

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК. 631.3

DOI: 10.26897/2687-1149-2021-6-26-31

**УЛУЧШЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ГОРНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ МЕТОДОМ ЩЕЛЕНИЯ**

**ДЖИБИЛОВ СЕРГЕЙ МАЙРАМОВИЧ**, канд. техн. наук,  
заведующий лабораторией механизации сельскохозяйственного производства  
<https://orcid.org/0000-0003-3597-0720>

**ГУЛУЕВА ЛЮДМИЛА РОМАНОВНА**, ведущий конструктор лаборатории механизации  
сельскохозяйственного производства

[luda\\_gulueva@mail.ru](mailto:luda_gulueva@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1089-3688>

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра РАН; 363110, Российская Федерация, РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1

**Аннотация.** В статье проведено исследование лабораторного образца маневренного агрегата для щеления горных лугов и пастбищ. Его конструкция адаптирована для работ в горном агроландшафте с деградированными почвами с уклоном обрабатываемых участков до 15°. Объектом исследования технического решения являются конструктивные, технологические, эксплуатационные и агротехнические параметры лабораторного образца, а также графоаналитическое обоснование рабочего процесса щеления на склоне. Техническая экспертиза лабораторного образца машины проведена в с. Даргавс РСО-Алания на высоте 1540 м над уровнем моря с крутизной склона до 15°. Определение показателей условий испытаний и функциональных показателей работы произведено по ГОСТ 33687-2016. Изготовлен лабораторный образец щелереза для горной зоны с обратным (тупым) углом вхождения в почву, смонтированный на базе минитрактора «Феншоу-180». Разработана оптимальная схема расстановки рабочих органов щелереза, обоснованы технология его движения по склону и конструкция рабочих органов, обеспечивающих расстояние между щелями 1000 ±5 мм, глубину нарезки щелей 200...220 мм, ширину щели 10...30 мм ±5 мм. Разработанный образец агрегата для щеления горных лугов и пастбищ позволит улучшить влаго- и воздухообеспечение нижних слоев почвы, снизить деградационные процессы склоновых участков, повысить производительность труда, экологическую устойчивость и эффективность лугопастбищного хозяйства.

**Ключевые слова:** агрегат, щеление, склоны, деградация почв, восстановление почв, луга, пастбища.

**Формат цитирования:** Джигбилов С.М., Гулуева Л.Р. Улучшение деградированных горных агроландшафтов методом щеления // Агроинженерия. 2021. № 6(106). С. 26-31. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-26-31>.

© Джигбилов С.М., Гулуева Л.Р., 2021



## ORIGINAL PAPER

**IMPROVING DEGRADED AGRICULTURAL MOUNTAIN LANDSCAPES BY THE SLITTING METHOD**

**SERGEY M. DZHIBILOV**, PhD (Eng), Head of the Laboratory of Agricultural Mechanization

<https://orcid.org/0000-0003-3597-0720>

**LYUDMILA R. GULUEVA**, Lead Designer, the Laboratory of Agricultural Mechanization

[luda\\_gulueva@mail.ru](mailto:luda_gulueva@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1089-3688>

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

**Abstract.** The article examines a laboratory sample of a maneuverable unit for slitting mountain meadows and pastures. Its design is adapted for work in a mountainous agricultural landscape with degraded soils having a slope of cultivated areas up to 15°. The study object is the structural, technological, operational, and agrotechnical parameters of the laboratory sample and the graphic-analytical rationalization of the working process of slitting on the slope. The technical tests of the laboratory model were carried out in Dargavs, RNO-Alania, at an altitude of 1540 meters above sea level with a slope steepness of up to 15°. The authors determined the indicators of test conditions and functional operation in accordance with GOST 33687-2016. The laboratory sample of a slitter (paraplow) mounted on the “Fenshaw-180” mini-tractor was adapted to a mountain zone with a reverse (obtuse) angle of penetration into the soil. The authors offer an optimal scheme for the arrangement of the working tools of the slitter. They determined the technology of its traveling along the slope and the design of the working tools providing the distance

between the slits of  $1000 \pm 5$  mm, the slitting depth of 200...220 mm, the slit width of  $10...30 \text{ mm} \pm 5$  mm. The considered sample of the unit for slitting mountain meadows and pastures will improve the moisture and air supply of the lower soil layers; reduce the degradation processes of slope areas, increase labor productivity, environmental sustainability, and grassland farming efficiency.

**Key words:** unit, slitting (paraplowing), slopes, soil degradation, soil restoration, meadows, pastures.

**For citation:** Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Improving degraded agricultural mountain landscapes by the slitting method. *Agricultural Engineering*, 2021; 6 (106): 26-31. (In Rus.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-26-31>.

**Введение.** На горных лугах и пастбищах под действием различных природных процессов происходит водная и ветровая эрозия почв. 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 работ на склонах до  $15^\circ$ .

Одной из операций для улучшения водно-воздушного режима почвы является щелевание [1], которое уменьшает смыв почвы, улучшает влагообеспеченность растений, изменяет видовой состав травостоя и значительно повышает урожайность кормовых угодий.

Щелевание на равнинных почвах способствует созданию более рыхлого слоя почвы по всей глубине. Однако в горных условиях щелевание почвы проводится поперек склонов. Помимо этого, оно способствует задержанию сточных вод и улучшению экологической устойчивости склоновых земель за счет предотвращения образования вдоль склона сквозных промоин (овражков) от водной эрозии [2].

Особенность щелевания на склонах горных участков лугов и пастбищ заключается в том, чтобы воздействие рабочего органа на почву образовывало щель без нарушения его кромок. Известные щелеватели при использовании в горной зоне поднимают дернину, рвут ее и не могут обеспечить необходимый уровень работ согласно агротехническим требованиям. Поэтому возникла необходимость создания малогабаритного агрегата для щадящего щелевания в горной и предгорной зонах, включающая в себя нарезки водопоглощающих щелей на склонах [3].

**Цель исследований:** разработать лабораторный образец маневренного агрегата для щелевания горных лугов и пастбищ, который обеспечивает улучшение влаго- и воздухообеспечение нижних слоев почвы, снижение деградационных процессов склоновых участков, повышает производительность труда, экологическую устойчивость, эффективность лугопастбищного хозяйства и улучшает фитосостав травостоя.

Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи:

- произведен поиск технического решения;
- разработаны конструкция и технологическая схема работы лабораторного образца машины;
- разработана проектно-техническая документация на лабораторный образец для щелевания горных лугов и пастбищ;
- изготовлен лабораторный образец агрегата для щелевания горных лугов и пастбищ;
- разработаны техническое задание (ТЗ), технические условия на изготовление (ТУ), агротехнические требования к лабораторному образцу агрегата для щелевания горных лугов и пастбищ (АГТ);
- проведены полевые испытания лабораторного образца агрегата.

**Материалы и методы.** Техническая экспертиза лабораторного образца машины для щелевания горных лугов и пастбищ проведена на горном стационаре с. Даргавс в соответствии с ОСТ 10.2.1-2000 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки функциональных показателей. Минсельхозпрод. России», включающим в себя техническое описание и инструкцию по эксплуатации согласно техническому заданию (ТЗ) и агротехническим требованиям (АГТ).

Испытание и определение функциональных показателей работы лабораторного образца агрегата для щелевания различных типов произведены по ГОСТ 33687-2016 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний» и ГОСТ 33736-2016 «Техника сельскохозяйственная. Машины для глубокой обработки почвы. Методы испытаний» [4].

Для проведения испытаний машин подобран типичный для почвенно-климатической зоны участок, соответствующий требованиям ТЗ (ТУ). Его размеры обеспечивали проведение работ на всех запланированных режимах.

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

Высоту растительных и пожнивных остатков измеряли от поверхности почвы до их верхней части на пяти учетных площадках размером  $1 \times 1$  м, расположенных по диагонали участка. На каждой учетной площадке проводили не менее 10 измерений. Погрешность измерений составила  $\pm 1$  см. Засоренность участка камнями определяли на пяти учетных площадках размером  $1 \times 1$  м, расположенных по диагонали участка. Почву на этих площадках перекапывали на глубину обработки, извлекали и учитывали все камни размером более 30 мм. Измерение проводили по наибольшему поперечнику камня, вычисляли средний размер (диаметр) камня и число камней на  $1 \text{ м}^2$  с округлением до целого числа. Погрешность измерений составила  $\pm 1$  мм [6].

Испытания агрегата 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. Показатели качества выполнения технологического процесса определяли на максимально возможной скорости движения, обеспечивающей соответствие этих показателей требованиям ТЗ (ТУ) и ГОСТ 33687-2016. Данный режим является оптимальным.

Скорость движения агрегата  $V$ , км/ч, вычисляли по формуле:

$$V = L / t,$$

где  $L$  – длина учетной делянки, м;  $t$  – время прохождения учетной делянки, с.

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. Для этого перед учетным проходом агрегата устанавливали 25 кольев на расстоянии от обреза стенки борозды, равном ширине захвата плюс 1 м. После учетного прохода агрегата проведены измерения от каждого кольешка до обреза борозды. Число измерений – не менее 25. Погрешность измерений составила  $\pm 1$  см.

Рабочую ширину захвата вычисляли по разнице измерений до прохода и после прохода агрегата. Глубину обработки почвы щелерезами измеряли шуп-линейкой. Погрешность измерения глубины составила  $\pm 1$  см.

Допускается определять глубину обработки методом поперечного и продольного профилирования [7]. Измерения проводились по следу рабочего органа с интервалом 1 м по ходу движения машины.

Для поперечного профилирования на каждом учетном участке перед проходом машины вбивали две опорные стойки, на которые горизонтально устанавливали координатную рейку или профилограф, перпендикулярно направлению движения машины. Горизонтальность рейки проверяли по уровню. Расстояние от поверхности поля до верхней стороны рейки измеряли по всей ширине захвата машины с интервалом 10 см. Погрешность измерений составила  $\pm 1$  см.

Продольное профилирование определяли по ходу движения машины. Для этого перед проходом машины устанавливали горизонтально рейку (по уровню) длиной 3...6 м. Один конец устанавливали на рейке поперечного профилирования, а второй – на вспомогательной рейке, помещенной на двух опорных стойках. После этого снимали продольный профиль до прохода машины. Делали отметки на вспомогательной и поперечной рейках, чтобы после прохода машины установить их в первоначальное положение. Затем рейки убирали, а кольешки оставляли на месте.

После прохода машины рейки вновь устанавливали горизонтально и снимали профиль поверхности и дна обработанного слоя. Измерения проводили по всей длине координатной рейки с интервалом 10 см. Измеряли вертикальные расстояния от дна борозды до верхней стороны рейки. Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих соответствующую погрешность измерения [8].

Характеристику щели при испытании щелерезов определяли в четырехкратной повторности: две – по ходу движения; две – обратно. Проводили измерение глубины, ширины щели и расстояния между щелями. Ширину щели определяли на глубине 5 см. Измерения проводили с помощью линейки и специального шупа с погрешностью  $\pm 1$  см. Число измерений в каждой повторности составляло не менее 10.

Залипание почвой и забивание пожнивными и растительными остатками рабочих органов машины определяли при условии нарушения выполнения технологического процесса при эксплуатационно-технологической оценке [9].

Степень залипания почвой рабочих органов и забивания пожнивными и растительными остатками определяли визуально. Различают три степени залипания (забивания) рабочих органов:

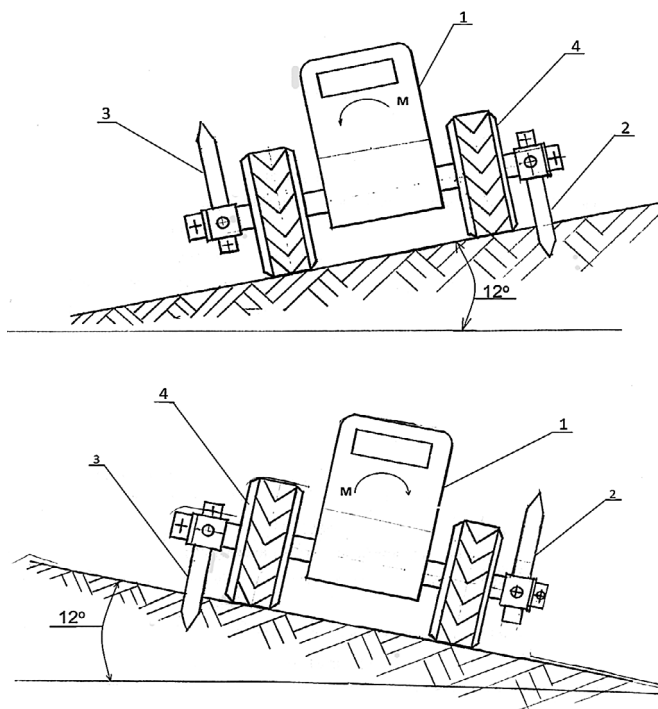
- частичное, когда налипшая почва и забивание пожнивными и растительными остатками занимают до 40% от общей поверхности рабочего органа;

- среднее налипание (забивание) – свыше 40% и до 60%;  
- полное залипание (забивание) – свыше 60%.

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

*Графоаналитическое обоснование процесса щелевания на склоне.* Для снижения деградационных процессов на склонах лугопастбищного участка, а также для обеспечения влагой нижних слоев почвы щели на участке необходимо нарезать поперек склона. При движении агрегата поперек склона на него воздействует сила тяжести, которая способствует сползанию его вниз по склону [11].

Для уменьшения процесса сползания агрегата предлагается сместить реакцию рабочего органа щелевателя от оси агрегата таким образом, чтобы эта реакция способствовала стабилизации движения агрегата поперек склона без отклонения от азимута движения (рис. 1). Из схемы (рис. 1) следует, что работающий щелерез должен располагаться на той стороне агрегата, которая ближе к вершине склона.



**Рис. 1. Схема положения рабочих органов агрегата при его работе на склоновых землях:**

1 – трактор «Феншоу-180»; 2 – щелерез правый;  
3 – щелерез левый; 4 – склон с уклоном до  $15^\circ$

**Fig. 1. Diagram of positioning the working tools of the unit during its operation on sloping lands:**

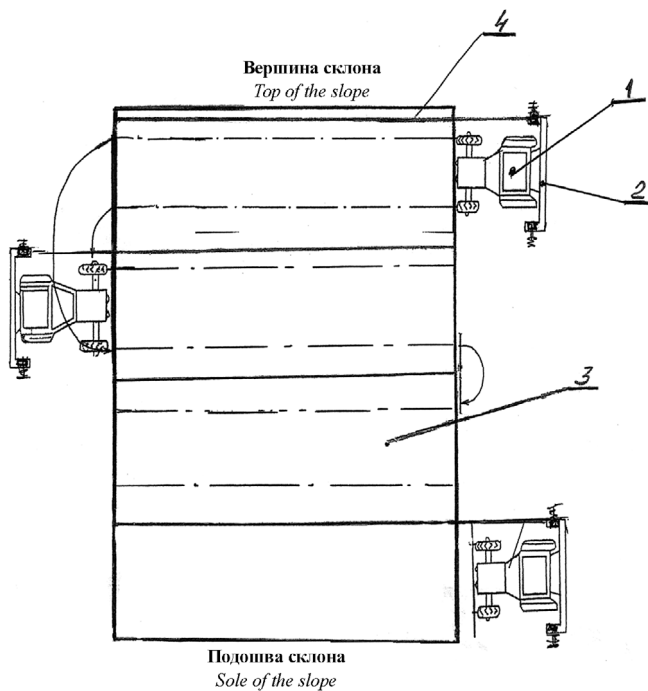
1 – “Fenshaw-180” tractor; 2 – right-hand slit;  
3 – left-hand slit; 4 – slope with an inclination of up to  $15^\circ$

Очевидно, что 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 при эксплуатации изготовленного агрегата [12].

Предлагается организация движения агрегата по склону лугопастбищного участка предлагается от вершины участка к его подошве согласно схеме, представленной на рисунке 2.



**Рис. 2. Схема движения лабораторного образца агрегата на склоне 15° для нарезки щелей на склоновых участках горной и предгорной зон Северного Кавказа:**

- 1 – трактор «Феншоу-180»;  
2 – лабораторный образец агрегата для щелевания;  
3 – обрабатываемый участок; 4 – нарезаемая щель

**Fig. 2. Travel diagram of the laboratory sample of the unit on the slope of 15° for cutting slits in the slope areas of the mountain and foothill zones of the North Caucasus:**

- 1 – “Fenshaw-180 tractor”;  
2 – laboratory sample of the slitting unit;  
3 – area to be processed; 4 – slit to be cut

**Результаты исследований.** Согласно графоаналитическим и теоретическим предпосылкам исследования процесса щелевания на горных лугах и пастбищах, обоснования технологии рабочего процесса агрегата и конструкции его рабочих органов, узлов, с учетом агротехнических требований к ним, группой механизации разработана проектно-техническая документация на лабораторный образец агрегата для нарезки щелей на склонах лугопастбищных участков.

По проектно-технической документации в условиях экспериментальной мастерской Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства был сконструирован и изготовлен лабораторный образец согласно тематическому плану 2019 г. (рис. 3).



**Рис. 3. Лабораторный образец агрегата для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ:**

- 1 – рама агрегата;  
2 – рабочий орган щелереза в рабочем состоянии;  
3 – рабочий орган щелереза в транспортном состоянии;  
4 – минитрактор «Феншоу-180»

**Fig. 3. Laboratory sample of the unit for slitting degraded mountain meadows and pastures:**

- 1 – frame of the unit;  
2 – working tool of the slitter in the operating position;  
3 – the working tool of the slitter in the travel position;  
4 – the “Fenshaw –180” minitractor

Рабочие ножи щелереза закреплены на раме агрегата к пружинистым стойкам «Viderstadt», конструкция и материал которых позволяют рабочему органу щелевателя беспрепятственно обходить встречный камень или скальный выступ [13, 14].

Лабораторный образец агрегата для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ работает следующим образом. Нарезание щелей начинается с вершины обрабатываемого склонового участка, справа налево (рис. 2) [16]. При этом работает рабочий орган, расположенный ближе к вершине склона. При движении в обратном направлении, слева направо, включается в работу рабочий орган, левый по ходу движения агрегата и расположенный в данном случае ближе к вершине склона. В результате за счет реакции сопротивления рабочего органа щелереза обеспечивается стабилизация всего агрегата, облегчается его управление и происходит снижение энергозатрат при работе щелереза на склоновых участках горных лугов и пастбищ [17].

Показатели работы агрегата зависят от правильной установки рамы агрегата на минитракторе «Феншоу-180» и регулировки необходимой глубины нарезки щелей. Поэтому в процессе работы постоянно контролируются качество работы агрегата и крепление узлов и деталей. Перед началом процесса должна быть отрегулирована глубина хода рабочих органов щелереза с соблюдением необходимого расстояния между щелями и глубины нарезания щелей.

Поле для нарезки щелей готовится заблаговременно: скашивается или стравливается овцам, удаляются камни размером более 50 мм, кочки и кустарники [15]. Далее выбираются направление нарезки щелей и способ движения агрегата, намечаются места разворота агрегата и загоны.

При определении показателей условий испытаний среднеарифметическое значение высоты растительных и пожнивных остатков колебалось в пределах 6,67...7,37 см; средний размер камня – от 42,5 до 48 мм.

Среднеарифметическое значение рабочей ширины захвата щелевателя при движении «Ход прямо» менялось от 2,51 до 3,990 см, при движении «Ход обратно» от 2,336 до 3,487 см (при допустимых значениях 5,00). При определении рабочих характеристик нарезаемой щели среднеарифметическое значение глубины, ширины и расстояния между щелями при «ходе прямо (по ходу движения)» составляло 21,4; 9,8; 105,8 см, при «ходе обратно» – соответственно 21,55; 10,7; 106,9 см.

Основные параметры расстановки рабочих органов щелереза при движении по склону:

- расстояние между щелями поперек склона  $1000 \pm 5$  мм;
- глубина нарезки щелей – 200...220 мм;
- ширина щели –  $10...30$  мм  $\pm 5$  мм.

### 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, № 3. С. 9-14.
2. Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89, № 5. С. 527-531. <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895527-531>
3. Кудзаев А.Б., Коробейник И.А. Совершенствование культиватора растениепитателя для работы на каменистых почвах // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 1. С. 26-29.
4. Герасименко И.В., Потешкин К.С. Определение конструктивно-режимных параметров модернизированного щелевателя // Молодой ученый. 2012. № 12. С. 39-43.
5. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Функциональные возможности опытного агрегата для внесения в почву водных растворов удобрений // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 6. С. 16-21.
6. Кудзаев А.Б., Коробейник И.А., Уртаев Т.А. и др. Пропахной культиватор для каменистых почв // Сельский механизатор. 2020. № 4. С. 10-11.
7. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E. et al. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2017; 8 (11): 714-720.
8. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А. Адаптивный энергосберегающий культиватор для обработки каменистых почв // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 2. С. 28-32.
9. 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.
10. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Механизированный способ удаления и утилизации камней на горных склонах // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14, № 2. С. 23-28. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2020-14-2-23-28>
11. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E. et al. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2017; 8 (11): 658-666.

Степень залипания почвой рабочих органов и забивания пожнивными и растительными остатками определялась визуально.

### Выводы

Агрегат для щелевания деградированных горных лугов и пастбищ позволяет предотвратить дальнейшее разрушение горных лугов и пастбищ и обеспечить ускоренное их восстановление, увеличить урожайность и качество кормовых угодий, повысить противоэрозионную устойчивость агроландшафтов. Применение агрегата позволит также осуществить противоэрозионную регулируемую мозаичность травостоя горных лугов и пастбищ на склонах до  $15^\circ$ , вдоль склонов предотвратит прямые промоины от талых вод и дождевых потоков.

### References

1. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Sozдание vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Creation of highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017; 54(3): 9-14. (In Rus.)
2. Savchenko I.V. Resursosberegayushchee ekologicheski chistoe rastenievodstvo dlya polucheniya produktsii vysokogo kachestva [Resource-saving ecologically clean plant growing for obtaining high quality products]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*, 2019; 89(5): 527-531. <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895527-531> (In Rus.)
3. Kudzaev A.B., Korobeinik I.A. Sovershenstvovanie kul'tivatora-rasteniepitatelya dlya raboty na kamenistykh pochvakh [Improving the cultivator – plant feeder for operation on stony soils]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2014; 1: 26-29. (In Rus.)
4. Gerasimenko IV, Poteshkin KS. Opredelenie konstruktivno-rezhimnykh parametrov modernizirovannogo shchelvevatylya [Determination of the design and operating parameters of the modernized slitter]. *Molodoy ucheniy*, 2012; 12: 39-43. (In Rus.)
5. Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Funktsional'nye vozmozhnosti opytnogo agregata dlya vnesheniya v pochvu vodnykh rastvorov udobreniy [Functional capabilities of the experimental unit for introducing aqueous solutions of fertilizers into the soil]. *Traktory i sel'khomashiny*, 2017; 6: 16-21. (In Rus.)
6. Kudzaev A.B., Korobeinik I.A., Urtaev T.A., Tsgoev D.V. Propashnoy kul'tivator dlya kamenistykh pochv [Row-crop cultivator for stony soils]. *Sel'skiy mekhanizator*, 2020; 4: 10-11.
7. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E. et al. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2017; 8 (11): 714-720.
8. Kudzaev A.B., Urtaev T.A. Adaptivniy energosberegayushchiy kul'tivator dlya obrabotki kamenistykh pochv [Adaptive energy-saving cultivator for cultivating stony soils]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2015; 2: 28-32. (In Rus.)
9. Dzhobilov S.M., Gulueva L.R., Bestaev S.G. Sposob poverkhnostnogo uluchsheniya gornykh lugov i pastbishch [Method of surface improvement of mountain meadows and pastures].

12. Kudzaev A.B., Tsgoev D.V., Korobeinik I.A. et al. Some plough section parameters to subdue rough land. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018; 9 (10): 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, № 3. С. 136-144.

14. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // Аграрный вестник Урала. 2018. № 7 (174). С. 3.

15. Угорец В.И., Албегонова Р.Д. Использование горных пастбищ – основа получения экологически безопасной животноводческой продукции // Горное сельское хозяйство. 2018. № 1. С. 105-116. <https://doi.org/10.25691/GSH.2018.1.022>

16. Малогабаритный агрегат-окучник (КЧГ-О-2,4): патент на изобретение RU2320107 C1, 27.03.2008. Заявка № 2006130342/11 от 22.08.2006 // Л.Р. Гулуева, С.М. Джибилов, И.Х. Бидеева, С.И. Бидеев, Т.С. Абиева. Бюл. № 9. 5 с.

17. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Бестаев С.Г. и др. Технология и средства механизации для плодopитомников горной и предгорной зон Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51, № 2. С. 146-152.

*Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013; 50(1): 171-174. (In Rus.)

10. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Mekhanizirovanniy sposob udaleniya i utilizatsii kamney na gornyykh sklonakh [Mechanized way of removing and utilizing stones on mountain slopes]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2020; 14(2): 23-28. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2020-14-2-23-28> (In Rus.)

11. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E. et al. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2017; 8 (11): 658-666.

12. Kudzaev A.B., Tsgoev D.V., Korobeinik I.A. et al. Some plough section parameters to subdue rough land. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018; 9 (10): 1421-1429.

13. Kudzaev A.B., Tsgoev D.V. Dinamika protsessa obkhoda prepyatstviya seksiei pluga s pnevmaticheskim predokhranitelem [Dynamics of overcoming an obstacle by a plow section with a pneumatic safety device]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017; 54(3): 136-144. (In Rus.)

14. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Sposob vosstanovleniya gornyykh kormovyykh ugodiy [Method for the restoration of mountain forage lands]. *Agrarniy vestnik Urala*, 2018; 7 (174): 3. (In Rus.)

15. Ugorets V.I., Albegonova R.D. Ispol'zovanie gornyykh pastbishch – osnova polucheniya ekologicheskii bezopasnoy zhivotnovodcheskoy produktsii [Use of mountain pastures as the basis for obtaining ecologically safe livestock products]. *Gornoye sel'skoye khozyaystvo*, 2018; 1: 105-116. <https://doi.org/10.25691/GSH.2018.1.022> (In Rus.)

16. Gulueva L.R., Dzhibilov S.M., Bideeva I.Kh. et al. Malogabaritniy agregat-okuchnik (KCHG-O-2,4) [Small-sized unit-hiller (KCHG-O-2,4): patent for invention RU2320107 C1, 03/27/2008. Appl. No. 2006130342/11, 2006. (In Rus.)

17. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Bestaev S.G., Badtieva Z.S. Tekhnologiya i sredstva mekhanizatsii dlya plodopitomnikov gornoy i predgornoy zon Severnogo Kavkaza [Technology and means of mechanization for fruit nurseries in the mountain and foothill zones of the North Caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014; 51(2): 146-152. (In Rus.)

### Критерии авторства

Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 25.05.2021

Одобрена после рецензирования 06.10.2021

Принята к публикации 08.10.2021

### Contribution

S.M. Dzhibilov, L.R. Gulueva performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. S.M. Dzhibilov, L.R. Gulueva 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 paper was received 25.05.2021

Approved after reviewing 06.10.2021

Accepted for publication 08.10.2021