

Блок-модуль для поверхностного внесения биопрепаратов на горные луга и пастбища

Сергей Майрамович Джибиллов,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник;

Людмила Романовна Гулуева,
научный сотрудник,
e-mail: luda_gulueva@mail.ru

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук, с. Михайловское, Республика Северная Осетия – Алания, Российская Федерация

Реферат. Показали, что постоянное использование горных лугов и пастбищ приводит к истощению и обеднению почвы. Отметим, что жидкие биопрепараты на основе микроорганизмов способствуют восстановлению плодородия почвы. Выявили отсутствие серийных образцов малогабаритных маневренных машин для мелкоконтурных участков, которые могут поверхностно вносить растворы биопрепаратов на горные луга и пастбища. (*Цель исследования*) Разработать и изготовить лабораторный образец агрегата для горной зоны на базе мини-трактора *Feng Shou 180*, обеспечивающий снижение деградационных процессов склоновых участков. (*Материалы и методы*) Обосновали и создали лабораторный образец машины, конструкция которой адаптирована для работ с деградированными почвами в горах, с уклоном обрабатываемых участков до 15 градусов. Испытания технологии проводили в горной зоне Республики Северная Осетия – Алания на высоте 1540 метров над уровнем моря. Осуществили техническую экспертизу лабораторного образца блок-модуля для поверхностного внесения биопрепаратов по принятым стандартам. (*Результаты и обсуждение*) Изготовили блок-модуль для поверхностного внесения биопрепаратов на горные луга и пастбища. Установили, что лабораторный образец агрегата соответствует агротехническим требованиям и техническому заданию. Рассчитали необходимые параметры: емкость цистерны – 300 литров, норма расхода препаратов – 0,109 литра в секунду, диаметр трубопроводов – 12 миллиметров. Определили, что применение блок-модуля повысило урожайность многолетних трав горной зоны за один год на 15-20 процентов, позволило укрепить дернину, что в дальнейшем будет препятствовать развитию водной и ветровой эрозии.

Ключевые слова: почвенная деградация, горные склоны, эрозия склоновых участков, мини-трактор, поверхностное внесение биопрепаратов, влагообеспечение.

Для цитирования: Джибиллов С.М., Гулуева Л.Р. Блок-модуль для поверхностного внесения биопрепаратов на горные луга и пастбища // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №2. С. 76-81. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-76-81. EDN DFZUYK.

Block-Module for the Surface Application of Biologies to Mountain Meadows and Pastures

Sergey M. Dzhibilov,
Ph.D.(Eng.), senior researcher;

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

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoe, the Republic of North Ossetia–Alania, Russian Federation

Abstract. It was shown that the constant use of mountain meadows and pastures leads to soil depletion and deterioration. Liquid microorganisms-based biologies are considered to contribute to the soil fertility restoration. It has been revealed that there is a lack of serial samples of small-sized maneuverable machines for small contour areas, which could superficially apply solutions of biologies to mountain meadows and pastures. (*Research purpose*) To develop and manufacture a laboratory model of the unit for the mountainous area based on the Feng Shou 180 mini-tractor, which could reduce the slope areas degradation processes. (*Materials and methods*) A laboratory sample of the machine has been substantiated and developed. Its design is adapted to work with degraded soils in the mountains with a slope of cultivated areas up to 15 degrees. The technology was tested in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia-Alania at an altitude of 1540 meters above sea level. A technical examination of a laboratory sample of a block module for biologies surface application was carried out according to the adopted standards.

(Results and discussion) A block-module has been developed for biological surface application to mountain meadows and pastures. It was identified that the unit laboratory sample complies with the agrotechnical requirements and the terms of reference. The following necessary parameters were calculated: tank capacity is 300 liters, application rate is 0.109 liters per second, pipeline diameter is 12 millimeters. It was determined that the use of the block-module increased the yield of perennial grasses in the mountain zone by 15-20 percent in one year, made it possible to strengthen the turf, which will prevent the development of water and wind erosion in the future.

Keywords: soil degradation, mountain slopes, slope erosion, mini-tractor, surface application of biologics, moisture supply.

For citation: Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Blok-modul' dlya poverkhnostnogo vneseniya biopreparatov na gornye luga i pastbishcha [Block-module for the surface application of biologics to mountain meadows and pastures]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol. 16. N2. 76-81 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-76-81. EDN DFZUYK.

Постоянное использование горных лугов и пастбищ приводит к истощению и обеднению почвы. Для восстановления плодородия почвы используют современные технологии, например применяют жидкие биопрепараты на основе микроорганизмов [1].

Биопрепараты, в состав которых входят живые полезные микроорганизмы, оказывают благотворное влияние на связь почвы и растений. У растений увеличивается устойчивость к различным бактериальным и вирусным заболеваниям, они меньше поражаются вредителями. Одновременно происходит санация почвы при частом выращивании культур на одном участке. Применение биопрепаратов улучшает всхожесть семян и энергию их прорастания. При посадке рассады и саженцев уменьшается воздействие на них стрессовой составляющей, что способствует быстрейшему корнеобразованию. Снижается содержание токсичных химических элементов и нитратов в растениях, повышается урожайность. Укрепляются травостой и дернина, что препятствует водной и ветровой эрозии склоновых лугов и пастбищ [2, 3]. Закон об органическом сельском хозяйстве, вступивший в силу в 2021 г., а также биологизация аграрного производства предусматривают отказ от минеральных удобрений и химических пестицидов и использование вместо них специальных препаратов, включенных в особый перечень.

Однако в регионе нет серийных образцов малогабаритных маневренных (для мелкоконтурных участков) машин, которые могут поверхностно вносить растворы биопрепаратов на горные луга и пастбища. Поэтому для горной и предгорной зон актуально создание такого блок-модуля [4, 5].

Сотрудники Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства спроектировали и изготовили лабораторный образец блок-модуля для внесения биопрепаратов на поверхность деградированных участков горной зоны с уклоном до 15°, на базе мини-трактора. Отмечены повышение производительности труда и продуктивности горных кормовых угодий на 15-20%, экологической устойчивости

склоновых участков к водной и ветровой эрозии [6, 7].

Цель исследования – разработать и изготовить лабораторный образец блок-модуля для поверхностного внесения биопрепаратов на деградированные горные луга и пастбища на базе мини-трактора *Feng Shou 180*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Объектом исследования стали патентная и научная литература, эскизный проект. Создали лабораторный образец блок-модуля для поверхностного внесения биопрепаратов на деградированные горные луга и пастбища с уклоном обрабатываемых участков до 15° [8, 9].

Агрегат должен обеспечивать работу на почвах при влажности 60-80% и твердости до 3,5 МПа. Максимальная конструктивная ширина захвата – 2,8 м, рабочая скорость – 5-7 км/ч. Предусмотрена наработка на горных склонах не менее 300 га в сезон, производительность – не менее 1,5 га/ч.

Разработали конструкцию и технологическую схему работы лабораторного образца, техническое задание, технические условия на изготовление, агротехнические требования [10-13]. Выполнили эскизный проект на лабораторный образец, комплектовали узлы и детали машины. Провели стендовые и полевые испытания блок-модуля. В ходе технической экспертизы руководствовались требованиями ОСТ 10 6.1-2000 «Стандарт отрасли, испытание сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели и машины для приготовления рабочей жидкости. Методы оценки функциональных показателей» и ГОСТ 33686-2015 «Машины для транспортирования и внесения жидких удобрений. Методы испытаний».

Лабораторный образец спроектирован на базе китайского мини-трактора *Feng Shou 180* (возможен вариант агрегатирования на тракторах подобного класса) [14, 15]. Блок-модуль состоит из прямоугольной сварной рамы, устройства, обеспечивающего полуавтоматическое присоединение устройства к трактору, двух опорных колес для регулировки хода [16].

Равномерность подачи рабочей жидкости и надежность в работе обеспечивает перепад рабочей жидкости в емкости и распылителях (рис. 1). Подача

рабочего раствора к распределителям обеспечивает электрическими клапанами, которыми тракторист управляет из кабины [17].

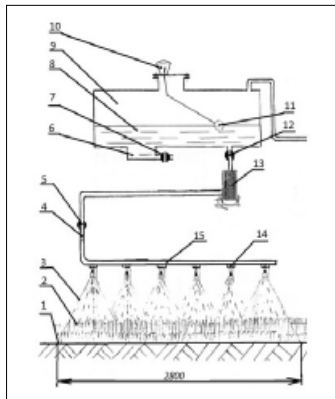


Рис. 1. Технологическая схема лабораторного образца блок-модуля для поверхностного внесения биопрепаратов на горные луга и пастбища: 1 – почва; 2 – травостой; 3 – факел распыла; 4 – шланг; 5 – кран регулировочный; 6 – отстойник; 7 – кран отстойника; 8 – раствор; 9 – цистерна; 10 – указатель уровня; 11 – поплавок; 12 – главный кран, подающий раствор; 13 – фильтр; 14 – распылитель; 15 – коллектор распылителей

Объем бочки обеспечивает надежную работу агрегата на гонах до 1 км и на площади до 10 га, при расходе рабочего раствора 10 л/га.



Рис. 2. Лабораторный образец агрегата для горной зоны на базе мини-трактора Feng Shou 180

Опытный образец может агрегатироваться посредством автосцепки с мини-трактором *Feng Shou 180* и его аналогами (рис. 2). Основные узлы агрегата представлены цистерной для рабочего раствора с уровнем, коллектором распылителей, краном регулировочным, самотечной магистралью с фильтром и краном. Цистерна крепится на раме блок-модуля хо-

мутами [18]. Распределительная штанга состоит из трубы, штуцеров и ультрамалообъемных распылителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Расчет емкости цистерны приводим из условия нормы внесения (10 л/га) и требования обеспечить работу агрегата без заправки рабочего раствора не менее 1 ч.

Часовая производительность агрегата равна, га/ч:

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

где Ш – рабочая ширина захвата машины, Ш = 2,8 м;
 V_p – рабочая скорость движения машины, $V = 7,0$ км/ч;

k – коэффициент использования рабочего времени (принимается $k = 0,8$);

0,1 – коэффициент перевода гектара, м²;

$$W_{\text{час}} = 2,8 \cdot 7,0 \cdot 0,8 \cdot 0,1 = 1,57 \text{ га/ч.}$$

Емкость цистерны можно определить из выражения:

$$E_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{час}} \cdot N}{n \cdot \rho} \cdot K,$$

где $E_{\text{ц}}$ – емкость цистерны, м³;

$W_{\text{час}}$ – часовая производительность агрегата, га/ч;

N – норма внесения жидких удобрений л/га (принимается 200 л/га)

K – коэффициент запаса емкости (принимается $K = 1,2$)

n – количество емкостей для жидких удобрений (принимается $n = 1$, согласно технологической схеме);

ρ – плотность жидких удобрений (принимается $\rho = 1000$ кг/м³).

Подставив значения, имеем:

$$E_{\text{ц}} = \frac{1,57 \cdot 200}{1 \cdot 1000} \cdot 1,2 = 0,314 \text{ м}^3.$$

Для опытного образца агрегата принимаем емкость цистерны $E_{\text{ц}} = 300$ л.

Расход раствора через один распылитель определяется по формуле, л/мин:

$$q = \frac{B \cdot V \cdot Q}{600 \cdot z},$$

где V – скорость движения агрегата, $V = 7,0$ км/ч;

B – ширина захвата, м;

z – число распылителей на штанге, $z = 6$;

Q – планируемая норма внесения раствора, л/га.

Принимаем для распыления стандартное капельное устройство, обеспечивающее расход рабочей жидкости 10 л/га по расходу жидкости q :

$$q = \frac{2,8 \cdot 7,0 \cdot 200}{600 \cdot 6} = 1,09 \text{ л/мин.}$$

Расход жидкости всеми распылителями равен:

$$Q_{\text{раб}} = qz = 1,09 \cdot 6 = 6,53 \text{ л/мин} = 0,109 \text{ л/с.}$$

Вычислим толщину стенок трубопровода, м:

$$S = \frac{P_{\text{max}} \cdot d_{\text{ai}}}{2 \cdot [\sigma]_p},$$

где $P_{\max}$ – испытательное давление в системе, равное 10 МПа;

$d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр труб, $d_{\text{вн}} = 12$ мм (согласно ГОСТ 8737-75);

$[\sigma_p]$ – допускаемые напряжения растяжения Ст 30, $[\sigma_p] = 200$ МПа.

$$\text{Отсюда: } S = \frac{10 \cdot 12 \cdot 0 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 200} = 0,0003 \text{ м.}$$

Для определения нормы внесения растворов биопрепаратов устанавливаем распылители с диаметром отверстий 1,2 мм. Под каждый распылитель ставим ванночку и в течение 1 мин выдаем раствор в ванночки, взвешиваем и корректируем расход по данным таблицы.

Таблица		Table		
КОНТРОЛЬ РАСХОДА РАСТВОРА (ШИРИНА ЗАХВАТА 2,8 м), л/МИН SOLUTION FLOW CONTROL (WIDTH 2.8 m), L/MIN				
Передача Transmission	Скорость агрегата, км/ч Unit speed, km/h	Норма расхода, л/га Application rate l/ha		
		200	300	350
II	3,30	3,1	4,6	6,2
III	5,66	5,1	7,6	10,2
IV	7,00	6,3	9,5	12,6

В технологическое оборудование блок-модуля входят узлы:

- емкость для раствора биопрепарата;
- штанга с наконечниками и распылителями;
- несущая рама;
- шланги, соединяющие рабочие органы;
- компрессор трактора, создающий давление в резервуаре;
- устройство для включения и отключения блок-модуля.

Жидкость под давлением воздуха от компрессора должна поступать к распылителям через кран, которым управляет оператор из кабины трактора.

Движение – поперек склона, сверху вниз челночным способом [19, 20].

Выводы. Впервые на базе мини-трактора *Feng Shou 180* создан лабораторный образец блок-модуля для поверхностного внесения биопрепаратов на деградированные горные луга и пастбища с уклоном до 15°. Лабораторный образец агрегата соответствует агротехническим требованиям и техническому заданию (что было этапом разработки 2020-2021 гг.). Поверхностное внесение биопрепаратов осуществляется согласно нормам внесения. Применение блок-модуля в дальнейшем будет препятствовать развитию водной и ветровой эрозии. Испытания и обработка данных результатов работы лабораторного образца агрегата по влиянию на снижение деградационных процессов склоновых участков, повышение урожайности и качества травостоя запланированы на ближайшие два года (2022-2023 г.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зотов А.А., Агафонова Л.И., Шамсутдинов З.Ш., Головин В.П., Шамсутдинов Н.З. Энергоэкономическая оценка естественных пастбищных экосистем России // *Нетрадиционное экорастениеводство, селекция, генетика и биоземледелие. Охрана биосферы и космология. Философия естествознания и экообразования в триединстве экономики, экологии и здоровья: труды XXVIII международного научного симпозиума. Алушта.* 2019. С. 62-73.
2. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2019. Vol. 269. 257-269.
3. Кутузова А.А., Шапов А.С., Косолапов В.М. и др. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечерноземной зоне РФ // *Кормопроизводство.* 2021. N2. С. 3-9.
4. Мамиев Д.М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО – Алания // *Научная жизнь.* 2019. Т. 14. N9(97). С. 1396-1402.
5. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Коробейник И.А. Агрегат для сгребания камней с одновременным автоматическим подсевом трав на горные луга и пастбища Северного Кавказа // *Известия Горского государственного аграрного университета.* 2018. Т. 55. N1. С. 106-112.
6. Trofimov I.A., Kosolapov V.M., Trofimova L.S., et al. Geobotanical indication of flooding and salinization of lands the Volga region and western Kazakhstan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021. 012026.
7. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В. и др. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов // *Кормопроизводство.* 2020. N3. 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. N3. С. 9-14.
9. Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // *Вестник Российской академии наук.* 2019. Т. 89. N5. С. 527-531.
10. Солдатова И.Э., Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р. Средства механизации и технологические приемы восстановления деградированных горных агроландшафтов // *Аграрный вестник Урала.* 2021. N3(206). С. 38-45.
11. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амрит. 2019. 252 с.

12. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards. *Indian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. N2. 239-243.
13. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А., Цгоев А.Э., Коробейник И.А. Адаптивный энергосберегающий культиватор // *Сельский механизатор*. 2019. N2. С. 8-9.
14. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 714-720.
15. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 658-666.
16. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Усовершенствованная технология улучшения деградированных склоновых участков горной и предгорной зон // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. N1. С. 57-62.
17. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Многофункциональный агрегат для улучшения горных лугов и пастбищ // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2016. Т. 53. N3. С. 103-111.
18. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д. Биологические основы восстановления бросовых земель горных агроландшафтов // *Плодородие*. 2018. N6(105). С. 63-65.
19. Солдатов Э.Д., Солдатова И.Э. Влияние лугопастбищных фитоценозов на экологическое состояние экосистем горной зоны Центрального Кавказа // *Горное сельское хозяйство*. 2018. N3. С. 65-67.
20. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А., Ахалая Б.Х. Агротехническое и экологическое обоснование эффективности (целесообразности) использования биоактивных технологических способов обработки залежей и запущенных угодий. В сборнике: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. 2013. С. 127-130.

REFERENCES

1. Zotov A.A., Agafonova L.I., Shamsutdinov Z.Sh., Golovin V.P., Shamsutdinov N.Z. Energoekonomicheskaya otsenka estestvennykh pastbishchnykh ekosistem Rossii [Energy-economic assessment of natural pasture ecosystems in Russia]. *Netraditsionnoe ekorastenievodstvo, selektsiya, genetika i biozemledelie. Okhrana bionosfery i kosmologiya. Filosofiya estestvoznaniya i ekoobrazovanie v triedinstve ekonomiki, ekologii i zdorov'ya: trudy XXVIII mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma. Alushta*. 2019. 62-73 (In Russian).
2. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 269. 257-269 (In English).
3. Kutuzova A.A., Shpakov A.S., Kosolapov V.M., et al. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Nechernozemnoy zone RF [Current state and potential of forage production in the non-chernozem region]. *Kormoproizvodstvo*. 2021. N2. 3-9 (In Russian).
4. Mamiev D.M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO – Alaniya [Prospects for the development of biological agriculture in RSO – Alania]. *Nauchnaya zhizn'*. 2019. Vol. 14. N9(97). 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 [Plant for raking stones with synchronous automatic seeding of grasses on mountain meadows and pastures in the north caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. Vol. 55. N1. 106-112 (In Russian).
6. Trofimov I.A., Kosolapov V.M., Trofimova L.S., et al. Geobotanical indication of flooding and salinization of lands the Volga region and western Kazakhstan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 012026 (In English).
7. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V., et al. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic effectiveness of improved cultivation techniques for man-made hayfields]. *Kormoproizvodstvo*. 2020. N3. 3-8 (In Russian).
8. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Sozdanie vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Development of high-productive hay meadows and pastures in the mountain zone of the north caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. Vol. 54. N3. 9-14 (In Russian).
9. Savchenko I.V. Resursosberegayushchee ekologicheskoye chistoye rastenievodstvo dlya polucheniya produktsii vysokogo kachestva [Conservation agriculture in high quality food production]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 2019. Vol. 89. N5. 527-531 (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]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2021. N3(206). 38-45 (In Russian).
11. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya. Ekologiya azotfiksatsii [Ecology of nitrogen fixation]. Saratov: Amrit. 2019. 252 (In Russian).

12. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards. *Indian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. N2. 239-243 (In English).
13. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator [Adaptive energy-saving cultivator]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2019. N2. 8-9 (In Russian).
14. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 714-720 (In English).
15. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. N11. 658-666 (In English).
16. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Uovershenstvovannaya tekhnologiya uluchsheniya degradirovannykh sklonovykh uchastkov gornoy i predgornoy zon [Advanced technology for improving degraded slopes in mountainous and foothill zones]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2021. Vol. 15. N1. 57-62 (In Russian).
17. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Mnogofunktsional'nyy agregat dlya uluchsheniya gornyykh lugov i pastbishch [Multi-functional aggregate for the mountain meadows and pastures improvement]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. Vol. 53. N3. 103-111 (In Russian).
18. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Biologicheskie osnovy vosstanovleniya brosovykh zemel' gornyykh agrolandschaftov [Biological fundamentals of the restoration of waster lands of mountain agrolandscapes]. *Plodorodie*. 2018. N6(105). 63-65 (In Russian).
19. Soldatov E.D., Soldatova I.E. Vliyaniye lugopastbishchnykh fitotsenozov na ekologicheskoye sostoyaniye ekosistem gornoy zony Tsentral'nogo Kavkaza [Influence of meadows and pastures phytocenoses on ecological state of ecosystems of the mountain zone of the central caucasus]. *Gornoe sel'skoye khozyaystvo*. 2018. N3. 65-67 (In Russian).
20. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A., Akhailaya B.Kh. Agrotekhnicheskoye i ekologicheskoye obosnovaniye effektivnosti (tselesoobraznosti) ispol'zovaniya bioaktivnykh tekhnologicheskikh sposobov obrabotki zalezhey i zapushcheknykh ugodiy [Agrotechnical and ecological justification of the effectiveness (expediency) of the use of bioactive technological methods of processing deposits and neglected lands]. V sbornike: Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii. Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 145-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika zemledel'cheskoy mekhaniki akademika V.P. Goryachkina. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva. 2013. 127-130 (In Russian).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Джибилов С.М. – научное руководство, формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов.
Гулуева Л.Р. – написание и доработка текста, литературный анализ, разработка эскизов, обработка результатов исследований, визуализация.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Dzhibilov S.M. – scientific supervision, formulation of the research main directions, development of theoretical premises, development of general conclusions.

Gulueva L.R. – writing and finalizing the manuscript, literature review, development of sketches, processing of research results, visualization.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

14.01.2022

19.04.2022