

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК. 631.312.8

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-6-38-42

УЛУЧШЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ГОРНЫХ СКЛОНОВ МЕТОДОМ ДИСКОВАНИЯ

ДЖИБИЛОВ СЕРГЕЙ МАЙРАМОВИЧ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
mybox.82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3597-0720>; AuthorID750961

СОЛДАТОВ ЭДУАРД ДМИТРИЕВИЧ, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник
irasha2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0227-0835>; AuthorID760282

ГУЛУЕВА ЛЮДМИЛА РОМАНОВНА ✉, научный сотрудник
luda_gulueva@mail.ru ✉; <https://orcid.org/0000-0002-1089-3688>; AuthorID591784

БИДЕЕВ СЕРГЕЙ ИГОРЕВИЧ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
biser0@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4356-2639>; AuthorID: 591783

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства (СКНИИГПСХ) Владикавказского научного центра РАН; 363110, Российская Федерация, Республика Северная Осетия-Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1

Аннотация. Отсутствие малогабаритных маневренных серийных образцов дискаторов для мелкоконтурных участков горных лугов и пастбищ способствовало разработке образца минидискатора для работы на горных склонах на почвах различного механического состава. Произведен расчет конструктивных параметров рабочих органов – дисков (расстояние между смежными дисками, радиус кривизны дисков, диаметр дисков) и их расположения на раме минидискатора. На базе минитрактора Феншоу-180 разработан лабораторный образец малогабаритного блок-модуля минидискатора для обработки (дискования) почв различного механического состава склоновых участков кормовых угодий горной зоны Северного Кавказа с уклоном до 12°. Спроектированный лабораторный образец минидискатора представляет собой навесную конструкцию с однорядным расположением 9 сферических дисков, установленных на индивидуальных стойках под углом к движению. Присутствуют устройство, исключающее забивание режущих дисков, и приспособление для регулировки давления на почву. Возможна установка прикатывающих катков. Предусмотрена возможность переключения конструкции при развороте из положения работы на склоне справа налево в положение работы на склоне слева направо. Техническая экспертиза лабораторного образца машины проведена на горном стационаре СКНИИГПСХ в с. Даргавс, РСО-Алания, на высоте 1540 м над уровнем моря с крутизной склона до 15°. Испытания лабораторного образца блок-модуля навесного минидискатора для обработки почв лугов и пастбищ горной зоны и техническая экспертиза научной документации проводились согласно ГОСТ 33687-2016 и ГОСТ 33687-2015. Разработанный и изготовленный лабораторный образец дает предпосылки к созданию серийного образца машины. Применение блок-модуля минидискатора обеспечит снижение деградационных процессов склоновых участков, повысит урожайность кормовых угодий, обеспечит устойчивость к водной и ветровой эрозии, а также повысит экологическую устойчивость и эффективность лугопастбищного хозяйства.

Ключевые слова: горы, луга, склоны, пастбища, дискатор, почва, минитрактор, дискование, технология.

Формат цитирования: Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р., Бидеев С.И. Улучшение деградированных горных склонов методом дискования // Агроинженерия. 2022. Т. 24, № 6. С. 38-42. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-6-38-42>.

© Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р., Бидеев С.И., 2022



ORIGINAL PAPER

IMPROVING DEGRADED MOUNTAIN SLOPES WITH DISCING

SERGEY M. DZHIBILOV, PhD (Eng), Senior Research Engineer
mybox.82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3597-0720>; AuthorID750961

EDUARD D. SOLDATOV, PhD (Agr), Senior Research Engineer
irasha2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0227-0835>; AuthorID760282

LYUDMILA R. GULUEVA ✉, Research Engineer
luda_gulueva@mail.ru ✉; <https://orcid.org/0000-0002-1089-3688>; AuthorID591784

SERGEY I. BIDEEV, PhD (Eng), Research Engineer
biser0@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4356-2639>; AuthorID: 591783

North Caucasian Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 363110, Russian Federation, Republic of North Ossetia-Alania, Mikhailovskoe, Villyamsa Str., 1

Abstract. Lack of small-sized maneuverable serial discator samples for shallow contour areas of mountain meadows and pastures contributed to the development of mini-discator sample to operate on mountain slopes on soils of different texture. The authors analyzed the constructive parameters of working elements – discs (the distance between adjacent discs, the curvature radius of discs, and the disc diameter) and their location on the frame of a mini-discator. Based on the Feng Shou-180 mini-tractor, they developed a laboratory prototype of a small-sized modular unit of a mini-discator for soil cultivation (discing). The machine

is applicable to soils of different mechanical composition located in the mountain zone of the North Caucasus on the hillside areas of forage lands with a slope of up to 12°. The designed laboratory prototype of a mini-discator is a hinged construction with single-row arrangement of nine spherical disks mounted on individual racks at an angle to the movement axis. There is a device to prevent clogging of the cutting discs and a device to adjust the pressure on the ground. The machine can also be fitted with press rollers. The design can be switched from the right-left-hand to left-right-hand slope operation when turning. The technical tests of the laboratory prototype were carried out at the SKNIIGPSKH mountain facilities in the village of Dargavs, RNO-Alania, at the altitude of 1540 m above sea level and a slope inclination of up to 15°. The performance tests of the laboratory sample modular unit of the mounted mini-discator for meadow and pasture soil treatment in the mountain zone and technical examination of the scientific documentation were carried out in accordance with GOST 33687-2016 and GOST 33687-2015. The developed and manufactured laboratory sample gives prerequisites for designing a serial sample of the machine. The application of the modular unit of the minidiscator will ensure the reduction of degradation processes of sloping areas, increase the yield of forage lands, enhance the resistance to water and wind erosion, and increase the environmental sustainability and efficiency of grassland farming.

Keywords: mountains, meadows, slopes, pastures, discator, soil, minitractor, disking, technology

For citation: Dzhobilov S.M., Soldatov E.D., Gulueva L.R., Bideev S.I. Improving degraded mountain slopes with discing. Agricultural Engineering (Moscow), 2022; 24(6): 38-42. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-6-38-42>.

Введение. В планах развития сельскохозяйственного машиностроения России – создание универсальных и многофункциональных машин нового поколения, способных обеспечить необходимую производительность и высокую надежность машин (на уровне лучших зарубежных аналогов). Предусмотрен максимальный переход сельскохозяйственного производства к внедрению новых ресурсосберегающих инновационных технологий, способов возделывания и уборки с минимальными затратами средств.

Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов, в том числе от обработки почвы – одной из наиболее важных и трудоемких работ. В России за последние 20 лет производство сельскохозяйственной продукции ежегодно сокращалось на 7% [1, 2]. Данная проблема является особенно актуальной для горной и предгорной местности.

Рост цен на горючее, технику, комплектующие детали, а также на сельскохозяйственную продукцию создает необходимость применения ресурсосберегающих технологий обработки почвы, в том числе мелкой вспашки, минимальной и нулевой обработки почвы, особенно на участках в горной зоне [3].

Природно-климатические условия горной и предгорной зон Северной Осетии характеризуются склоновостью и мелкоконтурностью земельных угодий, повышенной влажностью почвы, мелкими и крупными валунными камнями на поверхности и в пахотном слое, что препятствуют нормальной работе сельскохозяйственной техники, снижает производительность и надежность её работы [3-5].

Наиболее производительными почвообрабатывающими средствами являются бороны, у которых рабочие органы-диски расположены на одной оси, и дискаторы, у рабочих органов-дисков которых есть индивидуальное крепление к стойке, имеющей защиту от перегрузок, позволяющие производить обработку участков с каменистой почвой [6, 7].

Основное предназначение дискатора – подготовка земли к посевной без предварительной вспашки [8]. При использовании дискаторов происходит интенсивная обработка почвы, производится измельчение и заделка пожнивных и растительных остатков. Дискаторы используются также при обработке залежных земель, разделке дернины и пластов почвы после вспашки, а также при подготовке почвы под посев. Кроме того, дискаторы показывают неплохую производительность в условиях повышенной влажности и густой растительности.

На российском рынке сельскохозяйственной техники встречаются дискаторы, которые могут агрегироваться с любыми тракторами. Среди известных серий оборудования можно выделить двухрядные прицепные дискаторы БДМ 4×2 ПКС и БДМ 5×2 ПКС. Эти типы дискаторов подходят для работы с тракторами 3-4 тягового класса, мощностью от 130 до 170 л.с. Данные дискаторы – громоздкие, крупногабаритные; масса дискатора в комплекте составляет около 800...1400 кг на 1 м обрабатываемой поверхности, что неприемлемо для горной зоны. Однако еще не разработан малогабаритный маневренный серийный образец дискатора для мелкоконтурных участков горных лугов и пастбищ, поэтому его создание является актуальным [9].

Цель исследований: разработать лабораторный образец блок-модуля горного навесного минидискатора для обработки почв различного механического состава на участках горных и предгорных склонов.

Материалы и методы. На базе минитрактора Феншоу-180 разработан лабораторный образец малогабаритного блок-модуля минидискатора для обработки (дискования) почв различного механического состава склоновых участков кормовых угодий горной зоны Северного Кавказа с уклоном до 12°. Опытный образец позволяет устранить засоренность почвы, повысить плодородие и урожайность кормовых угодий, обеспечить устойчивость лугов и пастбищ к дефляции и эрозии [10]. Техническая экспертиза лабораторного образца машины проведена на горном стационаре СКНИИГПСХ в с. Даргавс, РСО-Алания, на высоте 1540 м над уровнем моря с крутизной склона до 15°.

Определено соответствие агротехнических параметров лабораторного образца блок-модуля техническому заданию и техническим условиям на изготовление, агротехническим требованиям; его научной и практической значимости с экономической и экологической оценкой, а также нормативным требованиям согласно ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний (переиздание)».

По ГОСТ 20915-85 определялись свойства почвы: влажность, твердость почвы, масса растительных остатков, рельеф и микрорельеф поля, характеристика дернового покрова. Нагрузка на почву и глубина обработки регулировались трактором из кабины с использованием гидравлического устройства. Регулировка глубины обработки осуществлялась посредством изменения угла атаки дисков.

Дискаторы в отличие от поступательно движущихся лемешных рабочих органов меньше забиваются растительными

остатками. Конструкция агрегата максимально облегчена для снижения антропогенного воздействия на дернину лугов и пастбищ горной зоны. В технологическую схему входят две операции: подрыв и рыхление верхнего слоя почвы участка на определенную глубину обработки; разрушение комков почвы и их прикатывание по ширине захвата агрегата.

Главным отличием конструкции горного минидискатора от равнинной серийной модификации является способность конструкции переключаться при развороте из положения работы на склоне справа налево в положение для работы на склоне слева направо. При этом положение рабочих органов дискатора относительно склона создает поперечную реакцию, направленную вверх по склону, что способствует стабилизации движения агрегата по склону и снижает его сползание вниз по склону.

В технологическое оборудование малогабаритного дискатора входят следующие узлы: навесная рама; секция дисковых борон, закрепленных к раме чизельного культиватора КЧГ-2,4; устройство, исключающее забивание режущих дисков; приспособление для регулировки давления на почву и прикатывающие катки при необходимости [11].

Результаты и их обсуждение. Спроектированный минидискатор представляет собой навесную конструкцию с однорядным расположением сферических дисков в количестве 9 шт., установленных на индивидуальных стойках под необходимым углом к движению. Используемые диски могут иметь гладкую форму или быть с вырезами различной конфигурации. В ходе движения диски режут поверхностный слой почвы, рыхлят и перемешивают её [12]. Принципиальная схема горного минидискатора представлена на рисунке 1.

Разворот дисков на 180° обеспечивается конструктивными размерами: равенством диаметра диска горного минидискатора и расстояния между вертикальными осями поворота их на 180°.

Из конструктивных соображений диаметр диска D выбирают минимальным из расчетных с учетом условий работы [6, 15]:

$$D = k \cdot a,$$

где a – глубина обработки, мм; k – коэффициент, учитывающий степень забиваемости междискового пространства пожнивными остатками при обработке почвы. Для борон, предназначенных для обработки лугов и пастбищ, $k = 4 \dots 6$.

Чтобы избежать забивания между дисками почвы и пожнивных остатков, рекомендуется расстояние b между ними выбирать в соответствии с глубиной обработки почвы $b \geq 1,5a \dots 2,0a$.

Если установить диски на отдельных стойках под углом атаки α и с наклоном их оси к горизонтали, междисковое пространство будет забиваться лишь при увеличении расстояния b до 300...400 мм. При выборе диаметра диска и расстояния между дисками на батарее следует учесть и допустимую высоту гребней (e), образуемых между соседними дисками.

Известно, что важнейшим показателем качества обработки почвенного слоя дисковыми боронами является высота продольного гребня дна борозды (e), создаваемого между дисками, обрабатывающими смежные полосы земли.

Установка рабочих органов (дисков) предусматривает возможность их разворота на 180° при переходе обработки правого склона к левому по ходу движения агрегата. Рабочие органы переводятся из положения правосклонного в левосклонное направление с помощью специального реечного механизма¹, расположенного внутри профильной трубы рамы (рис. 2).

¹ Приспособление для дискования склоновых участков находится на стадии оформления как полезная модель, поэтому здесь подробное описание не приводится (примеч. авт.).

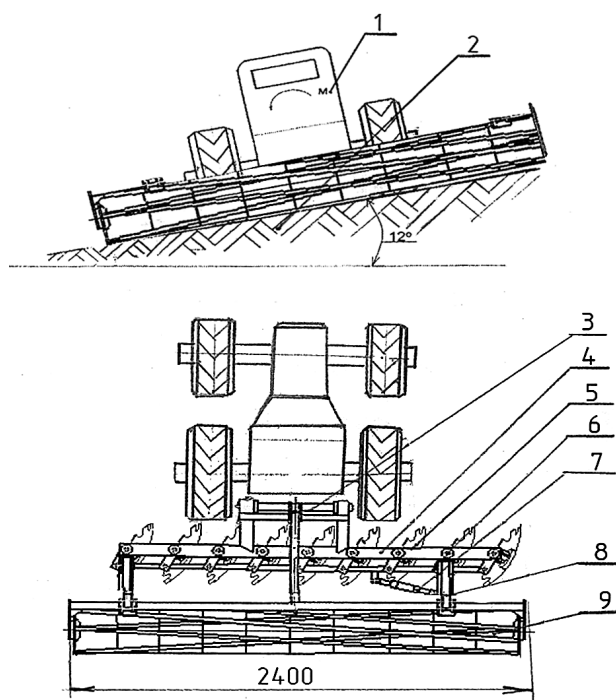


Рис. 1. Принципиальная схема горного минидискатора:
1 – минитрактор; 2 – почва; 3 – навеска агрегата;
4 – рама минидискатора; 5 – диск; 6 – соединение диска с рамой;
7 – гидроцилиндр; 8 – кронштейн прикатывающего устройства;
9 – прикатывающее устройство

Fig.1. Schematic diagram of a mountain minidiscator:

- 1 – mini tractor; 2 – soil; 3 – attachment of the unit;
- 4 – minidiscator frame; 5 – disk;
- 6 – disk-to-frame connection; 7 – hydraulic cylinder;
- 8 – bracket of the packing device; 9 – rolling device

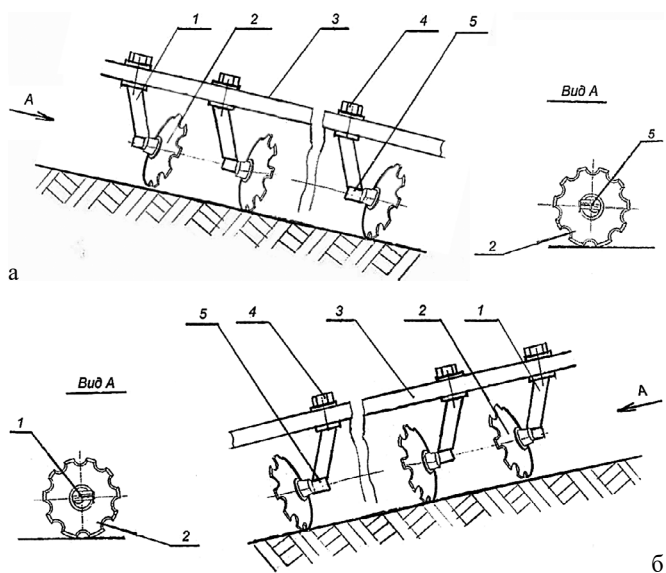


Рис. 2. Положение рабочих органов минидискатора на склонах при движении агрегата слева направо (а) и справа налево (б):

- 1 – кронштейн крепления диска; 2 – диск дискатора;
 - 3 – рама минидискатора; 4 – гайка крепления кронштейна;
 - 5 – крепление диска к стойке; 6 – поверхность склона почвы
- Fig. 2. Position of the working tools of the minidiscator on the slopes for the unit movement along the slope from left to right (a), the unit movement along the slope from right to left (b):**
- 1 – disc mounting bracket; 2 – discator disc;
 - 3 – minidiscator frame; 4 – bracket fastening nut;
 - 5 – disk fastening to the rack; 6 – soil slope surface

При расположении дисков типа батареи расстояние между дисками в плане равно

$$b \cdot \cos \alpha = D_c \cdot \sin \alpha,$$

где D_c – диаметр диска с учетом допустимого значения высоты гребней, мм ($D_c = D - e$); α (угол атаки) – угол между плоскостью вращения диска и линией направления движения (в зависимости от вида почвы и рельефных особенностей участка $\alpha = 0 \dots 21^\circ$ [13]).

Известно, что отдельное самостоятельное крепление каждого диска позволяет более качественно бороться с сорняками, перемешивая грунт с растительными остатками. Между значением диаметра диска (D), глубиной его обработки (a), расстоянием между соседними дисками (b) и высотой гребня (c) существует зависимость (рис. 3):

$$b = 2\sqrt{c(D - c)} \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

Для борон при малых значениях угла α условие $c < a$ может приводить к чрезмерному уменьшению расстояния между дисками одной батареи. Для лушильников $c \leq 0,5a$ [9].

Заточку лезвия обычно производят со стороны внешней поверхности диска. Для обработки тяжелых почв изготавливают диски также и с внутренней заточкой. В данном случае угол заточки $i = 10 \dots 20^\circ$. Угол зазора ϵ_a , образованный направлением поступательного движения орудия с линией, возникающей в сечении конуса заточки плоскостью, соответствует поверхности поля, у плугов и лушильников должен всегда иметь только положительное значение. При $\epsilon_a < 0$ будет происходить смятие почвы, в результате – увеличение тягового усилия с нарушением устойчивости хода агрегата.

Для дисковых борон возможно применение углов $\epsilon_a < 0$ [15], однако при этом не должно происходить соприкосновение выпуклой стороны дисков с почвой. Вместе с тем между диаметром и радиусом кривизны диска должна быть выдержана зависимость:

$$R = \frac{D}{2 \sin \varphi}. \quad (2)$$

Значения φ для каждой группы дисков даны в справочнике². Для дисковых плугов:

– отношение диаметра диска к глубине обработки $k = D/a = 3 \dots 4$;

– угол установки дисков к линии тяги $\alpha = 40 \dots 45^\circ$;

– угол при вершине сектора диска $\varphi = \arcsin \frac{D}{2R}$, град.,

$\varphi = 31 \dots 37^\circ$;

– угол зазора в сечении, при максимальной глубине хода $\epsilon_a = 5 \dots 10^\circ$.

В центральном сечении вертикального сферического диска $\varphi + i = \alpha - \epsilon = \omega$; в сечении же диска плоскостью, удаленной на расстоянии a от дна борозды,

$$\omega_a = \alpha - \epsilon_a. \quad (3)$$

Значения α и ϵ_a берут из таблиц [12], по найденному значению ω_a определяют

$$\omega = \arctg \frac{k \operatorname{tg} \omega_a}{2\sqrt{k - 1}}.$$

Значения ω для различных ω_a даны в справочнике².

По рассчитанному углу ω и выбранному углу заострения лезвия i определяют угол $\varphi = \omega - i$, после чего по φ

и D из формулы (2) определяют радиус кривизны диска R . При определении радиуса кривизны наклонных дисков следует применять графоаналитический способ. Зная значение диаметра и радиуса кривизны диска, из формулы (2) находят количественное значение угла φ ; по φ и i рассчитывают угол ω .

По рассчитанным значениям вычерчивают боковую проекцию и вид диска (рис. 4). В сечении А-А конуса заточки лезвия горизонтальной плоскостью на высоте a от дна борозды по чертежу определяют угол ω_a , который в сумме с найденным значением угла ϵ_a должен составить угол

$$a = \omega_a + \epsilon_a.$$

Если найденная величина ω_a не отвечает формуле (3), то задаваясь новыми значениями R , следует повторить аналитическое определение φ и ω и графическое определение ω_a до получения положительного результата.

Расчетные значения размеров диска округляют до ближайших значений, установленных ГОСТ 198-85.

Для увеличения прочности дисков их часто изготавливают с кольцевыми гофрами в центральной части. Вырезные диски используются в тяжелых боронах для работ на болотных и луговых участках. Данные диски осуществляют большее количество разрезов почвы по сравнению с дисками со сплошным лезвием. Дно борозды при этом остается неровным. Вырезы (их обычно 6...12), имеющие форму равносторонних треугольников или полукругов, уменьшают рабочую прочность дисков. Размеры вырезных дисков выбирают аналогично дискам со сплошным лезвием.

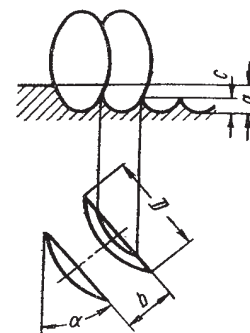


Рис. 3. Профиль дна борозды дискового минидискатора: D – диаметр диска; a – глубина обработки b – расстояние между смежными дисками; c – высота гребня

Fig. 3. Profile of the furrow bottom made by the disk minidiscator: D – disk diameter; a – processing depth b – distance between adjacent disks; c – ridge height

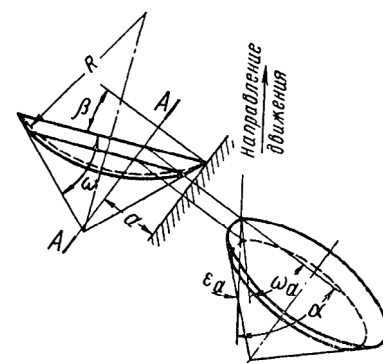


Рис. 4. Проектирование наклонного сферического диска
Fig. 4. Design of an inclined spherical disk

² Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т. 2 / Под ред. М.И. Клецкина. М.: Машиностроение, 1964.

Выводы

1. Разработанный лабораторный образец малогабаритного блок-модуля минидискатора для обработки (дискования) почв различного механического состава склоновых участков послужит для изготовления опытной партии машин для производственной проверки на горных лугах и пастбищах.

Список использованных источников

1. Милосердов В.В. Экономические механизмы хозяйствования, обеспечивающие продовольственную безопасность страны // Агропродовольственная политика России. 2017. № 12 (72). С. 2-9. EDN: YPLLDC.
2. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д., Хаирбеков С.У. Состояние и рациональное использование горных лугопастбищных угодий Северного Кавказа // Горное сельское хозяйство. 2017. № 3. С. 44-49. EDN: ZHZUBB.
3. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54 (3). С. 9-14. EDN: ZHELFC.
4. Зотов А.А., Агафонова Л.И., Шамсутдинов З.Ш., Головин В.П., Шамсутдинов Н.З. Энергоэкономическая оценка естественных пастбищных экосистем России // Нетрадиционное экорастениеводство, селекция, генетика и биоземледелие. Охрана биосферы и космология. Философия естествознания и экообразование в триединстве экономики, экологии и здоровья: Труды XXVIII Международного научного симпозиума. Алушта, 2019. С. 62-73. EDN: GNHFDQ.
5. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Коробейник И.А. Агрегат для сгребания камней с одновременным автоматическим подсевом трав на горные луга и пастбища Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55, № 1. С. 106-112. EDN: YTFUZF.
6. Трубилин Е.И., Сохт К.А., Коновалов В.И. Повышение технологической эффективности дисковых борон // Сельский механизатор. 2013. № 3. С. 8-9. EDN: QYUVMH.
7. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Многофункциональный агрегат для улучшения горных лугов и пастбищ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53, № 3. С. 103-111. EDN: WNDDZX.
8. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия: Патент на полезную модель RU195543 U1, 30.01.2020 / К.А. Сохт, В.И. Коновалов; заяв. № 2019135723 от 06.11.2019. EDN: OZXOKZ.
9. 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; 8(11): 658-666.
10. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Бестаев С.Г. Способ поверхностного улучшения горных лугов и пастбищ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50, № 1. С. 171-174. EDN: PXPQEV.
11. Способ улучшения горных лугов и пастбищ: Патент на изобретение RU2431248 C2, 20.10.2011 / С.М. Джибилов, Л.Р. Гулуева, Ф.А. Габараев, И.Э. Солдатова, Т.С. Абиева; заяв. № 2009127407/21 от 16.07.2009. EDN: ARAEYS.
12. Диск сферический почвообрабатывающего орудия: Патент на полезную модель RU178145 U1, 26.03.2018 / К.А. Сохт, В.И. Коновалов; заяв. № 2017126718 от 25.07.2017. EDN: VMVJGO.
13. Трубилин Е.И., Сохт К.А., Коновалов В.И., Кравченко В.В. Заглубляющая способность дисковых борон и лущильников // Техника и оборудование для села. 2013. № 11. С. 31-34. EDN: RKAJMB.
14. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Бестаев С.Г. Рыхлитель междурядий – окучник маточных кустов в плодopитомнике // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51, № 4. С. 201-207. EDN: TCCZAL.

Критерии авторства

Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р., Бидеев С.И. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов подготовили рукопись. Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р., Бидеев С.И. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 13.04.2022

Одобрена после рецензирования 11.07.2022

Принята к публикации 15.07.2022

2. Практическое применение блок-модуля минидискатора обеспечит снижение деградационных процессов склоновых участков, повысит урожайность кормовых угодий, обеспечит устойчивость к водной и ветровой эрозии, а также повысит экологическую устойчивость и эффективность лугопастбищного хозяйства.

References

1. Miloserdov V.V. Economic mechanisms of management that ensure the food security of the country. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*. 2017; 12(72): 2-9. (In Rus.)
2. Soldatova I.E., Soldatov E.D., Khairbekov S.U. Current state and rational use of mountain grasslands of the North Caucasus. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2017; 3: 44-49. (In Rus.)
3. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Establishing highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017; 54(3): 9-14. (In Rus.)
4. Zotov A.A., Agafonova L.I., Shamsutdinov Z.Sh., Golovin V.P., Shamsutdinov N.Z. Energy-economic assessment of natural pasture ecosystems in Russia. *Netraditsionnoe ekorastenievodstvo, selektsiya, genetika i biozemledelie. Okhrana bionoosfery i kosmologiya. Filosofiya estestvoznaniya i ekoobrazovanie v triedinstve ekonomiki, ekologii i zdorov'ya: trudy XXVIII mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma*. 2019: 62-73. (In Rus.)
5. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Korobeynik I.A. Unit for raking stones with the simultaneous automatic sowing of grasses on mountain meadows and pastures of the North Caucasus. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018; 55(1): 106-112. (In Rus.)
6. Trubilin E.I., Sokht K.A., Konovalov V.I. Improving the technological efficiency of disc harrows. *Sel'skiy mekhanizator*. 2013; 3: 8-9. (In Rus.)
7. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Multifunctional unit for improving mountain meadows and pastures. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016; 53(3): 103-111. (In Rus.)
8. Sokht K.A., Konovalov V.I. Working unit of the soil-cultivating tool. Utility model patent RU195543 U1, Jan 30, 2020. (In Rus.)
9. 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; 8(11): 658-666.
10. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Bestaev S.G. Method for surface improvement of mountain meadows and pastures. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2013; 50(1): 171-174. (In Rus.)
11. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Gabaraev F.A., Soldatova I.E., Abieva T.S. Method for improving mountain meadows and pastures: Patent for invention RU2431248 C2, Oct 20, 2011, 2009. (In Rus.)
12. Sokht K.A., Konovalov V.I. Spherical disk of a soil-cultivating tool. Utility model patent RU178145 U1, March 26, 2018. (In Rus.)
13. Trubilin E.I., Sokht K.A., et al. Deepening capacity of disc harrows and cultivators. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2013; 11: 31-34. (In Rus.)
14. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Bestaev S.G. Row spacing cultivator as a hiller of mother bushes in a fruit nursery. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2014; 51(4): 201-207. (In Rus.)

Contribution

S.M. Dzhibilov, E.D. Soldatov, L.R. Gulueva and S.I. Bideev performed theoretical studies and, based on the results obtained, conducted the experiment and wrote the manuscript. S.M. Dzhibilov, E.D. Soldatov, L.R. Gulueva and S.I. Bideev have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The article was received 13.04.2022

Approved after reviewing 11.07.2022

Accepted for publication 15.07.2022