

Механизированный способ удаления и утилизации камней на горных склонах

Сергей Майрамович Джибилов,
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией;

Людмила Романовна Гулуева,
ведущий конструктор,
e-mail: luda_gulueva@mail.ru

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

Реферат. Для удаления средних и крупных камней с горных лугов и пастбищ с экспозиционным уклоном до 12 градусов разработали новый способ и опытный образец агрегата. Показали, что машина удаляет 95 процентов камней. Эффективность работы агрегата определяют новые рабочие органы: поворотная рама, гребенка и специальный плуг, нарезающий канал вдоль движения агрегата. (*Цель исследования*) Обосновать конструктивные параметры горного навесного камнеуборочного агрегата и их влияние на качество подготовки лугопастбищных угодий. (*Материалы и методы*) Испытания агрегата провели в стационаре на южном склоне Даргавской котловины РСО – Алания на высоте 1650 метров над уровнем моря, с уклоном 12 градусов. Предусмотрели 9 вариантов (по 3 в каждой повторности), каждый второй вариант – контрольный. (*Результаты и обсуждение*) Разработаны способ и агрегат для удаления камней диаметром более 30 миллиметров на склонах крутизной до 12 градусов. Определили, что засоренность камнями по мере расположения вариантов сверху вниз составила в среднем 37,2; 45,6 и 52,0 процента площади делянки. (*Выводы*) Установили, что увеличение полезной площади пастбищ вследствие удаления и утилизации камней позволило повысить нагрузку на 1 гектар пастбищ с 1,1 до 3,6 головы нагульного молодняка крупного рогатого скота. Показали, что агрегат, наряду с удалением камней, равномерно распределяет экскременты животных, благодаря чему повышается продуктивность кормовых угодий: урожайность по сравнению с контролем ежегодно возрастала на 0,33-1,93 тонны с гектара.

Ключевые слова: камнеуборочный агрегат, улучшение лугов и пастбищ на горных склонах, удаление и утилизация камней.

■ **Для цитирования:** 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. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-23-28.

Mechanized Method for the Removal and Disposal of Stones on Mountain Slopes

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

Lyudmila R. Gulueva,
lead designer, e-mail: luda_gulueva@mail.ru

Vladikavkaz scientific center of the Russian Academy of Sciences, Republic Of North Ossetia – Alania, Mikhailovskoe village, Russian Federation

Abstract. To remove medium and large stones from mountain meadows and pastures with an exposure slope of up to 12 degrees, a new method and prototype machine were developed. The authors showed that the machine removes 95 percent of the stones. The machine efficiency was determined by new working bodies: a rotary frame, a comb and a special plow that cut a channel along the movement of the machine. (*Research purpose*) To substantiate the design parameters of a mountain stone-harvesting machine and their impact on the grassland preparation quality. (*Materials and methods*) The machine was tested on the southern slope of the Dargavskoy Basin of North Ossetia-Alania at an altitude of 1650 meters above sea level, with a slope of 12 degrees. There were 9 options (3 in each repetition), each second option was a control one. (*Results and discussion*) A method and a machine for removing stones with a diameter of more than 30 millimeters on slopes with a steepness of up to 12 degrees were developed. It was determined that stone clogging as the options were located from top to bottom averaged 37.2; 45.6 and 52.0 percent of the plot area. (*Conclusions*) It was established that an increase in the pastures useful area due to the removal

and utilization of stones made it possible to increase the load on 1 hectare of pastures, from 1.1 to 3.6 heads of feeding young cattle. The authors showed that the machine, along with the removal of stones, evenly distributed animal excrement, thereby increasing the productivity of fodder land: productivity compared to control increased annually by 0.33-1.93 tons per hectare.

Keywords: destoner, improvement of meadows and pastures on mountain slopes, removal and utilization of stones.

For citation: Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Mekhanizirovannyi sposob udaleniya i utilizatsii kamney na gornykh sklonakh [Mechanized method for the removal and disposal of stones on mountain slopes]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. T. 14. N2. 23-28 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-23-28.

Значительные площади горных кормовых угодий, в первую очередь пастбищ, засорены камнями [1-2]. Это связано с постоянным разрушением горных пород и сбиванием копытами животных, что затрудняет такие технологические операции, как посев трав на лугах и пастбищах, внесение различных удобрений [3].

Крутые склоны, резкая смена температуры воздуха и почвы, как посезонно, так и в течение суток, малая мощность гумусового горизонта, сильная закамененность затрудняют применение средств механизации на лугопастбищных участках при их восстановлении. Уборка камней важна для проведения механизированных работ по сеноуборке в горной местности, повышения продуктивности и увеличения полезной площади пастбищ [4]. Степень закамененности участка считается слабой, если до 10% площади пастбищ покрыто камнями; средней – при 10-20%; сильной – при 20-60% и очень сильной, если площадь под камнями превышает 60%.

Известно, что травы на лугах следует скашивать на высоте 60-70 мм от поверхности почвы. Камни, выступающие над почвой выше 60 мм, препятствуют применению тракторных косилок на горных участках и становятся причиной травмирования животных на пастбищах [5].

Из-за особенностей рельефа горных агроландшафтов применение серийных средств механизации по уборке камней невозможно. За последнее время запатентованы свыше 200 изобретений по механизированной уборке камней: для сборки и вывоза, выкорчевывания из почвы, погрузки и вывоза, дробления и последующего вывоза. К ним относятся камнеуборочные машины марки *Jymra* моделей *MYM-185*, *MYM 205 AM*, *MYM 205 DX*; *Kivi Pekka*; УКП-0,6; *7200 Signature*, *Kongskilde StoneBear*, *Schulte*, Тамерлан-1800, ПМУ-6 и др.

Например, камнеуборочная машина *Kivi Pekka* надежно очищает почву от камней различного диаметра и готовит грунт под засев. Валы подборщика собирают камни в ходе движения в противоположную сторону от самой машины. Глубина сбора – до 15 см. Бункер емкостью 2 м³ принимает камни, движущиеся к нему по ситам, в то время как земля, просеиваясь через ячейки, возвращается на поля.

Машины для сборки камней с поверхности поля и стройплощадок *Kongskilde StoneBear* используют для очистки полей для гольфа, пляжей, спортивных объектов, газонов, производственных территорий и строительных объектов. При рабочей ширине 4 и 5 м они легко убирают камни диаметром 3-30 см. Чтобы избежать уплотнения почвы, камнеподборщик снабжен широкими шинами с низким давлением. Благодаря этому сбор камней возможен даже непосредственно перед посевом сельскохозяйственных культур, но не в горной местности.

Исследования показали, что все вышеперечисленные агрегаты и способы удаления камней предназначены для пахотных плоскостных сельскохозяйственных угодий, их применение связано со значительным нарушением дернового покрова, что неприемлемо на естественных кормовых угодьях, особенно на мелко-контурных склоновых землях [6].

Авторы совместно с лабораторией горного луговодства Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук (СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН) в 2008 г. разработали лабораторный образец камнеуборочной машины для работы на горных участках. Впоследствии, после некоторых доработок, был изготовлен опытный образец навесного камнеуборочного агрегата, прошедший испытания в горной зоне РСО – Ала́ния в 2016-2019 гг. Машина предназначена для удаления камней диаметром более 30 мм на склонах крутизной до 12°, агрегируется с тракторами марки «Беларусь» горной модификации (рис. 1).

Агрегат убирает камни при челночном движении вниз по склону. Начиная от вершины лугов и пастбищ, загоняя поперек склона, он сгребаёт камни гребенкой и по мере необходимости утилизирует их в одновременно нарезаемый канал при помощи однокорпусного плуга, установленного на неподвижной раме. Почва корпусом плуга отваливается вниз по склону, образуя бруствер вдоль нижней части обработанного участка.

Глубина нарезаемого канала не может превышать 20 см из-за близкого залегания скальных выступов к поверхности почвы. Ширина канала – 35 см, то есть наиболее приемлемая величина для серийно выпу-

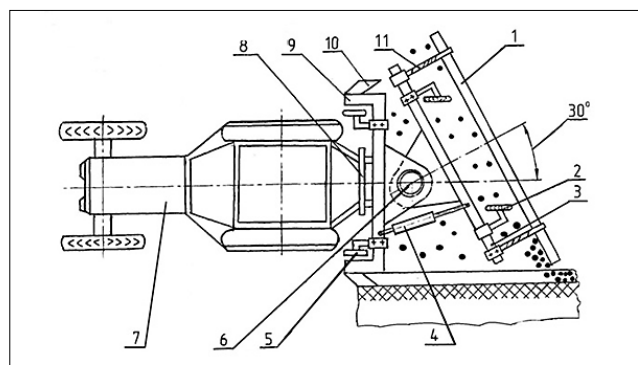


Рис. 1. Принципиальная схема агрегата: 1 – гребенка; 2 – опорные колеса гребенки; 3 – подвижная рама; 4 – гидроцилиндр; 5 – опорные колеса плуга; 6 – поворотное устройство; 7 – трактор МТЗ-82; 8 – навесное устройство; 9 – неподвижная рама; 10 – корпус плуга; 11 – пружинные стойки

Fig. 1. Schematic diagram of the machine: 1 – comb; 2 – support comb wheels; 3 – movable frame; 4 – hydraulic cylinder; 5 – support plow wheels; 6 – rotary device; 7 – MTZ-82 tractor; 8 – mounted device; 9 – fixed frame; 10 – plow body; 11 – spring struts

скаемого корпуса плуга. Частоту нарезаемых на поле каналов устанавливают в зависимости от степени засоренности камнями. Оставшиеся на поле камни размером менее 30 мм не оказывают отрицательного влияния на работу сеноуборочной техники.

Агрегат с помощью навесного устройства шарнирно соединяется с неподвижной рамой и навешивается на трактор МТЗ-82.

Поворотное устройство, управляемое гидроцилиндром из кабины трактора, служит для установления угла атаки гребенки от 0 до 30°. Его можно изменять относительно направления движения агрегата, стимулируя скатывание камней вниз по склону.

Пружинные стойки прижимают гребенку к поверхности почвы, что обеспечивает постоянный зазор 50 мм между поверхностью поля и лемехом гребенки. Однокорпусный плуг по мере накопления камней нарезает канал для их утилизации. Он снабжен механизмом заглубления в почву, а также механизмом защиты при встрече со скрытым под почвой булыжником или скальным выступом [7].

Ширина захвата, угол поворота гребенки, глубина и ширина канала, высота гребенки, а также количество ярусных загонов регулируются в зависимости от засоренности и размера камней до начала работы агрегата.

Цель исследования – обосновать конструктивные параметры горного навесного камнеуборочного агрегата, позволяющего повысить продуктивность полей, снизить эрозию и другие деградационные процессы почвенного покрова, создать благоприятные условия для применения средств механизации на горных лугах и пастбищах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Стационарный опыт по испытанию опытного образца агрегата для удаления и

одновременной утилизации камней проводили в 2016–2019 гг. на южном склоне Даргавской котловины РСО – Алания (левый берег реки Гизельдон) на высоте 1650 м над уровнем моря под уклоном 12°.

Деградированное пастбище, покрытое мелкими и средними камнями, общей площадью 8760 м², разделили на 3 равнозначных участка по 2920 м², каждый из которых являлся повторностью. В свою очередь, каждый участок включал 3 опытные делянки (варианта) по 973 м² с разделительными полосами шириной 2 м. Всего 9 вариантов – по 3 в каждой повторности. Согласно схеме опыта, каждая вторая делянка опытного участка (варианты 2, 5, 8) была контрольной, где не проводили обработку агрегатом. Агрегат передвигался по опытному полю в трех сегментах, меняя направление, показанное по схеме опыта (рис. 2).

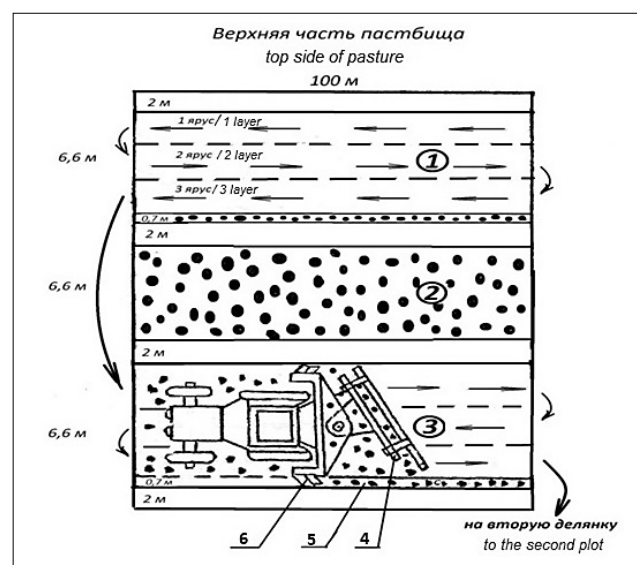


Рис. 2. Схема движения агрегата: 1, 2, 3 – загоны; 4 – подвижная рама с гребенкой; 5 – неподвижная рама с плугом; 6 – канал для утилизации камней

Fig. 2. The movement scheme of the machine: 1, 2, 3 – pens; 4 – movable frame with a comb; 5 – fixed frame with a plow; 6 – channel for stones disposal

В начале третьего сегмента плуг опускается на заданную глубину, образуя утилизационный канал шириной 35 см, в который поступает каменная масса, направленная гребенкой.

Весной, после полного просыхания пастбища, в стадии начала вегетации луговых трав измерили площадь соприкосновения с почвой свободно разбросанных мелких и средних камней диаметром 3–60 см, определили площадь засорения посредством подсчета делянок по 1 м², где камни находились по диагонали в количестве 3 шт. Засоренность камнями по мере расположения вариантов сверху вниз в среднем составила 37,2; 45,6 и 52,0% площади делянки [8].

Повышение уровня засоренности связано с тем, что в течение определенного времени животные при

горизонтальном передвижении по пастбищу сбивают копытами мелкие и средние камни, которые по инерции скатываются вниз по склону [9].

При челночном передвижении агрегата с верхнего варианта к нижнему трехъярусными сегментами гребенка шириной захвата 2,2 м сгребает камни вниз по склону в нарезаемый канал нижней части третьего сегмента, заранее рассчитанный по размерам камней, собранных с учетных делянок. Объемную массу определяли по разности вытесненной и оставшейся в емкости воды при загрузке в нее камней с учетной делянки.

Между лемехом гребенки и поверхностью горного участка имеется зазор. Помимо сгребания камней, агрегат во время перемещения по пастбищу равномерно распределяет оставшиеся экскременты животных. Органические питательные вещества необходимы для повышения продуктивности кормовых угодий [10].

В процессе исследований установлена положительная динамика изменения урожая и питательной ценности пастбищного корма после применения камнеуборочного агрегата [11]. Действие равномерно распределенного навоза и влагозадержания дало существенную достоверную прибавку урожая по сравнению с контролем, которая составляла 0,33-1,93 т/га. Кислотность почвы снизилась: уровень pH изменился с 4,8 до 5,1. Вследствие прорастания залежных, аборигенных семян бобовых трав на третий год наблюдений их доля в травостое увеличилась с 2,1-3,6% в контроле до 12,2-16,7% на опытных делянках. Содержание злаковых в травостое также повысилось – с 26,7 до 47,3%, возрос урожай сухой массы, сбор питательных веществ и накопление энергии корма [12]. Так, концентрация пастбищного корма увеличилась в среднем с 1047 до 3430 корм. ед. на 1 га; перевариваемого протеина – с 0,09 до 0,40 т, обменной энергии – с 11,58 до 40,50 ГДж.

Повышение продуктивности пастбищ в результате удаления и утилизации камней дало возможность увеличить нагрузку на 1 га пастбищ нагульного молодняка КРС с 1,1 до 3,6 гол., а высокая концентрация перевариваемого протеина и обменной энергии способствовали среднемесячному приросту живой массы – с 560 до 975 г. Эти изменения позволили за пастбищный период (120 дней) получить дополнительно 348 кг живой массы (421,9 кг в опытной группе, 73,9 кг – в контрольной), что при закупочной цене 265 руб./кг составило 92,22 тыс. руб.

Одним из важных параметров, влияющих на качество работы агрегата и его конструктивный вес, считается высота гребенки [4]. При малой высоте сгрудившиеся камни могут переваливаться через гребенку и засорять уже очищенное поле. А увеличение высоты гребенки приведет к утяжелению агрегата и повышению удельного давления опорных колес на тра-

вяной покров [13]. Поэтому предлагается определить необходимую высоту гребенки в зависимости от ширины ее захвата и степени засоренности поверхности поля камнями.

При этом груды камней, сгребаемых гребенкой вниз по склону в одновременно нарезаемый плугом канал, можно с некоторым приближением представить в виде пирамиды (o, c, o_1, d) (рис. 3). В ее основании находится прямоугольный равнобедренный треугольник (c, o_1, d), одним катетом которого является высота гребенки h , а другим – величина вылета камней на нижнем по склону поля обреза гребенки b . Принимаем $h = b$. Высоту пирамиды H определяем отрезком oo_1 . Она равна конструктивной ширине гребенки B_1 . Высоту гребенки выбираем из условия максимальной засоренности поля камнями $S_{\max}$, а утилизация камней в канал начинается при условии, что объем абстрагируемой пирамиды заполнился камнями, то есть $V_{\text{кам}} = V_{\text{пир}}$. Объем камней, собираемых с поверхности поля, необходимый для заполнения объема пирамиды, можно выразить как:

$$V_{\text{кам}} = \frac{P_{\text{кам}}}{\rho_{\text{кам}}} = \frac{S_{\max} \cdot S_{\text{пол}}}{\rho_{\text{кам}}} = \frac{S_{\max} \cdot B \cdot L}{\rho_{\text{кам}}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{кам}}$ – объем камней, необходимый для заполнения объема пирамиды, м^3 ;

$P_{\text{кам}}$ – масса камней, собранных гребенкой при проходе пути L , кг;

$\rho_{\text{кам}}$ – плотность камней фракции 60-200 мм, для сбора которых предназначен агрегат, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$S_{\max}$ – максимальная величина степени засоренности поверхности поля камнями, $\text{кг}/\text{м}^2$;

$S_{\text{пол}}$ – площадь очищенного поля, при которой выполняется условие $V_{\text{кам}} = V_{\text{пир}}$, м^2 ;

B – ширина захвата гребенки, м;

L – путь, пройденный гребенкой для сбора камней, объем которых равен объему пирамиды, м.

Объем пирамиды равен:

$$V_{\text{пир}} = \frac{S_{\text{осн}} \cdot H}{3}, \quad (2)$$

где $S_{\text{осн}}$ – площадь основания пирамиды, м^2 ;

H – высота пирамиды, м.

В нашем случае этот показатель равен (рис. 2):

$$V_{\text{пир}} = \frac{0,5h^2 \cdot B_1}{3}, \quad (3)$$

где h – высота гребенки, м,

B_1 – конструктивная ширина гребенки, м.

Приравняв правые части выражений (1) и (3) и сделав преобразования относительно h , получаем выражение для определения высоты гребенки:

$$h = \sqrt{\frac{6S_{\max} \cdot B \cdot L}{B_1 \rho_{\text{кам}}}}. \quad (4)$$

Сочетание уборки камней с их утилизацией в на-

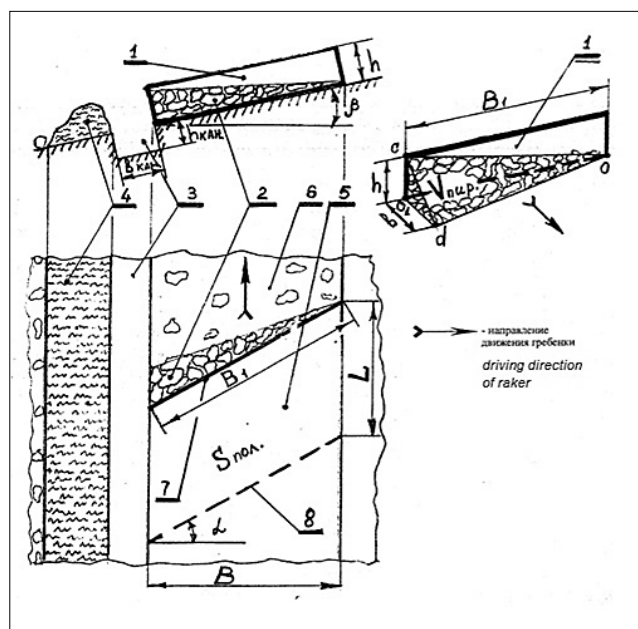


Рис. 3. Схема рабочего процесса гребенки: 1 – гребенка; 2 – камни; 3 – канал; 4 – брусстер почвы; 5 – поле очищенное; 6 – поле засоренное; 7 – положение гребенки после прохода пути L; 8 – положение гребенки до прохода пути L; B – ширина захвата гребенки; B₁ – конструктивная ширина гребенки; S_{пол.} – площадь очищенного поля; h – высота гребенки; h_{кан.} – высота канала; b – величина вылета камней; α – угол поворота гребенки; β – угол уклона пастбища

Fig. 3. Comb workflow diagram: 1 comb; 2 – stones; 3 – channel; 4 – the top soil; 5 – cleared field; 6 – clogged field; 7 – comb position after passing the path L; 8 – position comb to the passage of the path L; B – the comb width; B₁ – the structural comb width; S_{пол.} – cleared field area; h – comb height; h_{кан.} – channel height; b – the value of the stones flew out; α – the angle of comb rotation; β – pasture slope angle

резаемые каналы обеспечило не только увеличение полезной пастбищной площади, но и улучшило водно-воздушный режим почвы [14], экологическую обстановку в горной зоне, стимулируя дополнительную прибавку урожая [15].

Выводы. Применение камнеуборочного агрегата, разработанного сотрудниками СКНИИГПСХ ВНЦ РАН, позволяет очистить пастбища от 91-93% разбросанных мелких и средних камней, равномерно разравнивает навоз, оставленный животными. Камни утилизируются в каналы, которые служат фильтрами для сточных вод, обеспечивая водонасыщение нижележащим пастбищным угодьям. Установлено опытным путем, что конструктивные параметры горного навесного камнеуборочного агрегата позволяют повысить продуктивность полей и снизить эрозию горных участков.

Повышение полезной площади, улучшение водно-воздушного и питательного режимов способствовали повышению продуктивности пастбищ более чем в 3 раза.

В видовом составе кормовых трав доля бобовых возросла до 16,7%, злаковых – до 47,3%, что улучшило качество продукции.

Эти факторы способствовали увеличению площади пастбищ, повышению сбора экологически чистой продукции в 5,7 раза на общую сумму 92,22 тыс. руб./га.

Способ и малогабаритный многофункциональный агрегат для удаления камней со склонов лугов и пастбищ позволяют повысить продуктивность полей, снизить эрозию и другие деградационные процессы почвенного покрова и создать благоприятные условия для применения средств механизации на лугах и пастбищах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солдатов 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., Уртаев Т.А., Цгоев А.Э. Адаптивный энергосберегающий культиватор // *Сельский механизатор*. 2019. N2. С. 8-9.
3. Мирошников С.А., Сидоров Ю.Н., Докина Н.Н. Способ повышения питательности сена с естественного луга в зоне сухих степей Оренбургской области // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. N1(97). С. 136-140.
4. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Многофункциональный агрегат для улучшения горных лугов и пастбищ // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2016. Т. 53. N3. С. 103–111.
5. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А. Адаптивный энергосберегающий культиватор для обработки каменистых почв // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. Т. 9. N2. С. 28-32.
6. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // *Аграрный Вестник Урала*. 2018. N7(174). С. 3.
7. Кудзаев А.Б., Ридный С.Д., Ридный Д.С. Качество обработки пласта почвы рабочими органами машины для поиска крупных камней // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2018. Т. 55. N4. С. 186-198.
8. Мамиев Д.М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО-Алания // *Научная жизнь*. 2019. Т. 14. N9(97). С. 1396-1402.
9. Дзанагов С.Х., Бестаев В.В., Лазаров Т.К., Цуциев Р.А. Плодородие почв Северной Осетии-Алании // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 56. N2. С. 47-54.
10. Новоселов С.И., Кузьминых А.Н., Еремеев Р.В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота //

Плодородие. 2019. N6(111). С. 22-25.

11. Аканова Н.И., Визирская М.М. Эффективные агрохимические средства повышения рентабельности растениеводства // *Плодородие*. 2019. N2(107). С. 57-60.

12. Лысков А.В. Экономическая эффективность повышения продуктивности старосеяного сенокоса // *Кормопроизводство*. 2018. N9. С. 6-8.

13. 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.

14. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A.. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards. *Indian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. N2. 239-243.

15. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 658-666.

REFERENCES

1. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Sozдание vysokoproduktivnyh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Creation of highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus] // *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017. N54/3. 9-14 (In Russian).

2. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator [Adaptive energysaving cultivator]. *Rural machine operator*. 2019.N2. 8-9 (In Russian).

3. Miroshnikov S.A., Sidorov Yu.N., Dokina N.N. Sposob povysheniya pitatel'nosti sena s estestvennogo luga v zone suhih stepей orenburgskoy oblasti [A way to increase the nutritional value of hay from a natural meadow in the dry steppes of the Orenburg region]. *Bulletin of meat cattle breeding*. 2017. N1 (97). 136-140 (In Russian).

4. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Mnogofunkcional'nyy agregat dlya uluchsheniya gornyh lugov i pastbishch [Multifunctional unit for improving mountain meadows and pastures]. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016. N53/3. 103-111 (In Russian).

5. Kudzaev A.B., Urtaev T.A. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator dlya obrabotki kamenistyykh pochv [Adaptive energy-saving cultivator for processing stony soils]. *Agricultural Machines and Technologies*. 2015. N2. 28-32 (In Russian).

6. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Sposob vosstanovleniya gornyh kormovykh ugodiy [The method of restoration of mountain grassland]. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018. N7 (174). 3 (In Russian).

7. Kudzaev A.B., Ridny S.D., Ridny D.S. Kachestvo obrabotki plasta pochvy rabochimi organami mashiny dlya poiska krupnykh kamney [Quality of soil treatment by working bodies of a machine for searching for large stones]. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2018. N55/4. 186-198 (In Russian).

8. Mamiev D.M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zem-

ledeliya v RSO-Alaniya [Prospects for the development of biological farming in North Ossetia-Alania]. *Scientific life*. 2019. Vol. 14. N9(97). 1396-1402 (In Russian).

9. Dzanagov S.Kh., Bestaev V.V., Lazarov T.K., Tsutsiev R.A. Plodorodie pochv Severnoj Osetii-Alanii. [Soil fertility in North Ossetia-Alania]. *Bulletin of the Gorsky State Agrarian University*. 2019. N56/2. 47-54 (In Russian).

10. Novoselov S.I., Kuzminykh A.N., Ereemeev R.V. Plodorodie pochvy i produktivnost' sel'skhozaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot osnovnoj obrabotki i sevooborota [Soil fertility and crop productivity depending on the main cultivation and crop rotation]. *Fertility*. 2019. N6(111). 22-25 (In Russian).

11. Akanova N.I., Vizirskaya M.M. Effektivnye agrokhimicheskie sredstva povysheniya rentabel'nosti rastenievodstva [Effective agrochemical means of increasing the profitability of crop production]. *Fertility*. 2019. N2(107). 57-60 (In Russian).

12. Lysikov A.V. Ekonomicheskaya effektivnost' povysheniya produktivnosti staroseyanogo senokosa [Economic efficiency of increasing the productivity of old-sown haymaking]. *Forage Production*. 2018. N9. 6-8 (In Russian).

13. 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).

14. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards. *Indian Journal of Ecology*. 2017. V. 44. No.2.Pp. 239–243 (In English).

15. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 658–666 (In English).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.01.2020
The paper was submitted
to the Editorial Office on 09.01.2020

Статья принята к публикации 15.04.2020
The paper was accepted
for publication on 15.04.2020