

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-295013>

Оригинальное исследование



# Малогабаритный агрегат для восстановления травостоя на горных лугах и пастбищах

И.Э. Солдатов, Л.Р. Гулуева

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, Михайловское, Республика Северная Осетия–Алания, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Представлены результаты НИОКР на лабораторный образец агрегата для подсева семян трав на горных склонах, который может повысить производительность труда и продуктивность горных кормовых угодий на 20–25%.

**Цель исследований** — разработать лабораторный образец блок-модуля на базе мини-трактора *Feng Shou 180* для поверхностного подсева семян трав, обеспечивающего ускоренное повышение урожайности многолетних трав и устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

**Методы и средства.** Техническая экспертиза и испытания агрегата и технологии проводили в горной зоне Республики Северная Осетия – Алания (Даргавская котловина, опорный пункт Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства — СКНИИГПСХ) на высоте 1540 метров над уровнем моря. Определены показатели условий испытаний и функциональных показателей работы агрегата по стандарту отрасли ОСТ 10.5.1-2000. Провели техническую экспертизу агрегата согласно по ОСТ 10.2.1-97. Поверхностное внесение семян трав проводилось согласно ГОСТ 31345-2017. Предметом исследований являлись: технология подсева семян трав, конструкция агрегата и рабочие органы, маятниковые высевальные аппараты, нормы и способ высевки семян.

**Результаты.** Разработан и изготовлен лабораторный образец малогабаритного агрегата на базе мини-трактора *Feng Shou 180* для поверхностного подсева семян трав. Блок-модуль представляет собой навесную конструкцию с двухрядным расположением емкостей для семян трав, с маятниковыми высевальными аппаратами. В конструкции малогабаритного горного агрегата предусмотрено движение поперек склона, сверху вниз челночным способом с прикатыванием высеванных семян прикатывающими катками. Травы подсевали на изреженном участке северного склона крутизной 13–16 градусов в местности «Сугсадтанраг».

**Выводы.** Практическое применение малогабаритного агрегата на базе мини-трактора *Feng Shou 180* для поверхностного подсева семян трав с последующим их прикатыванием на участках в горной и предгорной зон обеспечит снижение деградационных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности, качества и количества многолетних трав, улучшает устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

**Ключевые слова:** блок-модуль; семена; подсев; горы; склоны; мини-трактор; травосмеси; многолетние травы; луга; пастбища.

## Как цитировать:

Солдатов И.Э., Гулуева Л.Р. Малогабаритный агрегат для восстановления травостоя на горных лугах и пастбищах // Тракторы и сельхозмашины. 2023. Т. 90, № 3. С. 207–215. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-295013>

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-295013>

Original Study Article

# Small-sized unit for the restoration of herbage in mountain meadows and pastures

Irina E. Soldatova, Ludmila R. Gulueva

North Caucasian Research Institute of Highland and Piedmont Agriculture of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoe, Republic of North Ossetia–Alania, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The results of R&D for the laboratory prototype of the unit for grass seeds oversowing on mountain slopes, which can increase labor efficiency and mountain forage lands yield by 20–25%, are presented.

**AIMS:** The developed laboratory prototype of a block module based on the *Feng Shou 180* mini-tractor for surface oversowing of grass seeds, providing with an accelerated increase in the yield of perennial grasses and soil resistance to water and wind erosion.

**METHODS:** Technical expertise and testing of the unit and technology were carried out in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia–Alania (Dargava basin, the base station of the Institute) at an altitude of 1540 meters above sea level. The indicators of the test conditions and functional performance of the unit were determined according to the OST 10.5.1–2000 industry standard. Technical examination of the unit was carried out according to the OST 10.2.1–97. Surface sowing of grass seeds was carried out according to GOST 31345–2017. The subject of research included the technology of grass seeds oversowing, the design of the unit and working bodies: pendular sowing machines, seeding rates and method of sowing.

**METHODS:** The laboratory prototype of the small-sized unit based on the *Feng Shou 180* mini-tractor for surface oversowing of grass seeds has been developed and manufactured. The block module is a hinged structure with a two-row arrangement of containers for grass seeds and with pendular sowing machines. In the design of the small-sized mountain unit, motion across the slope from top to bottom is performed with a shuttle method with rolling of the sown seeds by press wheels. The grass was oversown on a rarefied section of the northern slope with a slope angle of 13–16° on the “Sugsadtnrag” terrain.

**CONCLUSIONS:** The practical application of the small-sized unit based on the *Feng Shou 180* mini-tractor for surface oversowing of grass seeds with their subsequent pressing in areas in highland and piedmont areas ensures detaining of degradation processes of slope areas, accelerated increase in yield, quality and quantity of perennial grasses, improves soil resistance to water and wind erosion.

**Keywords:** block module; seeds; oversowing; mountains; slopes; mini-tractor; grass mixtures; perennial grasses; meadows; pastures.

## To cite this article:

Soldatova IE, Gulueva LR. Small-sized unit for the restoration of herbage on mountain meadows and pastures. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(3):207–215. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-295013>

Received: 27.02.2023

Accepted: 01.06.2023

Published online: 15.07.2023

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время почвы горных участков Северного Кавказа не соответствуют потенциальным возможностям этой территории, несмотря на богатство естественных биологических ресурсов, способных обеспечить развитие сельскохозяйственного производства зоны [1].

Луга и пастбища, несмотря на специфические особенности (крутые склоны, сильная каменистость, малая мощность гумусового горизонта, кислотность почвенного раствора и др.), а также климатические условия, такие как: резкая смена температуры воздуха в течение любого времени, неустойчивый водно-воздушный режим, всегда были и будут надежным источником производства высокопитательных и дешевых кормов, при правильном уходе, для круглогодичного содержания животных в горах. Площадь сенокосов и пастбищ горной зоны Республики Северная Осетия (РСО)-Алания составляет 121,8 тыс. га. Однако, отсутствие регулярного ухода и бессистемное использование природных кормовых угодий обуславливают низкую урожайность (45 ц/га сухой массы) и вызывают деградацию травостоев. Это не только сдерживает развитие животноводства, но и разрушает всю экосистему, нанося непоправимый ущерб экологическому состоянию горных ландшафтов.

Кормовые угодья, близлежащие к поселениям горцев, легкодоступные для бродячего скота, перегружаются, подвергаясь физической деградации, выбиванию дернины, распылению почвы. На некоторых горных участках смыв почвы на один гектар может достигать 500—900 м<sup>3</sup> при минимальных допустимых нормах 2–3 м<sup>3</sup>/га в год. Почвы горных территорий Северного Кавказа, составляющие около 300 тысяч км<sup>2</sup>, истощаются, ежегодно теряя в среднем, до 80 тыс. т азота, 18–20 тыс. т фосфора и около 70 тыс. т. Подобные негативные процессы наблюдаются, в основном, в нижних частях склоновых участков, особенно на южных и юго-восточных экспозициях лугостепных и субальпийских поясов. Здесь в результате перегрузки скотом копытами животных выбивается дернина. При ее отсутствии почва выплескивается из образовавшихся тропинок с дождевой каплей. При чрезмерной нагрузке пастбища тропинки смыкаются и начинается поверхностный сток, который часто завершается разрушением почвы до плотной горной породы, после чего эти участки надолго исключаются из сельскохозяйственного использования [2, 3].

Единственный природный фактор, который противостоит разрушительному воздействию прогрессирующего деградационного процесса – это растительность, важная часть горной экосистемы, которая принимает на себя все стрессовые природно-климатические и антропогенные воздействия. Но, без поддержки человека горная экосистема постепенно разрушается, что ведет к глобальной катастрофе [4].

Для предотвращения подобной проблемы необходимо обеспечить проведение мероприятий, способствующих формированию высокопродуктивного травостоя и позволяющих целенаправленно решать задачи по стабилизации экологической структуры горных агроэкосистем.

Одно из эффективных мероприятий по такому улучшению – подсев семян многолетних трав на сильно выбитых пастбищах, где летом и зимой концентрируется основное поголовье скота. Такие возможные операции, как щелевание и внесение удобрений, в горах не приводят к необходимому уровню нормального травостоя, предотвращающего поверхностный сток и смыв почвы. В горных условиях подсев семян трав усложняется специфическими факторами ландшафта: мелкоконтурностью, склоновостью рельефа. Все эти факторы затрудняет применение специализированной серийной техники. В большинстве случаев подсев трав в дернину природных лугов без предварительной ее обработки оказывается малоэффективным, так как незаделанные семена не дают всходов или же всходы гибнут, не выдерживая конкуренции с естественными травами в борьбе за питательную среду.

Благоприятные условия для приживания семян достигаются подсевом семян на оголенные участки и последующим их прикатыванием. По результатам проведенных исследований мы составили классификацию условий, требующих улучшения горных пастбищ:

- травостой из плохо поедаемых или ядовитых растений;
- после сбора камней, на оголившуюся почву;
- после удаления кочек или кустарников;
- после удаления сорных растений;
- выродившиеся и изреженные травостои;
- по участкам выбоин от прохода скота или техники;
- после деградации травостоя под воздействием природных факторов (кислотный дождь, сели, смыв водным потоком, ветровая эрозия, оседание облака вредных выбросов предприятий, нанос грунта и т.д.);
- мощный травостой из малоценных трав, после интенсивного стравливания овцами.

Из классификации видно, что необходимость подсева семян трав может быть техногенного и природного происхождения.

Самое необходимое в горной местности – это решить проблему кормов, снизив, при этом, себестоимость молока. Все это можно осуществить, оптимизировав кормопроизводство бобово-злаковых пастбищ на склоновых землях, и, организовав луговое и полевое кормопроизводство. Данный комплекс задач позволит решить проблему оздоровления стада, и остановить деградацию эрозионно опасных земель, улучшив среду обитания населения горной местности.

Известно, что способы окультуривания почв основаны на правильном подборе смеси бобовых и злаковых

многолетних трав, применяя, при этом, метод их посева поперек склона. Для посева трав на равнине используют габаритные зернотравяные сеялки СЗ-3,6А; СЗТ-3,6А; СЗПП-4 и другие, которые невозможно использовать на мелкоконтурных участках горной зоны. В настоящее время серийных сеялок, предназначенных для подсева травосмесей на склоновые (до 15°) пастбищные участки горной зоны, нет. Подсев проводится, как правило, вручную.

При создании конструкции опытного образца сеялки необходимо учитывать, что она должна быть маневренной, малогабаритной и приспособленной к высеву на склонах. Поэтому актуальной задачей остается разработка малогабаритных маневренных машин, способных поверхностно вносить различные виды трав на горные луга и пастбища (*патент на изобретение RU 2415538 C1, 2011*) [5].

**Целью исследований** являлась разработка и изготовление лабораторного образца блок-модуля на базе мини-трактора Feng Shou 180, предназначенного для поверхностного подсева семян трав, обеспечивающего снижение деградационных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности, качество и количество многолетних трав, а также устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

**Объектом исследования** является технология, конструкция и рабочие органы лабораторного образца сеялки для поверхностного внесения травосмесей на деградированные горные луга и пастбища, конструкция которой должна отвечать агротехническим требованиям при работе на деградированных почвах, имеющих уклон обрабатываемых участков до 16° [6, 7].

**Предметом исследований** являлись конструкция, технология, эксплуатационные и агротехнические параметры лабораторного образца малогабаритного агрегата для подсева семян трав, рабочие органы: маятниковые высевальные аппараты, нормы и способ высевания семян.

**Научная новизна.** Впервые разработан и создан лабораторный образец малогабаритной маневренной сеялки, предназначенный для подсева травосмесей на горные (склоновые) деградированные луга и пастбища с уклоном до 16 градусов различного механического состава, на базе китайского мини-трактора *Feng Shou 180*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Техническая экспертиза научной документации малогабаритной маневренной сеялки для улучшения (методом подсева) деградированных лугов и пастбищ различного механического состава с уклоном до 16° горной зоны Северной Осетии проводилась согласно государственным стандартам для посевных сельхозмашин и орудий.

По ГОСТ 31345-2007 «Сеялки тракторные» определены функциональные показатели качества работы высевальных аппаратов при стендовых испытаниях.

Задачи исследований:

- разработать лабораторный образец блок-модуля;
- испытать его на деградированных склоновых (до 16° уклона) сенокосных участках;
- дать оценку подсеянному сенокосу (фенологические, продукционные, энергетические свойства);
- определить эффективность подсеваемых травосмесей.

Испытания опытного образца проводились на горном стационаре СКНИИГПСХ РСО-Алания. Деградированный сенокос расположен на высоте 1650 м над уровнем моря юго-восточной экспозиции, уклон участка изменяется от 13 до 16 градусов в зависимости от расположения. Участок с изреженным разнотравно-злаковым травостоем (45% проективного покрытия почвы). Перед посевом внесены минимальные дозы удобрения N60P45K20 (фон).

Варианты опыта:

1. контроль (без удобрений);
2. фон + клевер красный 5 кг/га + тимopheевка луговая 3 кг/га;
3. фон + клевер красный 10 кг/га + тимopheевка луговая 6 кг/га;
4. фон + клевер красный 15 кг/га + тимopheевка луговая 8 кг/га.

Делянки расположены рандомизированно, поперек склона, в 4-кратной повторности: площадь каждой делянки 72 м<sup>2</sup>; количество делянок – 16; общая площадь опытного поля с межделянчными дорожками и защитными полосами – 1712,5 м<sup>2</sup>.

Опыт заложен по методике проведения полевых опытов на сенокосах и пастбищах, согласно рекомендациям ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1971 г.). [8].

Соблюдены следующие агротехнические требования:

- высота стерни перед подсевом трав не более 5–7 см;
- оптимальные сроки подсева трав с одновременным внесением жидких удобрений осенью с 01.09 по 30.09.; летом с 15.08. по 30.08.; весной с 1.03. по 30.04. при достаточной влажности почвы (60–80%) в соответствии с технологической картой и техническим заданием по обработке лугов и пастбищ, в любое удобное для хозяйства время, но учитывая при этом, опасность смыва их талыми водами и ливневыми осадками;
- на участках с очень плотной дерниной и плохо поедаемой растительностью необходимо провести перед подсевом обработку дисковыми боронами БДН-1,3 в 2–3 следа;
- устройство для обеспечения нормы высевания семян должно регулироваться с помощью передаточного механизма или конструкции высевального аппарата (катушек).

Для выполнения поставленной цели сконструированы узлы и детали машины, изготовлен лабораторный образец машины [9, 10], проведены наладочные и регулировочные работы, стендовые и полевые испытания (рис. 1).

Техническая экспертиза разработанного опытного образца агрегата для подсева различных травосмесей включала: техническое описание, инструкцию по эксплуатации в горной местности, согласно техническому заданию и агротехническим требованиям. Проведена оценка монтажепригодности и функциональных показателей агрегата.

Производительность агрегата определялась за 1 ч работы согласно формуле:

$$W_{\text{час}} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot k,$$

где  $B_p$  – ширина захвата, м;  $V_p$  – рабочая скорость, 6 км/ч;  $k$  – коэффициент использования чистого рабочего времени – 0,8. То есть  $W_{\text{час}} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 6 \cdot 0,8 = 1,152$  га/ч.

Сезонная производительность агрегата определяется по формуле:

$$W_{\text{сез}} = W_{\text{час}} \cdot k_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} D_p,$$

где  $k_{\text{см}}$  – коэффициент сменности,  $k_{\text{см}} = 1,1$ ;  $D_p$  – число рабочих дней агрегата за сезон, принимаем 50 дней (в два периода: весной, осенью);  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены,  $t_{\text{см}} = 7$  ч. То есть  $W_{\text{сез}} = 1,152 \cdot 1,1 \cdot 7 \cdot 50 = 443,5$  га.

Для определения качественных показателей разработанной сеялки были выделены делянки длиной по 10 м, шириной 2,4 м. Проходы совершались в 10-кратной повторности.

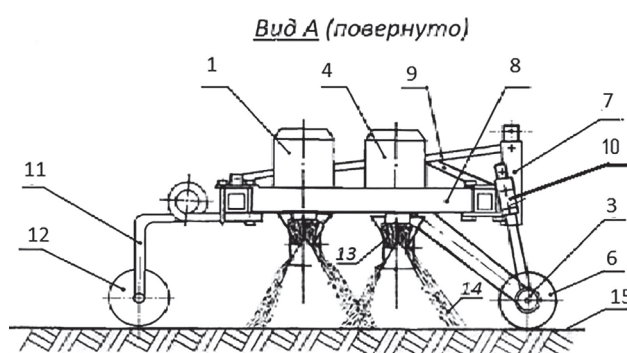
Равномерность распределения высеванных семян по площади участка определяли методом посева на липкую ленту, на которой впоследствии производился замер интервалов между семенами. Согласно методике, посев семян на липкую ленту проводился при установившемся режиме всех движущихся частей лабораторного образца.

Авторы при разработке конструкции лабораторного образца агрегата использовали свои патенты предыдущих лет (патенты РФ № 144420 и № 153083, 2014 г.).

Для улучшения маневренности и уменьшения габаритов сеялку предлагается навешивать на мини-трактор *Feng Shou 180*. На раме сеялки установлены два ящика для семян, поскольку норма посева у различных видов трав разная и требует персональной настройки с помощью сменных звездочек (рис. 1). Разработанная сеялка согласно техническому заданию должна выполнять работу на склоновых участках при влажности почвы 60–80% и твердости до 3,5 МПа.

Основные конструктивные технико-эксплуатационные показатели:

- диаметр разброса одного высевającego аппарата маятникового типа – 40 см;
- ширина захвата агрегата – 1,8–2,4 м;
- способ посева семян трав – разбросной;
- количество высевających аппаратов – 2;
- производительность работы часовая – 1,152 га/ч;
- рабочая скорость движения агрегата – 6 км/ч;



**Рис. 1.** Конструктивная схема опытного образца сеялки для подсева травосмесей: 1 – ящик для семян злаковых трав; 2 – привод высевającego аппарата семян злаковых трав; 3 – привод высевającego аппарата семян бобовых трав; 4 – ящик для семян бобовых трав; 5 – ведущая звездочка; 6 – опорно-приводное колесо; 7 – сцепка треугольная; 8 – рама сеялки; 9 – кронштейн крепления; 10 – телескопическая стойка крепления колес к раме сеялки; 11 – стойка пружинистая; 12 – секция прикатывающих катков; 13 – разбрасыватель семян трав конусного типа; 14 – факел разбрасываемых семян трав; 15 – поверхность почвы.

**Fig. 1.** Structural layout of a prototype of a sowing machine for oversowing of grass mixtures: 1 – a box for seeds of cereal grasses; 2 – drive of the sowing machine for seeds of cereal grasses; 3 – drive of the sowing machine for seeds of leguminous grasses; 4 – a box for seeds of leguminous grasses; 5 – a driving sprocket; 6 – a support-driving wheel; 7 – a triangular hitch; 8 – a seeder frame; 9 – a mounting bracket; 10 – a telescopic strut for connecting the wheels to the seeder frame; 11 – a springy strut; 12 – a section of press wheels; 13 – a cone-type grass seed spreader; 14 – a torch of scattered grass seeds; 15 – soil surface.

- норма посева семян 3–40 кг/га;
- крутизна склона – до 16°.

Для привода звездочек оборудована цепная передача от опорно-приводного колеса (6). При постановке агрегата на стоянку он опирается на четыре колеса (2) и (12).

При выполнении операции подсева семян трав и прикатывания их в почву лабораторный образец агрегата, начиная движение сверху вниз поперек склона, перемещается от его вершины к его подошве челночным способом. В конце гона должны быть предусмотрены площадки для свободного поворота агрегата, т.е. разворотные полосы. Процесс посева семян обязательно находится под наблюдением и контролем агронома-испытателя.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам научно-исследовательской и опытно-конструкторских разработок обоснована технология и разработана конструктивная схема, изготовлен лабораторный образец сеялки для подсева травосмесей на горные (склоновые) деградированные луга и пастбища с уклоном до 16°. Сеялка агрегируется на базе



китайского мини-трактора *Feng Shou 180* (возможен вариант агрегатирования на тракторах подобного класса (рис. 2) [11, 12].

Лабораторный образец блок-модуля для подсева семян трав испытывали на изреженном участке северного склона крутизной 13–16 градусов в местности «Сугсадтанрага» опорного пункта (с. Даргавс) СКНИИГПСХ. Агрегат начинает движение поперек склона сверху вниз челночным способом [13, 14].

Подсев семян трав выполняется следующим образом (рис. 3). Под каждую высевную катушку высевающего аппарата установлены разбросные конусы с пробками-заслонками. Они открывают и закрывают семяпровод через исполнительный механизм, который активируется через усилитель сигнала. Сигнал генерируется в фотоэлементе при отражении света от твердой и гладкой поверхности почвы, оголенной от травостоя [15, 16].



**Рис. 2.** Опытный образец сеялки для подсева травосмесей в агрегате с мини-трактором *Feng Shou 180*.

**Fig. 2.** The prototype of sowing machine for overseowing of grass mixtures coupled with the *Feng Shou 180* mini-tractor.

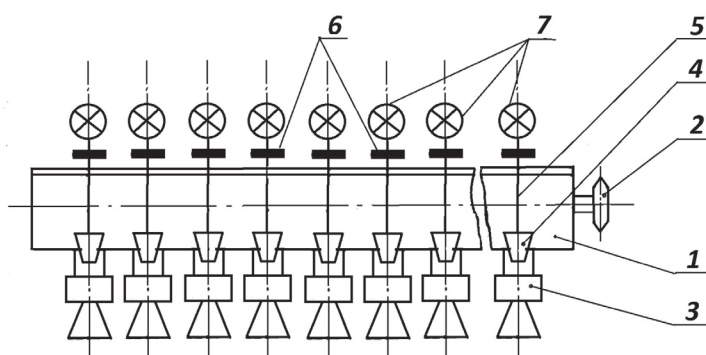
При наличии травостоя фотосигнал (свет) в нем рассеивается и обратного отражения света в фотоэлемент не происходит, сигнал не формируется.

Предварительную механическую обработку почвы не проводили. Заранее были внесены минеральные удобрения в стартовой дозе ( $N_{60}P_{45}K_{20}$ ). Высевали клевер красный и тимopheевку луговую в различных нормах, что значительно изменило биоразнообразие лугопастбищного фитоценоза (таблица 1).

Всходы на участках с внесением удобрений появились раньше: клевера красного – на 8–10 дней, тимopheевки луговой на 12 дней. Учитывая ускоренный рост подсеянных трав и их развитие (количество побегов по мере повышения норм высева увеличилось с 870 до 2120; 2140 и 3010 шт./м<sup>2</sup>, соответственно вариантам опыта), растущее на этих участках разнотравье подверглось угнетению и снизилось соответственно с 63,3% до 31,7; 21,2 и 14,6%.

По мере увеличения в травостое бобового компонента с 4,3% (преобладание клевера белого и астрагала) до 26,6; 32,5 и 37,7% концентрация клевера лугового значительно возросла, что повлияло не только на прирост надземной массы, но и на урожай подземной, который увеличился по сравнению с контролем, соответственно, в 2,8; 3,8 и 4,6 раза. При содержании 0,48 корм. ед. в 1 кг сена, питательность сена в вариантах с удобрением составила 2170; 2890 и 3500 корм. ед./га.

Бобовый компонент способствовал повышению питательной ценности и накоплению энергии корма. Так, сбор перевариваемого протеина с 54 кг/га на контроле вырос, соответственно вариантам опыта, до 237; 358 и 455 кг/га, а концентрация его на 1 корм. ед. повысилась с 68 г до 109; 124 и 130 г. При этом показатели валовой энергии в 1 кг сухого корма возросли с 16,1 до 17,7 Мдж в опытных вариантах, что позволило увеличить ее содержание с 28,9 ГДж/га до 138,1 ГДж/га.



**Рис. 3.** Схема автоматического адресного подсева семян трав к горной сеялке: 1 – травяной высевной аппарат; 2 – звездочка привода катушек высевающего аппарата; 3 – высевная трубка с разбросным конусом; 4 – пробка-заслонка выключения секции высевающего аппарата; 5 – передаточный механизм от усилителя сигнала к заслонке; 6 – усилитель сигнала от фотоэлементов; 7 – фотоэлемент, считывающий состояние травяного покрова лугопастбищного участка.

**Fig. 3.** Scheme of automatic targeted oversewing of grass seeds to the mountain seeder: 1 – a grass seeding machine; 2 – a sprocket of the sowing machine coils drive; 3 – a sowing tube with a scattering cone; 4 – a gate for turning off the section of the sowing machine; 5 – a transmitting mechanism from a signal amplifier to the gate; 6 – the photocell signal amplifier; 7 – a photocell counting the state of the grass cover of the grassland area.

**Таблица 1.** Влияние подсеянной травосмеси на показатели травостоя (в среднем за 3 года)**Table 1.** The influence of the oversown grass mixture on the indicators of the herbage (on average for 3 years)

| Варианты опыта | Линейный рост, см | Количество побегов, шт/м <sup>2</sup> | Ботанический состав, % |            |         |        |             | Урожай, т/га   |                 |                       | Переваримого протеина на 1 корм.ед., г | Валовая энергия, ГДж/га | Обменная энергия, ГДж/Га |
|----------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------|------------|---------|--------|-------------|----------------|-----------------|-----------------------|--|-------------------------|--------------------------|
|                |                   |                                       | злаки                  |            | бобовые |        | Разнотравье | Сухое вещество | Кормовых единиц | Переваримого протеина |  |                         |                          |
|                |                   |                                       | Всего                  | Тимофеевка | Всего   | Клевер |             |                |                 |                       |  |                         |                          |
| 1              | 42,7              | 870                                   | 32,4                   | –          | 4,3     | –      | 63,3        | 1,7            | 0,79            | 0,054                 | 68                                     | 28,9                    | 15,1                     |
| 2              | 79,1              | 2120                                  | 41,7                   | 15,1       | 26,6    | 19,6   | 31,7        | 4,8            | 2,17            | 0,237                 | 109                                    | 82,6                    | 46,1                     |
| 3              | 87,3              | 2470                                  | 46,3                   | 18,7       | 32,5    | 28,3   | 21,2        | 6,4            | 2,89            | 0,358                 | 124                                    | 113,3                   | 64,0                     |
| 4              | 96,4              | 3010                                  | 47,7                   | 20,4       | 37,7    | 31,1   | 14,6        | 7,8            | 3,50            | 0,455                 | 130                                    | 138,1                   | 80,34                    |

Соответственно этому возросла и обменная энергия. Бобовый компонент не только обеспечил фенологические изменения травостоя, но и способствовал поддержанию злаков. Их доля постепенно возрастала обеспечив оптимальное соотношение с бобовыми травами: от 7,9 : 1 до 1 : 2; 1 : 1,4 и 1 : 1,3. Это соответствует показателям высококачественного сена, которое при скормливании животным в зимний период может обеспечить их высокую продуктивность без использования комбикормов, что особенно актуально для горной зоны.

Если оценить эффективность подсева трав при получении продукции, то с учетом стоимости горного сена – 5,2 тыс. руб./т прибыль на третий год исследования составила по вариантам опыта 16,1 тыс.; 24,4 тыс. и 31,7 тыс. руб. В первый год проведения эксперимента данные показатели были ниже наполовину из-за затрат на семена, удобрения и проведение технических приемов.

Нормы высева можно применять в соответствии с состоянием (выбитостью) участка лугопастбища, его проективным покрытием и качеством травостоя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые, на базе мини-трактора *Feng Shou 180* создан лабораторный образец агрегата, предназначенный для поверхностного подсева семян трав с последующим их прикатыванием на участках в горных и предгорных зонах. Главными отличиями конструкции горной сеялки являются ее малые габариты и маневренность в условиях горных мелкоконтурных участков. Лабораторный образец агрегата соответствует агротехническим требованиям и техническому заданию (что было этапом разработки 2019–2022 гг.). Следовательно, подсев трав на мелкоконтурных склоновых участках с помощью агрегата горной модификации позволяет

восстановить деградированные сенокосы и пастбища горной зоны, повысить продуктивность, питательность и энергонасыщенность получаемого с них корма, что способствует круглогодичному содержанию животных в горах при использовании высококачественных кормов. Подсев семян трав обеспечивает снижение деграционных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности, качества и количества многолетних трав, улучшает устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Вклад авторов.** Л.Р. Гулуева — поиск публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; редактирование текста рукописи; И.Э. Солдатова — редактирование текста рукописи, создание изображений. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE*. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** L.R. Gulueva — search for publications, writing the text of the manuscript, editing the text of the manuscript; I.E. Soldatova — editing the text of the manuscript, creating images. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work,

drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Competing interests.** The authors declare no any transparent and potential conflict of interests in relation to this

article publication.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зотов А.А., Хисматулин М.М. Улучшение и использование природных сенокосов и пастбищ среднего Поволжья. Казань: Зур Казан. 2015.
2. Zhang Z., Yu K., Siddique K.H.M., et al. Phenology and sowing time affect water use in four warm-season annual grasses under a semi-arid environment // *Agricultural and forest meteorology*. 2019. Vol. 269–270, N 16. P. 257–269. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.02.027
3. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М.: Угрешская типография. 2015.
4. Мамиев Д.М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО – Алания // *Научная жизнь*. 2019. Т. 14, № 9(97). С. 1396–1402. doi: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402
5. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Способ поверхностного улучшения горных лугов и пастбищ // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2013. Т. 50, № 1. С. 171–174.
6. Патент РФ 2415538 / 10.04.2011. Бюл. № 10. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Габараев Ф.А., и др. Способ подсева семян трав. Дата обращения: 27.02.2023. Режим доступа: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2415538&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2415538&TypeFile=html)
7. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В., и др. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов // *Кормопроизводство*. 2020. № 3. С. 3–8.
8. 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.

9. Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89, № 5. С. 527–531.
10. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., С.Г. Бестаев. Рыхлитель междурядий – окучник маточных кустов в плодопитомнике // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2014. Т. 51, № 4. С. 201–207.
11. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амрит. 2019.
12. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., et al. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian Journal of Ecology*. 2017. N 44(2). P. 239–243.
13. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А., Цгоев А.Э., и др. Адаптивный энергосберегающий культиватор // *Сельский механизатор*. 2019. № 2. С. 8–9.
14. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsгоеv 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.
15. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsгоеv A.E., et al. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. № 8(11). 658–666.
16. Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р., и др. Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 6(197). С. 10–16. doi: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16

## REFERENCES

1. Zotov AA, Khismatulin MM. *Improvement and use of natural hayfields and pastures of the middle Volga region*. Kazan: Zur Kazan; 2015. (in Russ.)
2. Zhang Zh, Yu K, Siddique K, et al. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019;269–270:257–269. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.01.028
3. Kutuzova AA, Trofimova LS, Provornaya EE. *Methodology for assessing energy flows in meadow agroecosystems*. 3rd ed. Moscow: Ugreshskaya tipografiya; 2015. (in Russ.)
4. Mamiev DM. Prospects for the development of biological farming in the Republic of North Ossetia – Alania. *Scientific life*. 2019;14(9(97)):1396–1402. (in Russ.) doi: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402
5. Djibilov SM, Gulueva LR. Sposob poverhnostnogo uluchsheniya gornyh lugov i pastbishch [The method of surface improvement of mountain meadows and pastures. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(1):171–174. (in Russ.)
6. Patent RUS 2431248 / 20.10.2011 Djibilov SM, Gulueva LR, Gabaraev FA, et al. Sposob podseva semian trav (in Russ.) Accessed: 27.02.2023. Available from: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2415538&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2415538&TypeFile=html)
7. Kutuzova AA, Teberdiev DM, Rodionova AV, et al. Economic efficiency of improved technologies for the creation and use of seeded hayfields. *Kormoproizvodstvo*. 2020;3:3–8. (in Russ.)
8. Soldatova IE, Soldatov ED. Creation of 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 Russ.)
9. Savchenko IV. Resource-saving organic crop production for high quality products. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 2019;89(5):527–531. (in Russ.)
10. Djibilov SM, Gulueva LR, Bestaev SG. Ripper of row spacing - hillier of uterine bushes in the nursery. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2014;51(4):201–207. (in Russ.)



11. Zavalin AA, Sokolov OA, Shmyreva NYa. *Ecology of nitrogen fixation*. Saratov: Amrit; 2019. (in Russ.)
12. Kyul EV, Apazhev AK, Kudzaev AB, Borisova NA. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards. *Indian Journal of Ecology*. 2017;44(2):239–243.
13. Kudzaev AB, Urtaev TA, Tsgoev AE, et al. Adaptive energy-saving cultivator. *Rural mechanizer*. 2019;2:8–9.
14. Kudzaev AB, Urtaev TA, Tsgoev AE, 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.
15. Kudzaev AB, Urtaev TA, Tsgoev AE, et al. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017;8(11):658–666.
16. Djibilov SM, Soldatov ED, Gulueva LR, et al. A way to solve the problem of degradation of mountain pastures in the Central Caucasus. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;6(197):10–16. doi: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16

## ОБ АВТОРАХ

**\* Гулуева Людмила Романовна,**

научный сотрудник отдела ландшафтных систем ведения луговодства горных территорий;  
адрес: Российская Федерация, Республика Северная Осетия-Алания, 352243, Михайловское, ул. Вильямса, д. 1;  
ORCID: 0000-0002-1089-3688;  
eLibrary SPIN: 1293-1244;  
e-mail: luda\_gulueva@mail.ru

**Солдатова Ирина Эдуардовна,**

канд. биол. наук,  
ведущий сотрудник отдела ландшафтных систем ведения луговодства горных территорий;  
ORCID: 0000-0002-1683-6908;  
eLibrary SPIN: 4079-6690;  
e-mail: irasha2012

\* Автор, ответственный за переписку

## AUTHORS' INFO

**\* Ludmila R. Gulueva,**

Senior Researcher of the Landscape Systems for Grassland Management in Mountain Territories Department;  
address: 1 Villyamsa street, Mikhailovskoe 363110, Republic of North Ossetia-Alania, Russian Federation;  
ORCID: 0000-0002-1089-3688;  
eLibrary SPIN: 1293-1244;  
e-mail: luda\_gulueva@mail.ru

**Irina E. Soldatova,**

Cand. Sci. (Biol.)  
Leading Officer of the Landscape Systems for Grassland Management in Mountainous Territories Department;  
ORCID: 0000-0002-1683-6908;  
eLibrary SPIN: 4079-6690;  
e-mail: irasha2012

\* Corresponding author