Сельский механизатор*. 2020. N4. С. 10-11.
7. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 714-720.
8. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А. Адаптивный энергосберегающий культиватор для обработки каменистых почв // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. N2. С. 28-32.
9. Gasiev V., Khokhova N., Mamiev D. Biological features of formation of perennial binary grass crops. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17. N5. 1891-1897.
10. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Механизированный способ удаления и утилизации камней на горных склонах // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. N2. С. 23-28.
11. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tillers. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 658-666.
12. Kudzaev A.B., Tsgoev D.V., Korobeynik I.A., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Kalagova R.V. Some plough section parameters to subdue rough land. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2018. Vol. 9. N10. 1421-1429.
13. Кудзаев А.Б., Цгоев Д.В. Динамика процесса обхода препятствия секцией плуга с пневматическим предохранителем // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2017. Т. 54. N3. С. 136-144.
14. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // *Аграрный вестник Урала*. 2018. N7(174). С. 3-6.
15. Угорец В.И., Албегонова Р.Д. Использование горных

- пастбищ – основа получения экологически безопасной животноводческой продукции // *Горное сельское хозяйство*. 2018. N1. С. 105-116.
16. Угорец В.И., Албегонова Р.Д. Улучшение естественных горных пастбищ РСО-Алания – путь к производству экологически чистой животноводческой продукции молока и мяса // *Горное сельское хозяйство*. 2016. N2. С. 152-159.
 17. Угорец В.И., Солдатов Э.Д., Солдатова И.Э., Икоева Л.П. Пути повышения экономической эффективности производства кормов в горной зоне. Улучшение естественных горных пастбищ РСО-Алания // *Горное сельское хозяйство*. 2020. N1. С. 21-24.
 18. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 269. 257-269.
 19. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д. Биологические основы восстановления бросовых земель горных агроландшафтов // *Плодородие*. 2018. N6(105). С. 63-65.
 20. Солдатов Э.Д., Солдатова И.Э. Влияние лугопастбищных фитоценозов на экологическое состояние экосистем горной зоны Центрального Кавказа // *Горное сельское хозяйство*. 2018. N3. С. 65-67.
 21. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А., Ахала Б.Х. Агротехническое и экологическое обоснование эффективности (целесообразности) использования биоактивных технологических способов обработки залежей и запущенных угодий. В сборнике: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. 2013. С. 127-130.
 22. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Ахала Б.Х., Ценч Ю.С. Цифровые технологии в почвообработке // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. N1(30). С. 191-197.
 23. Лобачевский Я.П., Бейлис В.М., Ценч Ю.С. Аспекты цифровизации системы технологий и машин // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2019. N3(36). С. 40-45.
 24. Миронова А.В. Обработка задернелых и деградированных почв // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2019. N2(35). С. 57-62.
 25. Дмитриев С.Ю., Дмитриев Ю.П., Ценч Ю.С. Комплекс машин АГРОМАШ для обработки залежных земель // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. N2(31). С. 40-47.

REFERENCES

1. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Sozдание vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Development of high-productive hay meadows and pastures in the mountain zone of the north caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. Vol. 54. N3. 9-14 (In Russian).
2. Kudzaev A.B., Korobeynik I.A. Sovershenstvovanie kultivatora-rastenepitatatelya dlya raboty na kamenistyykh pochvakh [Improvement of the cultivator-plant-feeder for work on stony soils]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2014. N1. 26-29 (In Russian).
3. Savchenko I.V. Resursoberegayushchee ekologicheskoe chistoe rasteniyevodstvo dlya polucheniya produktsii vysokogo kachestva [Conservation agriculture in high quality food production]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 2019. Vol. 89. N5. 527-531 (In Russian).
4. Gerasimenko I.V., Poteshkin K.S. Opredelenie konstruktivno-rezhimnykh parametrov modernizirovannogo shchelevatelya [Determination of structural and regime parameters of the modernized splitter]. *Molodoy uchenyy*. 2012. N12(47). 39-43 (In Russian).
5. Mamiev D.M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO-Alaniya [Prospects for the development of biological agriculture in north ossetia-alania]. *Nauchnaya zhizn'*. 2019. Vol. 14. N9(97). 1396-1402 (In Russian).
6. Kudzaev A.B., Korobeynik I.A., Urtaev T.A., Tsgoev D.V. Propashnoy kul'tivator dlya kamenistyykh pochv [Tillage cultivator for rocky soils]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2020. N4. 10-11 (In Russian).
7. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 714-720 (In English).
8. Kudzaev A.B., Urtaev T.A. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator dlya obrabotki kamenistyykh pochv [Adaptive energy-saving cultivator for stony soils cultivating]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2015. N2. 28-32 (In Russian).
9. Gasiev V., Khokhlova N., Mamiev D. Biological features of formation of perennial binary grass crops. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17. N5. 1891-1897 (In English).
10. Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Mekhanizirovannyi sposob udaleniya i utilizatsii kamney na gornyykh sklonakh [Mechanized method for the removal and disposal of stones on mountain slopes]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. Vol. 14. N2. 23-28 (In Russian).
11. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 658-666 (In English).
12. Kudzaev A.B., Tsgoev D.V., Korobeynik I.A., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Kalagova R.V. Some plough section parameters to subdue rough land. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2018. Vol. 9. N10. 1421-1429 (In English).

13. Kudzaev A.B., Tsgoev D.V. Dinamika protsessa obkhoda prepyatstviya sektsiei pluga s pnevmaticheskimi predokhranitelem [Dynamics of the process of bypassing obstacles by the plow section with a pneumatic fuse]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. Vol. 54. N3. 136-144 (In Russian).
14. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Sposob vosstanovleniya gornyykh kormovykh ugodiy [Method for restoring mountain forage lands]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2018. N7(174). 3-6 (In Russian).
15. Ugorets V.I., Albegonova R.D. Ispolzovanie gornyykh pastbishch – osnova polucheniya ekologicheskii bezopasnoy zhivotnovodcheskoy produktsii [Mountain pastures – source of producing environmentally friendly animal husbandry]. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2018. N1. 105-116 (In Russian).
16. Ugorets V.I., Albegonova R.D. Uluchsheniye estestvennykh gornyykh pastbishch RSO-Alaniya – put' k proizvodstvu ekologicheskii chistoy zhivotnovodcheskoy produktsii moloka i myasa [Improvement of natural mountain pastures of RSO-Alaniya – the way to production environmentally friendly livestock production of milk and meat]. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2016. N2. 152-159 (In Russian).
17. Ugorets V.I., Soldatov E.D., Soldatova I.E., Ikoeva L.P. Puti povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti proizvodstva kormov v gornoy zone. Uluchsheniye estestvennykh gornyykh pastbishch RSO-Alaniya [Ways to increase economic efficiency forage production in the mountain area of North Ossetia-Alania]. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2020. N1. 21-24 (In Russian).
18. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 269. 257-269 (In English).
19. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Biologicheskie osnovy vosstanovleniya brosovykh zemel' gornyykh agrolandshaftov [Biological fundamentals of the restoration of waste lands of mountain agrolandscapes]. *Plodorodie*. 2018. N6(105). 63-65 (In Russian).
20. Soldatov E.D., Soldatova I.E. Vliyanie lugopastbishchnykh fitotsenozov na ekologicheskoye sostoyaniye ekosistem gornoy zony Tsentral'nogo Kavkaza [Influence of meadows and pastures phytocenoses on ecological state of ecosystems of the mountain zone of the central caucasus]. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2018. N3. 65-67 (In Russian).
21. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A., Akhalaya B.Kh. Agrotekhnicheskoye i ekologicheskoye obosnovaniye effektivnosti (tselesoobraznosti) ispol'zovaniya bioaktivnykh tekhnologicheskikh sposobov obrabotki zalezhey i zapushcheknykh ugodiy [Agrotechnical and ecological justification of the effectiveness (expediency) of the use of bioactive technological methods of processing deposits and neglected lands]. V sbornike: Sistema tekhnologii i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii. Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 145-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika zemledel'cheskoy mekhaniki akademika V.P. Goryachkina. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva. 2013. 127-130 (In Russian).
22. Lobachevskiy Ya.P., Starovoytov S.I., Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S. Tsifrovyye tekhnologii v pochvoobrabotke [Digital technologies in tillage]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*. 2019. N1(30). 191-197 (In Russian).
23. Lobachevskiy Ya.P., Beylis V.M., Tsench Yu.S. Aspekty tsifrovizatsii sistemy tekhnologii i mashin [Aspects of digitalization of the system of technologies and machines]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2019. N3(36). 40-45 (In Russian).
24. Mironova A.V. Obrabotka zadernelykh i degradirovannykh pochv [Processing of turfed and degraded soils]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2019. N2(35). 57-62 (In Russian).
25. Dmitriev S.Yu., Dmitriev Yu.P., Tsench Yu.S. Kompleks mashin AGROMASH dlya obrabotki zaleznykh zemel' [Agromash machinery complex for processing of fallow land]. *Vestnik VIESH*. 2018. 2(31). 40-47 (In Russian).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Джибилов С.М. – научное руководство, формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов; Гулуева Л.Р. – обработка результатов исследований, визуализация, литературный анализ, оформление и доработка текста.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Dzhibilov S.M. – scientific supervision, formulation of the research main directions, development of theoretical premises, development of general conclusions; Gulueva L.R. – research results processing, visualization, literature review, manuscript design and revision of the text.

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

05.04.2022

17.05.2022