



Научная статья

УДК 633.2.039

doi: 10.55186/25876740_2022_65_4_348

ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРИЕМЫ РЕСТАВРАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Э.Б. Дедова¹, К.В. Маштыков², Г.Н. Кониева¹, Б.А. Гольдварг³¹Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия²Институт комплексных исследований аридных территорий, Элиста, Россия³Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Б. Нармаева — филиал Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, Элиста, Россия

Аннотация. Пастбищные системы, расположенные на территории Северо-Западного Прикаспия, функционируют много веков. Нерациональное использование естественных кормовых угодий, связанное с недопустимой экологической пастбищной нагрузкой, несоблюдением пастбищеоборотов и мероприятий противопожарной безопасности, привело к деградации пастбищных фитоценозов и увеличению площади открытых песчаных массивов более 1 млн га. Экологическое обоснование формирования продукционного процесса и продуктивности многовидовых пастбищно-мелиоративных экосистем с участием ксерогалофитных многолетних трав разрабатывалось для аридных условий Республики Калмыкия в 2017-2021 гг. Определены функциональные параметры доминирующих видов растений естественных кормовых угодий Республики Калмыкия, рекомендуемых для агро-фитомелиоративных приемов реставрации деградированных пастбищ: житняка пустынный, житняка сибирский, пырей удлиненный, пырей сизый, полын белая, прутняк. Фитомелиоранты обладают виолентными свойствами стратегии, пациентными свойствами выносливости, имеют наибольшую скорость линейного роста. Высота растений у пырея достигала 90-96 см, у житняка — 76-85 см. Проективное покрытие составляло на второй год жизни (2019 г.) 75-80 %. Урожайность сухой массы в среднем за годы исследований — 1,2-1,5 т/га. Разработана технология ускоренного залужения деградированных пастбищных угодий на основе посева многолетних ксерогалофитных культур: житняка пустынного (*Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schult.), житняка сибирского (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), пырея удлиненного (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), пырея сизого (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*), обладающих фитомелиоративными свойствами и обеспечивающих формирование продуктивных агроэкосистем.

Ключевые слова: пастбища, деградация, растительный покров, фитомелиорация, пастбищная нагрузка, продуктивность

Original article

PHYTOMELIORATIVE METHODS OF DEGRADED PASTURE LANDS RESTORATION OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION

E.B. Dedova¹, K.V. Mashtykov², G.N. Konieva¹, B.A. Goldvarg³¹All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia²Institute of Complex Research of Arid Areas, Elista, Russia³Kalmyk Research Institute of Agriculture named after M.B. Narmaev — Branch of the Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Elista, Russia

Abstract. Pasture systems located on the territory of the North-Western Caspian region have been functioning for many centuries. Irrational use of natural fodder lands associated with unacceptable ecological pasture pressure, non-compliance with pasture rotation and fire safety measures led to the degradation of pasture phytocenoses and the increase of the open sandy area by more than 1 million hectares. Ecological substantiation of the formation of the production process and productivity of multi-species pasture-reclamation ecosystems with the participation of xerogalophytic perennial grasses was developed for arid conditions of the Republic of Kalmykia in 2017-2021. The functional parameters of the dominant plant species of natural fodder lands of the Republic of Kalmykia that recommended for agro-phytomeliorative methods of restoration of degraded pastures were determined: desert wheatgrass, Siberian wheatgrass, elongated couch grass, gray couch grass, white wormwood and rod grass. Phytomeliorants have violent properties of strategy, patient properties of endurance and the highest linear growth rate. The height of plants in wheatgrass reached 90-96 cm, in wheatgrass — 76-85 cm. The projective cover was 75-80 % in the second year of life (2019). Dry weight yield — 1.2-1.5 t/ha. A technology has been developed for accelerated grassing of degraded pastures based on the sowing of perennial xerogalophytic crops: desert wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schult.), Siberian wheatgrass (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), elongated wheatgrass (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), gray couch grass (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*), which have phytomeliorative properties and ensure the formation of productive agroecosystems.

Keywords: pastures, degradation, vegetation cover, phytomelioration, pasture load, productivity

Введение. Территория Республики Калмыкия относится к Северо-Западному Прикаспию, где одной из актуальных экологических и социально-экономических проблем является опустынивание земель, вызванное природно-антропогенными факторами. Проявление процессов деэртификации особенно характерно для пустынно-полупустынной зоны региона, где зональными являются почвы легкого гранулометрического состава, подвергающиеся процессам дефляции (бурые полупустынные супесчаные

и песчаные) [1, 5, 6, 7, 13]. Изучение проблем деградации пастбищных агроэкосистем в историческом аспекте показывает, что уже в 1980-1990-е годы на фоне усиливающейся аридизации климата бессистемное стравливание пастбищ, значительная их перегрузка, игнорирование проведения противоэрозийных мероприятий способствовало появлению на территории Европы пустыни антропогенного характера.

Для ликвидации очагов опустынивания были проведены фитомелиоративные работы,

позволившие весьма успешно снизить их площади. В период реализации экологического проекта «Генеральная схема по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» (1986-1996 гг.) были проведены агро-фитомелиоративные работы по закреплению открытых песков, объем которых составил около 400 тыс. га [5, 8, 9].

В настоящее время на территории Черных земель, по данным геоинформационного анализа, проведенного Институтом космических



исследований РАН [15], площадь открытых песков составляет более 1,4 млн га, что сопоставимо с площадью территории опустынивания в 1984-1986 гг. Только в 2020 г. среднемесячный (май-сентябрь) прирост площади песчаных массивов на территории Республики Калмыкия составил 65,7 тыс. га.

Для территорий Северо-Западного Прикаспия разработаны методы и технологии фитомелиоративных приемов восстановления продуктивности естественных кормовых угодий, дифференцированные по типам и видам деградации с учетом особенностей очага опустынивания [2, 5, 8, 10, 11, 12,14]. Восстановление природных кормовых угодий в республике осуществляется по двум направлениям: ускоренное (коренное и поверхностное) улучшение деградированных пастбищ и закрепление открытых песков, и создание на них пастбищных агроценозов [5, 10, 14].

Однако некомплексное землепользование пастбищных угодий с недостаточной продуманной политикой содержания nomadных видов сельскохозяйственных животных, недостаточным обводнением территории, низким потенциальным плодородием почвы, на фоне усиливающейся в последние годы аридизации климата, приводит к интенсивному проявлению процессов деградации.

Цель исследования — разработка агрофитомелиоративных приемов по восстановлению деградированных пастбищных угодий и повышению их продуктивности на территории Республики Калмыкия.

Условия и методика исследований. Основной структурной составляющей экосистемы территории Республики Калмыкия являются природные пастбища и сенокосы, которые занимают 2/3 земельного фонда. При этом площадь естественных пастбищ на территории региона составляет 5,2 млн га. Продуктивность естественных пастбищных угодий Северо-Западного Прикаспия является самой низкой по России (до 100-200 корм. ед./га), по данным [1, 2, 6, 10, 11, 12,14] «скорость снижения продуктивности достигает 1,0-1,5% в год».

Основой рационального использования пастбищ является соответствие нагрузки на пастбища. Установление норм пастбищной нагрузки проводится с целью предотвращения процессов деградации и сохранения кормовых угодий. Экологически допустимые нормы нагрузки на пастбищные агроэкосистемы, принятые Правительством Республики Калмыкия от 31 марта 2015 г., варьируют для пустынной и полупустынной зон от 0,31 до 0,56 условных голов овец на 1 га.

Анализ динамики поголовья сельскохозяйственных животных в Республике Калмыкия показывает, что численность животных в последние годы уменьшилась до уровня конца 1980-х годов (рис.). Фактическая пастбищная нагрузка в среднем по региону составила 1,2 условных голов овец на 1 га, что выше нормативной в 2,2-4,1 раза.

Экспериментальные исследования по разработке агрофитомелиоративных приемов, способствующих восстановлению деградированных пастбищных агроэкосистем, были проведены в аридной зоне российского Северо-Западного Прикаспия в 2017-2021 гг. На опытном участке Черноземельского района Республики Калмыкия преобладают бурые полупустынные легкосуглинистые почвы. Зональные почвы характеризуются малым содержанием гумуса, низкой обеспеченностью азотом и фосфором,

повышенной — калием. Методической основой исследований являлся метод «залужения» или «агростепей» [3], способствующий более быстрому восстановлению деградированных пастбищных угодий.

Для реализации поставленных задач отбирали доминирующие виды растений естественных кормовых угодий с учетом эколого-ценотических параметров: житняка сибирский (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), пырей удлиненный (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), пырей сизый (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*).

Технологические приемы и обсуждение результатов. Обработку почвы проводили при помощи флоскореза-глубокорыхлителя КПГ-250 на глубину 12-14 см в I-II декаду сентября 2017 г. по полосам с шириной 150 м. Посев растений житняка сибирского (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), пырея удлиненного (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), пырея сизого (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*) осуществлялся в 2018 г. 23 марта, с нормой высева для растений житняка — 3,0-4,0 млн шт./га, для растений житняка — 5,5-6,5 млн шт./га с одновременным внесением азотных удобрений N₂₀₋₃₀ кг д.в./га. После посева, как правило, на легких по гранулометрическому составу почвах следует осуществлять послепосевное прикатывание с помощью

катков. Данная технологическая операция сглаживает отрицательное воздействие активного ветрового режима.

В первый год жизни растений (2018 г.) уход за агроценозом включал мероприятия борьбы с сорной растительностью (подкашивание). Результаты полевых наблюдений свидетельствуют, что общее количество стеблей в травостое за 2019-2021 гг. варьировало от 352 до 520 шт./м². При этом наибольшая густота травостоя изучаемых видов многолетних растений наблюдалась в фенологической фазе развития «выход в трубку». В этот период биометрические показатели роста растений достигают наибольших значений. Самые высокие растения (96 см) отмечены у пырея удлиненного в 2019 г., у житняка сибирского высота варьировала от 76 до 85 см.

Результаты исследований показали, что на деградированных землях виолентными свойствами эколого-фитоценотической стратегии, в первую очередь, обладают растения пырея. Кроме того, злаковые многолетние травы обладают пациентными свойствами выносливости, имеют наибольшую скорость линейного роста. Так, суточный прирост растений в высоту в период «начало весеннего отрастания» у пырея удлиненного достигал 1,6±0,06 см/сутки, у пырея сизого — 1,4±0,03 см/сутки.

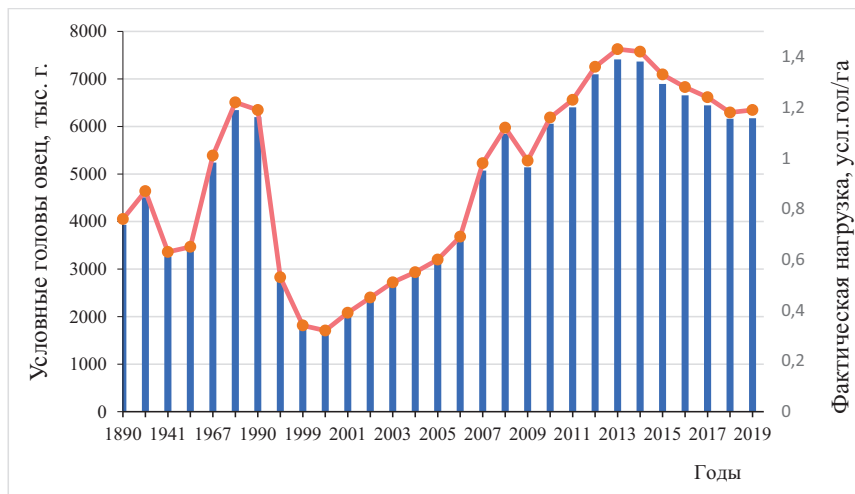


Рисунок. Динамика численности сельскохозяйственных животных и фактической нагрузки на пастбище в Республике Калмыкия

Figure. Dynamics of the number of farm animals and the actual pressure on the pasture in the Republic of Kalmykia

Таблица. Продуктивность многолетних трав на бурых полупустынных почвах, т/га
Table. Productivity of perennial grasses on brown semi-desert soils, t/ha

Вид и сорт многолетней злаковой культуры	Норма высева, млн шт./га	2019 г. 2-й год жизни		2020 г. 3-й год жизни		2021 г. 4-й год жизни	
		семена	сено	семена	сено	семена	сено
Пырей удлиненный сорт Солончаковый	3,0	0,427	3,77	0,035	1,23	0,316	3,04
	3,5	0,548	4,18	0,041	1,41	0,348	3,97
	4,0	0,431	3,92	0,039	1,34	0,294	3,84
Пырей сизый сорт Ставропольский 1	3,0	0,382	3,54	0,028	1,11	0,291	2,89
	3,5	0,396	3,68	0,032	1,26	0,302	3,07
	4,0	0,412	4,07	0,037	1,31	0,318	3,53
НСР ₀₅		0,02	0,18	0,01	0,13	0,04	0,10
Житняк сибирский сорт Новатор	5,5	0,155	1,49	0,010	0,75	0,139	1,36
	6,0	0,205	2,15	0,016	0,88	0,148	1,98
	6,5	0,186	1,83	0,014	0,79	0,142	1,43
Житняк сибирский сорт Боярин	5,5	0,163	1,58	0,011	0,91	0,157	1,56
	6,0	0,230	2,03	0,020	1,04	0,191	1,93
	6,5	0,167	1,71	0,018	0,95	0,163	1,65
НСР ₀₅		0,01	0,16	0,01	0,11	0,01	0,12





С фенологической фазы «кущение» рост растений значительно ускорился. Особенно быстрый рост наблюдался в начале фазы «выход растений в трубку». По вариантам опыта наибольший прирост надземной массы наблюдался у растений пырея — 3,1-3,6 см/сутки.

Наибольшая продуктивность злаковых трав на бурых полупустынных легко- и среднесуглинистых почвах получена у пырея удлиненного в 2019 г. — 4,18 т/га сена при норме высева 3,5 млн шт./га. У житняка сибирского урожайность надземной массы варьировала по вариантам опыта с 1,49 до 2,15 т/га. Следует отметить, что продуктивность в 2020 г. была наименьшей по всем вариантам опыта, что связано с практическим отсутствием атмосферных осадков с июня по ноябрь (табл.).

Фитомелиоративные технологии, основанные на использовании доминирующих видов растений естественных кормовых угодий, обеспечивают реставрацию деградированных пастбищных агроэкосистем. При этом урожайность сухой массы в пастбищных агрофитоценозах в 2-4 раза превышает уровень естественных деградированных кормовых угодий.

Заключение. Разработаны фитомелиоративные приемы реставрации пастбищных агроэкосистем II и III степени (стадии) деградации с участием доминантных кормовых растений житняка сибирского (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy) и пырея удлиненного (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), позволяющие на 3-4-й год использовать данный агроценоз в качестве сенокосных угодий, а в условиях продолжительной засухи — как высокопродуктивные пастбища.

Список источников

- Бакинова Т.И., Оконов М.М. Пастбищные ресурсы аридных территорий: оценка состояния и использования. Элиста: Изд-во Калмыцкого университета, 2013. 146 с.
- Булахтина Г.К., Тютюма Н.В. Исследование потенциала самовосстановления естественного травостоя деградированных природных пастбищ Северного Прикаспия // Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия: материалы научно-практической конференции. Солоное Займище, 2012. С. 26-30.
- Дзыбов Д.С. Метод агростеpei: Ускоренное восстановление природной растительности: методическое пособие. Саратов: Научная книга, 2001. 40 с.
- Дедова Э.Б., Дедов А.А., Бородычев В.В., Сангаджиева С.А. Оценка эколого-мелиоративного состояния пастбищных угодий юго-восточной зоны Республики Калмыкия // Научная жизнь. 2019. № 3. С. 103-113.
- Dedova, E.B., Goldvarg, B.A., Tsagan-Mandzhiev, N.L. (2020). Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods. *Arid Ecosystems*, vol. 10, no. 2, pp. 140-147. Available at: http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=656:nauchna-ya-zhizn-09-2018&catid=39:arhjournal&Itemid=156

Информация об авторах:

Дедова Эльвира Батырвна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, elviola27@gmail.com

Маштыков Кирилл Владимирович, младший научный сотрудник, kirill.mashtykov@mail.ru

Кониева Галина Нагашевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Researcher ID: J-6619-2018, konieva.g@yandex.ru

Гольдварг Борис Айзикович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом аридного земледелия, семеноводства и кормопроизводства, ведущий научный сотрудник, Scopus ID: 57216801265, gb_kniish@mail.ru

Information about the authors:

Elvira B. Dedova, doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, elviola27@gmail.com

Kirill V. Mashtykov, junior researcher, kirill.mashtykov@mail.ru

Galina N. Konieva, candidate of agricultural sciences, leading researcher, Researcher ID: J-6619-2018, konieva.g@yandex.ru

Boris A. Goldvarg, candidate of agricultural sciences, head of the department of arid agriculture, seed production and feed production, leading researcher, Scopus ID: 57216801265, gb_kniish@mail.ru

6. Джапова Р.Р. Структура, продуктивность и устойчивость степных и пустынных фитоценозов в условиях Калмыцкой АССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983. 22 с.

7. Залибеков З.Г., Гамзатова Х.М. Типы опустынивания почв и критерии оценки деградационных процессов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2017. № 2 (194). С. 50-56.

8. Кулик К.Н., Габунщина Э.Б., Кружилин И.П. и др. Опустынивание и комплексная мелиорация агроландшафтов засушливой зоны. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. 85 с.

9. Кулик К.Н., Петров В.И., Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» // Аридные экосистемы. 2018. № 1. С. 5-12.

10. Лачко О.А., Сусякова Г.О. Создание и функционирование пастбищных и противоэрозийных экосистем в Северо-Западном Прикаспии // Научная мысль Кавказа. 2000. № 4. С. 39-45.

11. Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А. Пастбищные дигрессии и восстановительные сукцессии в Северном Казахстане // Вестник науки и образования. 2019. № 17 (71). С. 14-18.

12. Усманов Р.З. Экологическая оценка и научные основы восстановления природного потенциала деградированных почв Северо-Западного Прикаспия: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Махачкала, 2009. 46 с.

13. Шабанов Р.М. Пылевые бури как следствие деградации и опустынивания земель в Республике Калмыкия // А posteriori. 2021. № 1. С. 5-8.

14. Шамсутдинов З.Ш. Мировой опыт биологических мелиораций и перспективы их использования в устойчивом развитии пастбищного хозяйства Западного Прикаспия // Биота и природная среда Калмыкии. М.; Элиста, 1995. С. 106-157.

15. Шинкаренко С.С. Динамика площадей опустынивания на Черных землях. В сборнике: Степи Северной Евразии: материалы девятого международного симпозиума. Оренбург, 2021. С. 863-865.

References

- Bakinova, T.I., Okonov, M.M. (2013). *Pastbishchnye resursy aridnykh territorii: otsenka sostoyaniya i ispol'zovaniya* [Pasture resources of arid territories: assessment of condition and use]. Elista, Publishing House of the Kalmyk University, 146 p.
- Bulakhina, G.K., Tyutyuma, N.V. (2012). Issledovanie potentsiala samovosstanovleniya estestvennogo travostoya degradirovannykh prirodnykh pastbishch Severnogo Priskaspiya [Investigation of the self-healing potential of the natural herbage of degraded natural pastures of the Northern Caspian]. *Puti povysheniya produktivnosti oroshaemykh agrolandshaftov v usloviyakh aridnogo zemledeliya: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Ways to increase the productivity of irrigated agricultural landscapes in arid agriculture: materials of the scientific and practical conference]. Solonoe Zajmishhe, pp. 26-30.
- Dzybov, D.S. (2001). *Metod agrostepi: Uskorennoe vosstanovlenie prirodnoi rastitel'nosti: metodicheskoe posobie* [Agrostepi method: Accelerated restoration of natural vegetation: methodical manual]. Saratov, Nauchnaya kniga Publ., 40 p.
- Dedova, E.B., Dedov, A.A., Borodychev, V.V., Sangadzhieva, S.A. (2019). Otsenka ehkologo-meliorativnogo sostoyaniya pastbishchnykh ugodii yugo-vostochnoi zony Respubliki Kalmykiya [Assessment of the ecological

and meliorative state of pasture lands in the south-eastern zone of the Republic of Kalmykia]. *Nauchnaya zhizn'*, no. 3, pp. 103-113.

5. Dedova, E.B., Goldvarg, B.A., Tsagan-Mandzhiev, N.L. (2020). Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods. *Arid Ecosystems*, vol. 10, no. 2, pp. 140-147. Available at: http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=656:nauchna-ya-zhizn-09-2018&catid=39:arhjournal&Itemid=156

6. Dzhapova, R.R. (1983). *Struktura, produktivnost' i ustoychivost' stepnykh i pustynnykh fitotsenozov v usloviyakh Kalmytskoi ASSR* [Structure, productivity and stability of steppe and desert phytocenoses in the conditions of the Kalmyk ASSR]. Cand. biological sci. diss. Abstr. Moscow, 22 p.

7. Zalibekov, Z.G., Gamzatova, Kh.M. (2017). Tipy opustynivaniya pochv i kriterii otsenki degradatsionnykh protsessov [Types of soil desertification and criteria for assessing degradation processes]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Seriya: Estestvennyye nauki*, no. 2 (194), pp. 50-56.

8. Kulik, K.N., Gabunshchina, E.B., Kruzhillin, I.P. i dr. (2007). *Opustynivanie i kompleksnaya melioratsiya agrolandshaftov zasushlivoi zony* [Desertification and complex reclamation of agricultural landscapes in the dry zone]. Volgograd, VNIALMI, 85 p.

9. Kulik, K.N., Petrov, V.I., Rulev, A.S., Kosheleva, O.Yu., Shinkarenko, S.S. (2018). K 30-letiyu «General'noi skhemy po bor'be s opustynivaniem Chernykh zemel' i Kizlyarskikh pastbishch» [On the 30th anniversary of the "General Scheme to combat desertification of Black Lands and Kizlyar pastures"]. *Aridnye ehkosistemy* [Arid ecosystems], no. 1, pp. 5-12.

10. Lachko, O.A., Suslyakova, G.O. (2000). Sozdanie i funktsionirovaniye pastbishchnykh i protivoerozionnykh ehkosistem v Severo-Zapadnom Priskaspii [Creation and functioning of pasture and erosion control ecosystems in the North-Western Caspian region]. *Nauchnaya mysl' Kavkaza* [Scientific thought of Caucasus], no. 4, pp. 39-45.

11. Stybaev, G.Z.H., Baitelenova, A.A. (2019). Pastbishchnye digrressii i vosstanovitel'nyye suksessii v Severnom Kazakhstane [Pasture digressions and restorative successions in Northern Kazakhstan]. *Vestnik nauki i obrazovaniya*, no. 17 (71), pp. 14-18.

12. Usmanov, R.Z. (2009). *Ehkologicheskaya otsenka i nauchnye osnovy vosstanovleniya prirodnoho potentsiala degradirovannykh pochv Severo-Zapadnogo Priskaspiya* [Ecological assessment and scientific basis for the restoration of the natural potential of degraded soils of the North-Western Caspian]. Dr. biological sci. diss. Abstr. Makhachkala, 46 p.

13. Shabanov, R.M. (2021). Pylevye buri kak sledstvie degradatsii i opustynivaniya zemel' v Respublike Kalmykiya [Dust storms as a consequence of land degradation and desertification in the Republic of Kalmykia]. *A posteriori*, no. 1, pp. 5-8.

14. Shamsutdinov, Z.Sh. (1995). Mirovoi opyt biologicheskikh melioratsii i perspektivy ikh ispol'zovaniya v ustoychivom razvitiit pastbishchnogo khozyaistva Zapadnogo Priskaspiya [World experience of biological land reclamation and prospects for their use in the sustainable development of pasture farming in the Western Caspian region]. *Biota i prirodnaya sreda Kalmykii* [Biota and natural environment of Kalmykia]. Moscow; Elista, pp. 106-157.

15. Shinkarenko, S.S. (2021). Dinamika ploshchadei opustynivaniya na Chernykh zemlyakh [Dynamics of desertification areas on Black Lands]. In: *Stepi Severnoi Evrazii: materialy devyatogo mezhdunarodnogo simpoziuma* [Steppes of Northern Eurasia: proceedings of the ninth international symposium]. Orenburg, pp. 863-865.