

## Технология улучшения деградированных горных лугов и пастбищ Центрального Кавказа

Л. Р. Гулуева<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

✉E-mail: luda\_gulueva@mail.ru

**Аннотация.** Автор представил результаты научных разработок и новое устройство для улучшения и восстановления горных пастбищных участков методом подсева семян трав на истощенный и изреженный травостой. Выявили отсутствие малогабаритных маневренных агрегатов, способных подсевать семена трав на изреженный травостой в горах. **Целью исследования** было разработать и изготовить лабораторный образец блок-модуля на базе мини-трактора Feng Shou 180 для поверхностного подсева семян трав. **Объект исследования** – агротехнические приемы и агрегат для внесения семян трав, обеспечивающие ускоренное восстановление горных лугопастбищных участков, повышение урожайности многолетних трав и устойчивость почв к водной и ветровой эрозии. **В задачи исследований** входило обоснование технологии, оценка влияния подсева семян трав на изменение качественного и количественного состава травостоя, возможности улучшения питания растений и водно-воздушного режима, обогащение кормового травостоя за счет подсева ценных видов трав. **Методология и методы исследования.** Испытания проводились в горной зоне Республики Северная Осетия – Алания на участках, находящихся на высоте 1540 м над уровнем моря. Подсев трав проводился на изреженном участке северного склона крутизной 16° в местности Сугсадтанраг. Проведена техническая экспертиза агрегата согласно агротехническим требованиям и техническому заданию. Поверхностное внесение семян трав осуществлялось согласно нормам внесения. **Результаты.** Установили, что лабораторный образец агрегата соответствует агротехническим требованиям и техническому заданию, урожай травостоя увеличился на различных участках на 90–170 %, изменился ботанический состав травостоя, что повлияло на качество корма, обеспечило повышение питательной ценности луговых трав с 0,7 до 2,8–3,5 тыс. корм. ед./га, при содержании 120–145 г переваримого протеина на 1 корм. ед. сухой массы корма. Сделан вывод о целесообразности применения разработанного блок-модуля на горных лугах и пастбищах с уклоном до 16°. **Научная новизна.** Впервые разработана технология и изготовлена малогабаритная сеялка на базе мини-трактора для восстановления горных пастбищных участков.

**Ключевые слова:** агрегат, горы, склоны, мини-трактор, травосмеси, луга, пастбища.

**Для цитирования:** Гулуева Л. Р. Технология улучшения деградированных горных лугов и пастбищ Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2023. №. 06 (235). С. 13–22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-13-22.

**Дата поступления статьи:** 26.01.2023, **дата рецензирования:** 27.02.2023, **дата принятия:** 01.03.2023.

### Постановка проблемы (Introduction)

Экологическое состояние горных экосистем Центрального Кавказа в настоящее время не соответствует потенциальным возможностям этой территории, богатой естественными биологическими ресурсами, способными обеспечить развитие сельскохозяйственного производства зоны [1, с. 266].

Горные кормовые угодья, несмотря на специфические особенности (крутые склоны, сильная каменистость, малая мощность гумусового горизонта, кислотность почвенного раствора и др.), а также климатические условия (резкая смена температуры воздуха, изменяющаяся как в течение года, так и су-

ток; водно-воздушного режима), являются надежным источником производства ценных питательных кормов для круглогодичного содержания животных в горах [2, с. 270]. Площадь сенокосов и пастбищ горной зоны РСО-Алания составляет 121,8 тыс. га. Вместе с тем отсутствие регулярного ухода и бессистемное использование природных кормовых угодий, обуславливающих их низкую урожайность (45 ц/га сухой массы) и вызывающих деградацию травостоев, не только сдерживают развитие животноводства, но и разрушают всю экосистему, нанося непоправимый ущерб экологическому состоянию горных ландшафтов.

Так, уголья, близлежащие к поселениям горцев, легкодоступные для бродячего скота, перегружаются, подвергаясь физической деградации, выбиванию дернины, распылению почвы. На отдельных участках смыв почвы достигает 500–900 м<sup>3</sup>/га при доступных нормах 2–3 м<sup>3</sup>/га в год. Почвы истощаются элементами питания, ежегодно теряя до 80 тыс. т азота, 18–20 тыс. т фосфора и около 70 тыс. т калия. Эти процессы, наблюдающиеся в нижних частях склонов, особенно на южных и юго-восточных экспозициях лугостепных и субальпийских поясов, негативно сказываются на качестве кормов. В результате перегрузки скотом копытами животных выбивается дернина, в отсутствие которой почва выплескивается из образовавшихся тропинок с дождевой каплей. При чрезмерной нагрузке пастбища тропинки смыкаются, начинается поверхностный сток, который часто завершается разрушением почвы до плотной горной породы, после чего эти участки надолго исключаются из сельскохозяйственного использования [3, с. 52].

Единственный природный фактор, который может противостоять разрушительному воздействию данного прогрессирующего деградационного процесса, это растительность – важная часть горной экосистемы, которая принимает на себя все стрессовые природно-климатические и антропогенные воздействия.

Однако без человека, способного поддержать усилия растений в борьбе за выживание, этот процесс может длиться долгие годы, постепенно разрушая горную экосистему, формируя глобальную катастрофу [4, с. 1396].

Для предотвращения подобной проблемы необходимо обеспечить проведение мероприятий,

способствующих формированию высокопродуктивного травостоя и позволяющих целенаправленно решать задачи по стабилизации экологической структуры горных агроэкосистем.

Одним из эффективных мероприятий является подсев семян многолетних трав на сильно выбитых пастбищах, а это, как уже было сказано, легкодоступные участки, где летом и зимой концентрируется основное поголовье скота. Здесь ни щелевание, ни внесение удобрений, кроме подсева, не дают удовлетворительных результатов по восстановлению нормального травостоя, предотвращающего поверхностный сток и смыв почвы. В горных условиях подсев трав сопряжен со специфическими условиями ландшафта, такими как мелкоконтурность, склоновость рельефа, что затрудняет применение специализированной серийной техники. При этом необходимо учитывать, что в большинстве случаев подсев трав в дернину природных лугов без предварительной ее обработки оказывается малоэффективным, так как незаделанные семена подсеянных трав не дают всходов или же всходы гибнут, не выдерживая конкуренции с естественными травами в борьбе за питательную среду. Поэтому необходимо постоянно проводить поверхностное улучшение лугов и пастбищ.

Благоприятные условия для приживания семян достигаются путем рыхления дернины, адресным подсевом семян на оголенные участки и последующим их прикатыванием. В связи с этим разработка и изготовление необходимых серийных образцов малогабаритных маневренных машин, способных поверхностно вносить различные виды семян трав на горные луга и пастбища, является актуальной задачей [5, с. 171; 6, с. 1].



Рис. 1. Классификация условий требующих подсева трав на лугах и пастбищах в горной и предгорной зонах Северного Кавказа

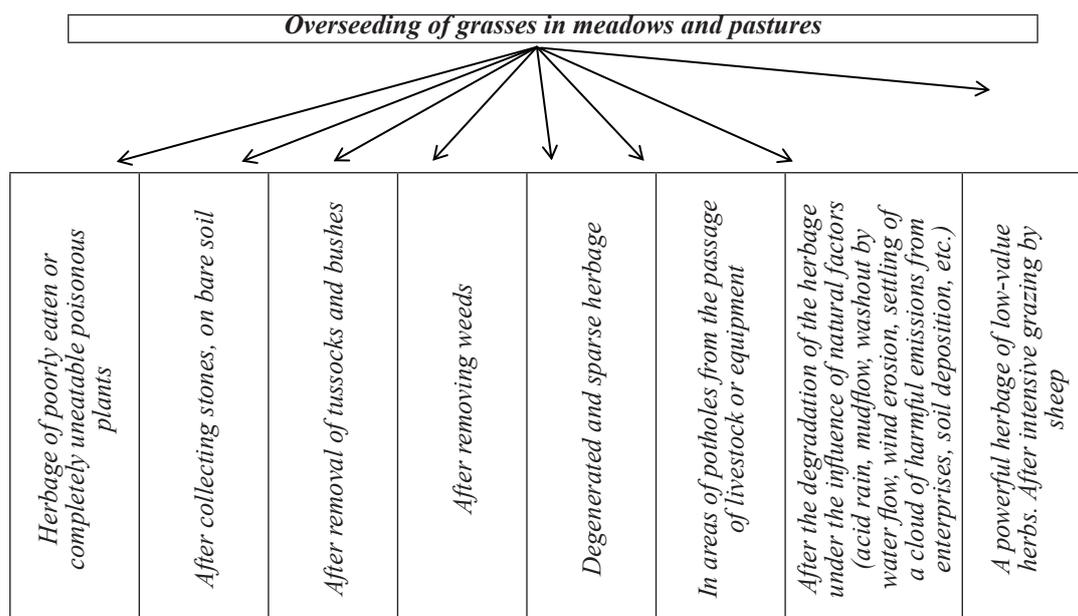


Fig. 1. Classification of conditions requiring overseeding of grasses in meadows and pastures in the mountainous and foothill zones of the North Caucasus

По результатам проведенных исследований нами составлена классификация условий, которые возникают на горных лугах и пастбищах и требуют подсева трав (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что причины, требующие необходимость подсева трав, могут быть как техногенного, так и природного происхождения.

Известно, что организация бобово-злаковых пастбищ на склоновых землях позволяет оптимизировать луговое и полевое кормопроизводство, решить проблему кормового белка, оздоровить стадо, снизить себестоимость молока, остановить деградацию эрозионно опасных земель и улучшить среду обитания населения горной зоны.

Одной из важнейших операций по улучшению горных лугов и пастбищ является подсев семян трав на разреженный фитоценоз и оголенные участки.

Способы окультуривания почв основаны на подборе смеси бобовых и злаковых многолетних трав и их посеве поперек склона. Практика ведения лугопастбищного хозяйства как в горах, так и на равнине показывает, что смешанные посевы многолетних трав (травосмеси) продуктивнее чистых посевов тех же сортов трав. Известно, что для посева трав на равнине используют зернотравяные сеялки СЗ-3,6А; СЗТ-3,6А; СЗПП-4 и другие, имеющие крупные габариты.

Однако сеялок для подсева травосмесей на склоновые (до 16°) луга и пастбища горной зоны и имеющие малые габариты (шириной захвата до 3 м) до настоящего времени нет, и подсев на склонах производится, как правило, вручную. Поэтому создание опытного образца сеялки для адресного подсева травосмесей представляет несомненный интерес для практиков и ученых отрасли, а разрабатываемая тема является актуальной.

При создании конструкции опытного образца подобного агрегата необходимо учитывать, что сеялка должна обеспечить подсев злаковых трав с бобовыми, кроме того, состав подбираемых травосмесей должен соответствовать почвенно-климатическим условиям.

Для решения данной проблемы авторами разработана конструкция и изготовлен лабораторный образец блок-модуля на базе мини-трактора «Feng Shou 180» для поверхностного подсева семян трав на участках горной и предгорной зон, обеспечивающий снижение деградационных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности многолетних трав, устойчивость почв к водной и ветровой эрозии, экологическую устойчивость и эффективность пастбищного хозяйства.

Материалом исследования являлись патентная и научная литература, объектом исследования – технология и лабораторный образец агрегата для внесения семян трав, конструкция которого приспособлена для работ на деградированных почвах с уклоном участков до 16° [7, с. 3; 8, с. 9; 9, с. 527].

Для выполнения поставленной цели разработаны технологическая схема работы лабораторного образца блок-модуля, техническое задание, технические условия на изготовление, агротехнические требования к опытному образцу блок-модуля для поверхностного внесения семян трав [10, с. 201; 11, с. 252], эскизный проект на лабораторный образец блок-модуля. Скомплектованы узлы и детали машины, изготовлен лабораторный образец машины. Проведены наладочные и регулировочные работы, стендовые и полевые испытания блок-модуля (рис. 2). В ходе технической экспертизы руководствовались требованиями ОСТ 70.5.1-82 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины по-

севные. Программа и методы испытаний», ГОСТ Р 54783-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники», ГОСТ 31345-2017 «Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний».

При создании опытного образца сеялки использованы разработки группы механизации СКНИ-ИГПСХ ВНИЦ РАН: патенты на полезную модель РФ «Приспособление для посева семян на склонах» № 144420; «Устройство для подсева семян на склонах» № 153083.

Для увеличения маневренности и уменьшения габаритов сеялка навешивается на мини-трактор Feng Shou 180 (рис. 2). На раме сеялки установлены два ящика для семян, в связи с тем, что норма высева у различных видов трав разная и требует, соответственно, персональной настройки с помощью сменных звездочек (2) и (3). Агрегат должен обеспечивать работу на участках при влажности почвы 60–80 % и твердости до 3,5 МПа. Основные конструктивные технико-эксплуатационные показатели: ширина захвата одного маятникового высевочного аппарата – 40 см, ширина захвата агрегата – 1,8–2,4 м; метод подсева семян – разбросной; количество высевочных аппаратов – 2; производительность – 1,152 га/г; скорость движения агрегата – 6 км/ч; норма высева 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 опорные колеса 6 и 12 в количестве двух каждого типа.

Подсев семян трав выполняется следующим образом (рис. 3): под каждую высевочную катушку высевочного аппарата 1 установлены разбросные конусы (3), в которых смонтированы пробки-заслонки 4, открывающие и закрывающие семяпровод через исполнительный механизм 5, на который сигнал поступает от усилителя сигнала 6. Сигнал формируется в фотоэлементе 7, который его генерирует при отражении света от твердой и гладкой поверхности почвы, оголенной от травостоя. При наличии травостоя на почве фотосигнал (свет) в нем рассеивается и обратного отражения света в фотоэлемент не происходит, сигнал не генерируется и не поступает для открытия заслонки перед катушкой высевочного аппарата.

Для предотвращения ссыпания семян трав в правую или левую часть ящика при работе семенной бункер оборудован перегородками между каждым высевочным аппаратом катушечного типа. Разброс семян производится маятниковым высевочным аппаратом (рис. 4).

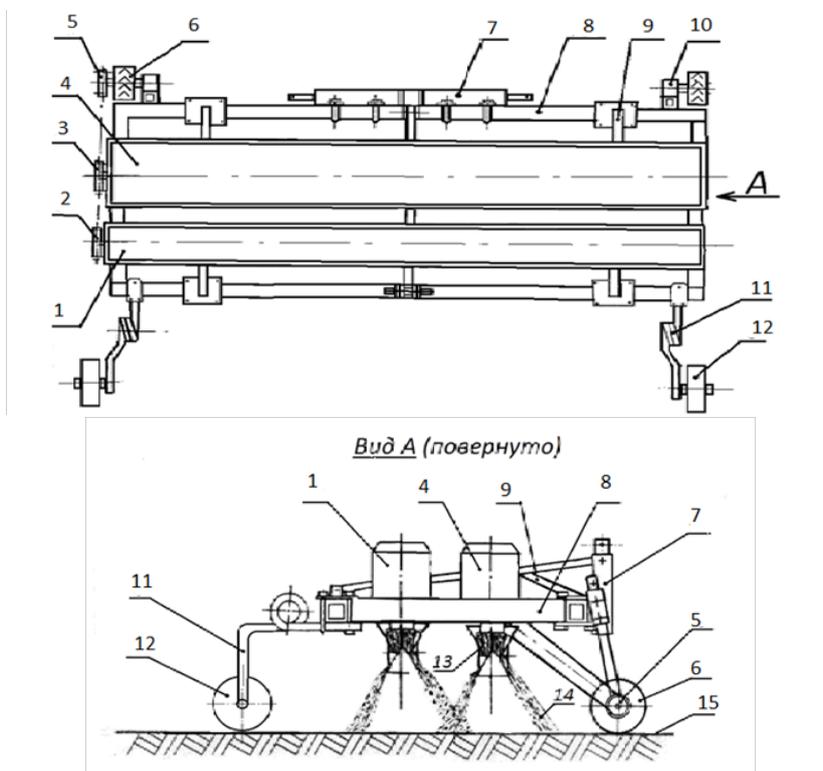


Рис. 2. Конструктивная схема опытного образца сеялки для подсева травосмесей на склоновые участки: 1 – ящик для семян злаковых трав; 2 – привод высевочного аппарата семян злаковых трав; 3 – привод высевочного аппарата семян бобовых трав; 4 – ящик для семян бобовых трав; 5 – ведущая звездочка; 6 – опорно-приводное колесо; 7 – сценка треугольная; 8 – рама сеялки; 9 – кронштейн крепления; 10 – телескопическая стойка крепления колес к раме сеялки; 11 – опорная стойка; 12 – опорное колесо; 13 – разбрасыватель семян трав конусного типа; 14 – факел разбросанных семян трав; 15 – поверхность почвы

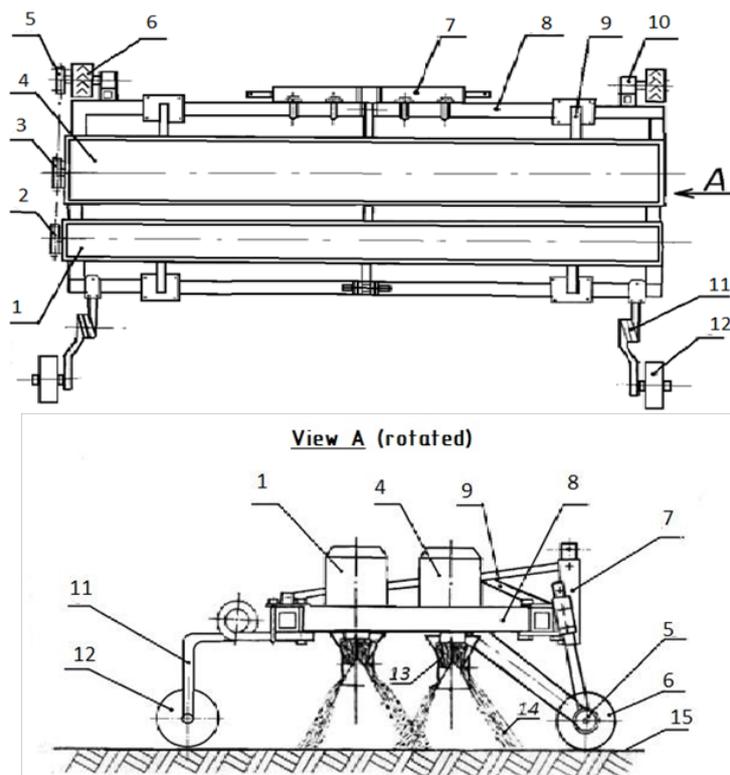


Fig. 2. Design diagram of a prototype seeder for sowing grass mixtures on slope areas:  
 1 – a box for seeds of cereal grasses; 2 – drive of the sowing machine for seeds of cereal grasses; 3 – drive of the sowing machine for seeds of leguminous grasses; 4 – a box for seeds of legumes; 5 – leading sprocket; 6 – support-drive wheel; 7 – triangular hitch; 8 – seeder frame; 9 – mounting bracket; 10 – telescopic stand for fastening the wheels to the frame of the seeder; 11 – support post; 12 – support wheel; 13 – grass seed spreader cone type; 14 – a torch of scattered grass seeds; 15 – soil surface

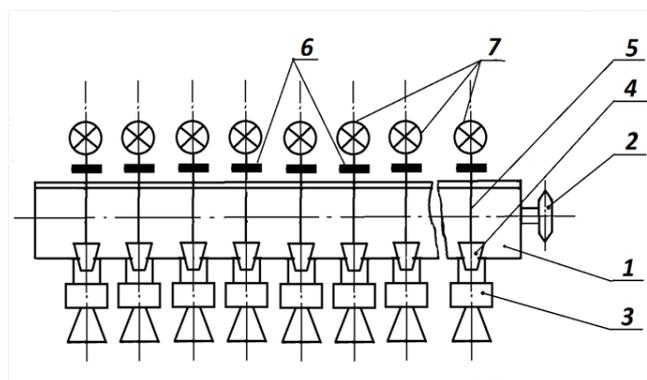


Рис. 3. Схема подсева семян трав к горной сеялке травосмесей:

- 1 – травяной высевательный аппарат;  
 2 – звездочка привода катушек высевательного аппарата;  
 3 – высеивательная трубка с разбросным конусом; 4 – пробка-заслонка выключения секции высевательного 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 sowing grass seeds to a mountain seeder of grass mixtures:

- 1 – grass seeding machine; 2 – sprocket drive coils of the sowing machine; 3 – sowing tube with a scattering cone;  
 4 – plug-flap for turning off the section of the sowing machine; 5 – transmission mechanism from the signal amplifier to the damper; 6 – signal amplifier from photocells;  
 7 – a photocell that reads the state of the grass cover of the grassland area

Из рис. 4 видно, что от катушечного высевательного аппарата 1 спонтанный поток семян трав 11 поступает в приемную цилиндрическую трубку 2, а из нее на вершину разбросного конуса 4 с ребрами 5. От вершины конуса семена равномерно распределяются по периметру и по межреберным каналам направляются к основанию конуса под действием гравитационных сил. В районе середины конуса семена под действием воздушного потока 3 распыляются равномерным факелом семян 6 на почву 12.

Маятниковая подвеска 9 конусного разбросного устройства (рис. 4, с) придает разбросному устройству вертикальное положение как на равнине (рис. 4, а), так и на склонах (рис. 4, б). Это обеспечивает равномерное разбрасывание семян, как на равнине, так и на склонах вправо, влево, вперед и назад. Воздух подается по периметру конуса 4 через штуцер 8, а семена 10 в бункере 13 разделены перегородками, направляющими семена на катушечный высевательный аппарат при любых кренах агрегата (вправо, влево, вперед и назад).

Равномерно разбросанные семена по почве в последующем прикатываются в нее двухкаскадными прикатывающими катками.

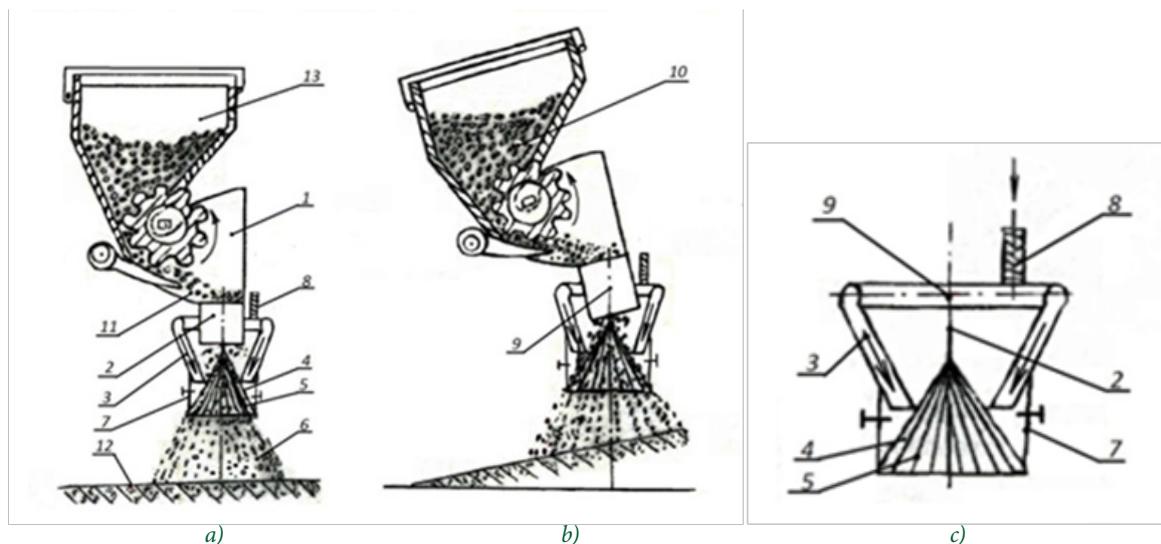


Рис. 4. Маятниковый высевочный аппарат:

a) положение высевочного аппарата на равнине; б) положение высевочного аппарата на склоне; в) конусное разбросное устройство.

- 1 – травяной катушечный высевочный аппарат; 2 – приемная цилиндрическая трубка;  
 3 – направление воздушного потока на разбросной конус; 4 – разбросной конус; 5 – ребра разбросного конуса;  
 6 – факел разбросанных семян; 7 – тяги регулировки вертикального положения разбросного конуса;  
 8 – штуцер для шланга подачи сжатого воздуха; 9 – маятниковая точка подвески конусной разбросной трубки;  
 10 – семена трав; 11 – спонтанный поток семян; 12 – почва; 13 – бункер семян

Fig. 4. Pendulum sowing device:

- a) the position of the sowing unit on the plain; b) the position of the seeding unit on the slope; c) cone spreader.  
 1 – grass reel sowing machine; 2 – receiving cylindrical tube; 3 – the direction of the air flow to the scattering cone;  
 4 – scattering cone; 5 – ribs of a scattering cone; 6 – a torch of scattered seeds; 7 – rods for adjusting the vertical position of the scattering cone; 8 – fitting for compressed air supply hose; 9 – pendulum suspension point of a conical scattering tube;  
 10 – grass seeds; 11 – spontaneous seed flow; 12 – soil; 13 – seed hopper

### Методология и методы исследования (Methods)

Авторами по представленной технологии разработана конструктивная схема и изготовлен лабораторный образец сеялки для подсева травосмесей на горные (склоновые) деградированные луга и пастбища с уклоном до 16°, агрегатированный на китайском мини-тракторе «Feng Shou 180» (возможен вариант агрегатирования на тракторах подобного класса [12, с. 239; 13, с.8].

Испытания лабораторного образца блок-модуля для подсева семян трав проводился на изреженном участке северного склона крутизной 13–16° в местности Сугсадтанрага опорного пункта (с. Даргавс) СКНИИГПСХ. Процесс работы агрегат начинает с движения поперек склона сверху вниз челночным способом [14, с. 714]. Травосмесь состояла из двух видов трав: клевера красного и тимфеевки луговой. Подсев проводился весной, при наступлении положительных температур, без предварительного рыхления дернины. Всходы на этом участке появились дружно на 7–10-й день после посева.

Обогащение травостоя опытного участка ценными в кормовом отношении и более урожайными видами растений, значительно повысили продуктивность и видовой состав угодья (таблица 1).

Результаты наблюдений показывают, что уже на второй год после подсева семян урожай травостоя

увеличился на 90–170 %. Причем по мере повышения высева не только увеличивался сбор кормовой массы, но и изменялся ботанический состав травостоя, повлиявшее на качество корма [15, с. 658].

Так, если в исходном, естественном разнотравно-злаковом травостое соотношение растительных группировок было в пользу разнотравья (72,1 %), то уже при минимальных нормах подсева это соотношение изменилось в пользу злаков (33 %) и бобовых (35 %), а по мере увеличения норм подсева травостой постепенно преобразовывался в бобово-злаково-разнотравный [16, с. 10].

Следовательно, преобладание разнотравья, где доминировали манжетка, тимьян, герань луговая, подорожник скальный, душица обыкновенная и другие, после подсева уступили свое место клеверу красному и тимфеевке луговой, обеспечившим повышение питательной ценности луговых трав с 0,7 до 2,8–3,5 тыс. кормовых единиц /га, при содержании 120–145 г переваримого протеина на 1 корм. ед. сухой массы корма (отчет СКНИИГПСХ 2019–2022 гг.). Техническая экспертиза опытного образца для подсева травосмесей, включающая: техническое описание, инструкцию по эксплуатации согласно техническому заданию (ТЗ) и агротехническим требованиям (АТТ), а также технической характеристике, описаниям функций, выполняемых агрегатом, проводилась согласно ОСТ 10.2.1–2000.

Влияние подсева на урожай и ботанический состав травостоя разнотравно-злакового луга (на второй год после подсева)

Травосмеси	Урожай т/га		Урожай сена, % к контролю	Ботанические группы, %				Разнотравье
	зеленой массы	сена		Злаки		Бобовые		
				всего	в. т. ч. тимopheевка	всего	в. т. ч. клевер	
Без подсева	3,8	1,2	100	19,4	–	8,5	–	72,1
5 кг клевера красного + 3 кг тимopheевки луговой	7,2	2,3	189	33,1	15,2	35,2	28,3	31,7
10 кг клевера красного + 6 кг тимopheевки луговой	9,2	2,8	246	30,6	16,4	41,0	37,2	28,4
15 кг клевера красного + 8 кг тимopheевки луговой	10,5	3,0	269	24,9	19,4	51,5	45,9	23,

Table 1  
Influence of oversewing on the yield and botanical composition of the herbage of a forb-grass meadow (in the second year after oversewing)

Grass mixtures	Yield t/ha		Hay yield, % of control	Botanical groups, %				Different grass
	green mass	hay		Cereals		Legumes		
				total	including timothy	total	including clover	
Without overseeding	3.8	1.2	100	19.4	–	8.5	–	72.1
5 kg red clover + 3 kg meadow timothy	7.2	2.3	189	33.1	15.2	35.2	28.3	31.7
10 kg red clover + 6 kg meadow timothy	9.2	2.8	246	30.6	16.4	41.0	37.2	28.4
15 kg red clover + 8 kg meadow timothy	10.5	3.0	269	24.9	19.4	51.5	45.9	23.

Также проведена оценка монтажепригодности агрегата и функциональных показателей агрегата.

Функциональные показатели опытного образца агрегата для подсева трав на горных лугах и пастбищах определены согласно ОСТ-10.5.1–2000 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. Минсельхозпрод России».

Производительность агрегата определялась за час работы:

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

где  $B_p$  – ширина захвата, м;

$V_p$  – рабочая скорость, км/ч;

$k$  – коэффициент, учитывающий процент использования чистого рабочего времени, – 0,8;

$$W_{\text{час}} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 6 \cdot 0,8 = 1,152 \text{ га/ч.}$$

Производительность агрегата в сезон  $W_{\text{сез}}$  определяется по формуле:

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

где  $W_{\text{час}}$  – часовая производительность;

$k_{\text{см}}$  – коэффициент сменности = 1,1;

$D_p$  – в среднем 50 рабочих дней агрегата за сезон (весной, осенью);

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены – 7 ч;

$$W_{\text{сез}} = 1,152 \cdot 1,1 \cdot 7 \cdot 50 = 443,5 \text{ га.}$$

Качество работы опытного образца сеялки определялось после прохода на выделенных делянках

длиной 10 м и шириной 2,4 м в 10-кратной повторности.

Для определения показателя распределения семян по площади участка семена высевали на липкую ленту с последующим измерением интервалов между высеянными семенами. Высев семян на ленту проводили при установившемся режиме всех движущихся частей (высевающих аппаратов, ленты и др.).

### Результаты (Results)

Применение разработанного малогабаритного маневренного лабораторного образца блок-модуля для подсева семян трав на деградированные горные луга и пастбища с уклоном до 16° позволило уже на второй год после подсева семян увеличить урожай травостоя на 90–170 %, постепенно преобразовывая травостой в бобово-злаково-разнотравный, что обеспечило повышение питательной ценности луговых трав с 0,7 до 2,8–3,5 тыс. корм. ед/га при содержании 120–145 г переваримого протеина на 1 корм. ед. сухой массы корма.

Результат технического решения – это снижение затрат на посевной материал в сравнении с ручным посевом, повышение равномерности распределения семян по площади, улучшение травостоя на поврежденных участках, а в результате улучшения – повышение урожайности качества корма. Кроме

того, предлагаемая технология и агрегат позволят повысить производительность труда и рентабельность производства.

Дальнейшие испытания и обработка данных результатов работы лабораторного образца агрегата по влиянию на снижение деградационных процессов склоновых участков, повышение урожайности и качество травостоя запланированы на 2023–2024 гг.

Известно, что максимальное сохранение генофонда горной зоны и поддержание его экологического равновесия – это основные условия экологизации луговодства и кормопроизводства в данных ландшафтных экосистемах. В подобном случае экологическая безопасность горного луговодства должна включать в себя приемы управления ростом кормового травостоя, сохранения плодородия почв горных лугов и пастбищ и обеспечение эрозионной устойчивости. Одним из методов осуществления этих приемов является использование специальной малогабаритной многофункциональной тех-

ники, приспособленной для экологизации работ на горных лугах и пастбищах. Применение подобной техники позволит решить проблему отрицательного воздействия водной и ветровой эрозии на горных участках.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Изготовленный агрегат и способ подсева семян трав на склоновые луга и пастбища способствуют образованию более густого травостоя, который препятствует водной и ветровой эрозии почв, обеспечивает снижение деградационных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности многолетних трав, экологическую устойчивость и эффективность пастбищного хозяйства. При этом нагрузка на почву при движении агрегата минимизирована до безопасного уровня.

#### **Благодарности (Acknowledgements)**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда. Проект № 23-26-10001.

#### **Библиографический список**

1. Зотов А. А., Агафонова Л. И. Энергоэкономическая оценка естественных пастбищных экосистем России // Нетрадиционное экорастениеводство, селекция, генетика и биоземледелие. Охрана био-ноосферы и космология. Философия естествознания и экообразование в триединстве экономики, экологии и здоровья: труды XXVIII международного научного симпозиума. Алушта, 2019. С. 62–73.
2. Zhang Z., Yu K., Siddique K. H. M., Nan Z. 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. Pp. 257–269. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.02.027.
3. Кутузова А. А. Научное обеспечение лугового кормопроизводства России // Адаптивное кормопроизводство. 2022. № 3. С. 14–24. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-14-24.
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. Джибилев С. М., Гулуева Л. Р., Коробейник И. А. Агрегат для сгребания камней с одновременным автоматическим подсевом трав на горные луга и пастбища Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 1. С. 106–112.
6. Солдатова И. Э., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р. Ресурсосберегающие технологии заготовки сена в горной зоне Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2021. № 8 (211). С. 18–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-211-08-18-27.
7. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В., Жезмер Н. В., Проворная Е. Е., Запывалов С. А. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов // Кормопроизводство. 2020. № 3. С. 3–8.
8. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Sedova E. G., Tsybenko N. S. Agro-energy efficiency of using new zoned varieties to create cultivated pastures in the forest zone of the european part of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants. 2021. Article number 012031. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012031.
9. Савченко И. В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 5. С. 527–531. DOI: 10.31857/S0869-5873895527-531.
10. Солдатова И. Э., Джибилев С. М., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р. Средства механизации и технологические приемы восстановления деградированных горных агроландшафтов // Аграрный вестник Урала. 2021. № 3 (206). С. 38–45. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-38-45.
11. Завалин А. А., Соколов О. А., Шмырева Н. Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амрит, 2019. 252 с.
12. Kutuzova A. A., Kosolapov V. M., Teberdiev D. M. Economic efficiency of creation and use of long-term hayfields on dry lands of the non-chernozem zone // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2nd All-Russian Conference with International Participation “Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants”. 2021. Article number 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012060.

13. Кудзаев А. Б., Уртаев Т. А., Цгоев А. Э., Коробейник И. А. Адаптивный энергосберегающий культиватор // Сельский механизатор. 2019. № 2. С. 8–9.

14. Kudzaev A., Kalagova R., Tsgoev A., Korobeynik I., Urtaev T. Clarification on the soil cutter parameters used for cultivation // Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. Saratov, 2022. Article number 193. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012193.

15. Kudzaev A. B., Tsgoev A. E., Tsgoev D. V., Korobeinik I. A., Kalagova R. V. Development of an adjustable safety lock with glass and plastic rods used for a reversible plow // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Article number 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/488/1/012025.

16. Джибилов С. М., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р., Солдатова И. Э. 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.

#### Об авторе:

Людмила Романовна Гулуева<sup>1</sup>, ведущий конструктор лаборатории механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 919 420-91-39, [luda\\_gulueva@mail.ru](mailto:luda_gulueva@mail.ru)  
<sup>1</sup>Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

## Technology for improving degraded mountain meadows and pastures in the Central Caucasus

L. R. Gulueva<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Scientific Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Mikhaylovskoe, Russia

✉E-mail: [luda\\_gulueva@mail.ru](mailto:luda_gulueva@mail.ru)

**Abstract.** The author presented the results of scientific developments and a new device for improving and restoring mountain pasture areas by sowing grass seeds on depleted and thinned grass. The absence of small-sized maneuverable units capable of sowing grass seeds on sparse grass in the mountains was revealed. **The purpose** of the study is to develop and manufacture a laboratory sample of a block module based on a mini-tractor “Fenshow-180”, for surface sowing of grass seeds. **The object** of the study is agrotechnical techniques and an aggregate for the introduction of grass seeds, providing accelerated restoration of mountain pasture areas, increasing the yield of perennial grasses and soil resistance to water and wind erosion. **The objectives** of the research included the substantiation of the technology, the assessment of the effect of sowing grass seeds on the change in the qualitative and quantitative composition of the herbage, the possibility of improving plant nutrition and water-air regime, enriching the fodder herbage by sowing valuable types of herbs. **Methodology and methods.** The tests were carried out in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia – Alania, in areas located at an altitude of 1540 meters above sea level. The planting of herbs was carried out on a rarefied section of the northern slope with a steepness of 160 in the area Sugsadtanrag. A technical examination of the unit was carried out according to the agrotechnical requirements and the terms of reference. The surface application of grass seeds was carried out according to the application standards. **Results.** It was found that the laboratory sample of the unit meets the agrotechnical requirements and technical specifications, the herbage yield increased in various areas from 90–170 %, the botanical composition of the herbage changed, which affected the quality of feed, provided an increase in the nutritional value of meadow grasses from 0.7 to 2.8–3.5 thousand fodder units/ha, with a content of 120–145 g digestible protein per 1 feed unit of dry mass of feed. The conclusion is made about the expediency of using the developed block module in mountain meadows and pastures with a slope of up to 16°. **Scientific novelty.** For the first time, a technology has been developed and a small-sized seeder based on a mini-tractor for the restoration of mountain pastures has been manufactured.

**Keywords:** aggregate, mountains, slopes, mini-tractor, grass mixtures, meadows, pastures.

**For citation:** Gulueva L. R. Tekhnologiya uluchsheniya degradirovannykh gornykh lugov i pastbishch Tsentral'nogo Kavkaza [Technology for improving degraded mountain meadows and pastures in the Central Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 06 (235). Pp. 13–22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-13-22. (In Russian.)

## References

1. Zotov A. A., Agafonova L. I. Energoekonomicheskaya otsenka estestvennykh pastbishchnykh ekosistem Rossii [Energy-economic assessment of natural pasture ecosystems in Russia] // *Netraditsionnoe ekorastenievodstvo, selektsiya, genetika i biozemledelie. Okhrana bio-noosfery i kosmologiya. Filosofiya estestvoznaniya i ekoobrazovanie v triedinstve ekonomiki, ekologii i zdorov'ya: trudy XXVIII mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma*. Alushta, 2019. Pp. 62–73. (In Russian.)
2. Zhang Z., Yu K., Siddique K. H. M., Nan Z. 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. Pp. 257–269. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.02.027.
3. Kutuzova A. A. Nauchnoe obespechenie lugovogo kormoproizvodstva Rossii [Scientific support of meadow forage production in Russia] // *Adaptive Fodder Production*. 2022. No. 3. Pp. 14–24. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-14-24. (In Russian.)
4. Mamiev D. M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO – Alaniya [Prospects for the development of biological farming in the Republic of North Ossetia – Alania] // *Nauchnaya zhizn'*. 2019. Vol. 14. No. 9 (97). Pp. 1396–1402. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402. (In Russian.)
5. Dzhibilov S. M., Gulueva L. R., Korobeynik I. A. Agregat dlya sgrebaniya kamney s odnovremennym avtomaticheskim podsevom trav na gornye luga i pastbishcha Severnogo Kavkaza [A unit for raking stones with simultaneous automatic sowing of grasses on mountain meadows and pastures of the North Caucasus] // *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018. Vol. 55. No. 1. Pp. 106–112. (In Russian.)
6. Soldatova I. E., Soldatov E. D., Gulueva L. R. Resursosberegayushchie tekhnologii zagotovki sena v gornoy zone Tsentral'nogo Kavkaza [Resource-saving technologies for hay harvesting in the mountainous zone of the Central Caucasus] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 8 (211). Pp. 18–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-211-08-18-27. (In Russian.)
7. Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Rodionova A. V., Zhezmer N. V., Provornaya E. E., Zapivalov S. A. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic efficiency of improved technologies for the creation and use of seeded hayfields] // *Kormoproizvodstvo*. 2020. No. 3. Pp. 3–8. (In Russian.)
8. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Sedova E. G., Tsybenko N. S. Agro-energy efficiency of using new zoned varieties to create cultivated pastures in the forest zone of the european part of Russia // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants*. 2021. Article number 012031. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012031.
9. Savchenko I. V. Resursosberegayushchee ekologicheskoe chistoe rastenievodstvo dlya polucheniya produktsii vysokogo kachestva [Resource-saving organic crop production for high quality products] // *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 2019. Vol. 89. No. 5. Pp. 527–531. DOI: 10.31857/S0869-5873895527-531. (In Russian.)
10. Soldatova I. E., Dzhibilov S. M., Soldatov E. D., Gulueva L. R. Sredstva mekhanizatsii i tekhnologicheskie priemy vosstanovleniya degradirovannykh gornykh agrolandshaftov [Means of mechanization and technological methods for the restoration of degraded mountain agricultural landscapes] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 3 (206). Pp. 38–45. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-38-45. (In Russian.)
11. Zavalin A. A., Sokolov O. A., Shmyreva N. Ya. Ekologiya azotfiktsatsii [Ecology of nitrogen fixation]. Saratov: Amrit, 2019. 252 p. (In Russian.)
12. Kutuzova A. A., Kosolapov V. M., Teberdiev D. M. Economic efficiency of creation and use of long-term hayfields on dry lands of the non-chernozem zone // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2nd All-Russian Conference with International Participation “Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants”*. 2021. Article number 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012060.
13. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator [Adaptive energy-saving cultivator] // *Selskiy Mechanizator*. 2019. No. 2. Pp. 8–9. (In Russian.)
14. Kudzaev A., Kalagova R., Tsgoev A., Korobeynik I., Urtaev T. Clarification on the soil cutter parameters used for cultivation // *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference*. Saratov, 2022. Article number 193. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012193.
15. Kudzaev A. B., Tsgoev A. E., Tsgoev D. V., Korobeynik I. A., Kalagova R. V. Development of an adjustable safety lock with glass and plastic rods used for a reversible plow // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Article number 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/488/1/012025.

**Author's information:**

Lyudmila R. Gulueva<sup>1</sup>, leading designer of the laboratory of agricultural mechanization, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 919 420-91-39, [luda\\_gulueva@mail.ru](mailto:luda_gulueva@mail.ru)

<sup>1</sup> North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Scientific Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Mikhaylovskoe, Russia