

DOI: 10.12731/2658-6649-2025-17-3-1222

EDN: EYOLBF

УДК 581.5:631.6



Научная статья

МОНИТОРИНГ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ОПУСТЫНИВАНИЯ ПАСТБИЩ И ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Л.П. Рыбаилькова

Аннотация

Обоснование. Статья посвящена детальному анализу состояния пастбищ, подверженных опустыниванию в условиях Северо-Западного Прикаспия, сложившегося конкретно на сильноосбитых пастбищах Республики Калмыкия. Отмечается, что основными причинами деградационных процессов на естественных пастбищах являются как сложившиеся природно-климатические условия, так и неоднозначная стратегия использования пастбищных угодий.

Цель исследований – оценка опустынивания сильноосбитых пастбищ полупустынной зоны Калмыкии и приемы фитомелиоративного восстановления пастбищных экосистем.

Материалы и методы. Исследования проводились согласно общепринятым методикам в геоинформатике и геоботанике. Оценка распространения песков по территории восточных районов Калмыкии проводилась с помощью программного комплекса ARC GIS и данных съемки со спутников Landsat 9. Комплексный показатель оценки состояния сильноосбитых пастбищ рассчитывался по формуле $W = \sqrt[n]{Z_1^{a_1} \cdot Z_2^{a_2} \cdot Z_3^{a_3}}$, где Z_i – желательности i -го показателя; a_i – его весомость, n – число показателей. Желательности Z_i для отдельных показателей рассчитывались с помощью линейных уравнений вида $Z_i = a_i x_i + b_i$, полученных на основании функциональной зависимости стандартных желательностей от средних значений диапазонов показателей пастбищ. Весомость показателей a_i определялась методом экспертной оценки. Геоботаническое описание растительности выполняли на пробных участках площадью 0,25 га. Названия растительных сообществ устанавливались по доминантным видам растений, обилие по шкале О. Друдэ. На заложенных трансектах размером 300 м x 4 м учет объема фитомассы кустарников и полукустарников проводился способом модельных кустов, а трав – укосным методом.

Результаты. Разработана карта площадей пастбищ, подверженных распространению песков в восточных районах Калмыкии показывающая, что площади песков в Черноземельском, Яшкульском и Юстинском районах составляют диапазон в пределах 648,0 – 281,3 т. га, с меньшей площадью распространения песков в Лаганском районе – 117,7 т. га. Эти факторы послужили основанием для проведения расчетов комплексного показателя оценки деградации почвенно-растительного покрова сильноосбитых пастбищ республики (W), взяв за основу натуральные значения показателей: сбитость пастбищ, проективное покрытие, продуктивность пастбищных угодий. Установлено, что сильноосбитые пастбища восточной зоны Калмыкии в Черноземельском районе ($W = 0,442$) находятся в состоянии критического уровня деградации, а в Юстинском ($W = 0,761$), Лаганском ($W = 0,814$) и Яшкульского ($W = 0,949$) районах уровень деградации почвенного покрова пастбищ достаточно высок, что предполагает потенциальное распространение на этих территориях песков.

Заключение. Предложено при освоении открытых песчаных массивов и истощённых угодий применять фитомелиорацию (травы + кустарники). Травянисто-кустарниковые угодья, с пастбищезащитными полосами и мелиоративно-кормовыми насаждениями, включающими засухоустойчивые виды кустарника *Calligonum aphyllum* и полукустарника *Krascheninnikovia ceratoides*, обеспечивают проективное покрытие почвы, составляющее 65–70% при увеличении фитомассы, в зависимости от видового состава, от 13,8 до 33,6 ц/га.

Ключевые слова: мониторинг; комплексная оценка; деградация; пастбища; очаги дефляции; фитомелиорация

Для цитирования. Рыбашлыкova, Л. П. (2025). Мониторинг, комплексная оценка опустынивания пастбищ и их восстановление в условиях Северо-Западного Прикаспия. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(3), 148-168. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-3-1222>

Original article

MONITORING, COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF PASTURE DESERTIFICATION AND THEIR RESTORATION IN THE CONDITIONS OF THE OF THE NORTHWESTERN CASPIAN SEA

L.P. Rybashlykova

Abstract

Background. The article is devoted to a detailed analysis of the state of pastures subject to desertification in the conditions of the Northwestern Caspian Sea, which has de-

veloped specifically on heavily beaten pastures of the Republic of Kalmykia. It is noted that the main causes of degradation processes in natural pastures are both the prevailing natural and climatic conditions and an ambiguous strategy for the use of pasture lands.

The **purpose** assessment of desertification of heavily beaten pastures of the semidesert zone of Kalmykia and methods of phytomeliorative restoration of pasture ecosystems.

Materials and methods. The research was conducted according to generally accepted methods in geoinformatics and geobotany. The assessment of the distribution of sands over the territory of the eastern regions of Kalmykia was carried out using the ARC GIS software package and Landsat 9 satellite imagery data. The complex indicator is calculated using the formula $W = \sqrt[n]{Z_1^{a_1} \cdot Z_2^{a_2} \cdot Z_3^{a_3}}$, where Z_i is a desirability of the i -th indicator; a_i is its weight. The desirability of Z_i for individual indicators was calculated using linear equations of the form $Z_i = ax_i + b$, obtained on the basis of the functional dependence of standard desirability on the average values of ranges of pasture indicators. The weight of a_i indicators was determined by the method of expert assessment. The geobotanical description of vegetation was performed on trial plots with an area of 0.25 hectares. The names of plant communities were established according to the dominant plant species, abundance according to the O. Drude scale. On the laid transects measuring 300 m x 4 m, the volume of phytomass of shrubs and semi-shrubs was taken into account by the method of model bushes, and grasses by the mowing method.

Results. A map of the areas of pastures exposed to the spread of sands in the eastern regions of Kalmykia has been developed showing that the areas of sands in the Chernozemelsky, Yashkul'sky and Yustinsky districts range from 648.0 – 281.3 t. ha, with a smaller area of sand distribution in the Lagansky district – 117.7 t. ha. These factors served as the basis for calculating the integrated indicator for assessing the degradation of the soil and vegetation cover of heavily beaten pastures of the republic (W), taking as a basis the natural values of the indicators: downed pastures, projective coverage, productivity of pastures. It was found that the heavily beaten pastures of the eastern zone of Kalmykia: Justinsky (W = 0.761), Lagansky (W = 0.814), Chernozemelsky (W = 0.442) and Yashkul'sky (W = 0.949) districts are in a state of high soil degradation, suggesting the potential spread of sands in these territories.

Conclusion. It is proposed to use phytomelioration (grasses + shrubs) in the development of open sandy massifs and depleted lands. Herbaceous and shrubby lands, with pasture-protective belts and reclamation and forage plantations, including drought-resistant species of shrub *Calligonum aphyllum* and semi-shrub *Krascheninikovia ceratoides*, provide a projective soil coverage of 65-70% with an increase in phytomass, depending on the species composition, from 13.8 to 33.6 c/ha.

Keywords: Degradation; desertification; monitoring; integrated assessment; pastures; foci of deflation; phytomelioration

For citation. Rybashlykova, L. P. (2025). Monitoring, comprehensive assessment of pasture desertification and their restoration in the conditions of the of the Northwestern Caspian Sea. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(3), 148-168. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-3-1222>

Введение

В современных условиях борьба с опустыниванием и предупреждение деградации почвенного покрова пастбищ являются одними из приоритетных направлений мирового значения [10; 11; 16; 18; 28; 32]. Ежегодно процессу опустынивания во всем мире подвергается территория, равная половине Европейского Союза (4,18 млн. км²). Международные организации (ФАО, ЮНЕП, ИКРАФ, КБО ООН) уделяют большое внимание мероприятиям по борьбе с этим опасным явлением [30]. Оценка, проведенная в 1992 году ЮНЕП показала, что в глобальном масштабе опустыниванию подвержены 3.6 млрд. га или 70% всех засушливых территорий, причем наиболее ярким следствием опустынивания является деградация 3.3 млрд. га пастбищных угодий [34]. По данным ООН более 75% земной поверхности суши уже деградировано и к 2050 году этот показатель может превысить 90% [3]. Пастбища в РФ занимают 57,1 млн. га или 15% земель сельскохозяйственного назначения [5]. Основные площади пастбищных угодий страны сосредоточены в зонах сухих степей и полупустынь, в том числе на территории Республики Калмыкия.

Современная тенденция увеличения количества открытых песков в восточных районах Калмыкии создает серьезную проблему сохранения существующих полупустынных пастбищ, которые все больше трансформируются в пустынные. Очаги открытых песков при определенных условиях являются резервом для прогрессирования опустынивания [2; 7; 27].

Одной из значимых проблем экологического состояния пастбищ Республики Калмыкия является опустынивание, выражающееся в деградации почвенного покрова пастбищ, составляющей до 80 % [6; 17]. Динамика и направленность процессов опустынивания связана как с природно-климатическими условиями аридной территории Калмыкии, так и с интенсивностью и направленностью хозяйственного использования пастбищ. В ряде исследований [8; 9; 23; 26; 31] предлагаются концептуальные решения и методы восстановления деградированного почвенного покрова пастбищ. Прежде всего, это касается пастбищ с высокой степенью их сбитости, по-

сколькo уровень этого показателя напрямую связан с подверженностью данной территории распространению развевающихся песков.

Сильносбитые пастбища имеют ряд технологических и продуктивных показателей, основными из которых является сбитость пастбищ, обусловленная нарушением структурного состояния верхнего слоя почвы; проективное покрытие, т.е. наличие поверхностного растительного покрова, защищающего почву от испарения влаги и объем продуктивной фитомассы пастбищных угодий, связанный с интенсивностью выпаса. Однако эти показатели имеют не только различную размерность (% и т/га), но и по-разному оцениваются экспертами на предмет весомости того или иного показателя в плане общей оценки состояния почвенно-растительного покрова сильносбитых пастбищных угодий. Поэтому для оценки состояния таких пастбищ, прежде всего в восточных районах Калмыкии, в большей степени подверженных риску распространения массивов открытых песков, необходима разработка комплексного показателя состояния пастбищ (W), учитывающего как желательность, так и весомость каждого из показателей. Современная наука и практика предлагают технологии биологической рекультивации почв деградированных пастбищ на основе направленной фитомелиорации [12; 14; 21; 24; 29; 33].

Учеными ВНИАЛМИ и Калмыцкой НИАГЛЮС Петровым В.И., Маенаковым А.С., Гольдварг Б.А., Кладиевым А.К., Лачко О.А. и др. в 80-е гг. разработаны и апробированы на практике технологии комплексной фитомелиорации опустыненных пастбищ. В дальнейшем они применялись для восстановления почвенно-растительного покрова пастбищ и формирования травянисто-кустарниковых насаждений в очагах дефляции легких почв, а также улучшения пастбищ с деградированным покровом на бугристых песках, подверженных дефляции [4; 13; 15; 20; 22].

Опыт научных учреждений и производственных организаций показал, что лесонасаждения, создаваемые на пастбищах из разных жизненных форм растений (деревья, кустарники, полукустарники), оказывают большое влияние на повышение объема наземной растительной фитомассы и защиту почв от ветровой эрозии и дефляции.

Цель исследования – оценка опустынивания сильносбитых пастбищ полупустынной зоны Калмыкии и приемы фитомелиоративного восстановления пастбищных экосистем.

Материалы и методы

Географическое расположение территории Калмыкии определяет основные климатические особенности, проявляющиеся в формировании

континентального климата, свойственного для значительных по площади участков суши, а также в периодическом проникновении воздушных масс Атлантики. В соответствии с этими особенностями, на исследуемой территории формируется климат со сравнительно холодной, малоснежной зимой и продолжительным жарким летом. Максимальная температура июля +42°C, минимальная температура января -34...-36°C, средняя температура января -5...-8°C, средняя температура июля +23...-26°C. Сумма температур составляет 3745-3960°C, вегетационный период с температурой выше 10°C продолжается от 180 до 213 дней. Неблагоприятные климатические условия: сухость, ветренность, сильная жара, почвенная засуха из-за отсутствия осадков, высокая температура воздуха, достигающая более +40 градусов, порывы ветра более 20 м/с, способствуют образованию новых очагов открытых песков и снижению продуктивности скудных по кормоёмкости пастбищ.

Комплексная оценка приемов фитомелиорации проводилась на локальных участках в крупных очагах дефляции Черноземельского и Яшкульского районов Калмыкии. За период исследований (2021-2023 гг.) среднегодовое количество осадков составляло 149-244 мм в Черноземельском районе при норме 270 мм, а в Яшкульском районе 140-355 мм при норме 255 мм. Современный вторичный растительный покров в этих районах сформировался под влиянием аридизации климата с ГТК в пределах 0,2-0,4 и нагрузки животных на пастбища в Черноземельском районе, составляющей 0.56 гол/га, в Яшкульском районе – 0.64 гол/га, что превышает нормативы на 27.8 и 36.2% соответственно.

Объектами исследований являлись участки травянисто-кустарниковых пастбищ с пастбищезащитными полосами из *Calligonum aphyllum* Pall. и мелиоративно-кормовыми насаждениями из *Krascheninnikovia ceratoides* L. Gueldenst. созданные в 1985-1988 годах в очагах дефляций на зональных бурых почвах, преимущественно легкого механического состава.

Участок 1. «Аэросев», Черноземельский район: координаты 45°48'846»N, 45°49'968»E, площадь 4000 га, возраст сукцессии 36 лет. Рельеф бугристо-грядовая равнина, почвы песчаные. Пастбище 3-х ярусное: 1 ярус - кустарниковый из *C. aphyllum*, 2 ярус – полукустарниковый из *K. ceratoides*, 3 ярус - травянистый из естественной и зональной растительности.

Участок 2. Система пастбищезащитных и мелиоративно-кормовых насаждений «Молодежный (джузгун)», Яшкульский район: координаты 46°27'086»N, 46°24'535»E, площадь 1500 га, возраст сукцессии 39 лет. Расстояние между полосами *C. aphyllum* 6 и 12 м, полукустарник *Krascheninnikovia* расположен в междурядных кулисах. Рельеф бугристо-грядовая равнина, пески слабогумусированные. Пастбище 3-х ярусное: 1 ярус - кустарниковый

из *C. aphyllum*, 2 ярус – полукустарниковый из *K. ceratoides*, 3 ярус - травянистый из естественной и зональной растительности.

Участок 3. Мелиоративно-кормовые насаждения «Молодежный (терескен)», Яшкульский район: координаты 46°33'011"N, 46°28'169"E, площадь 850 га, возраст сукцессии 39 лет. Почвы – бурые в комплексе с солонцами полупустынными 25-50 %, супесчаного механического состава. Рельеф – плоская равнина с развитым микрорельефом. Пастбище 2-х ярусное: 1 ярус - полукустарниковый из *K. ceratoides*, 2 ярус - травянистый из естественной и зональной растительности.

Участок 4. Мелиоративно-кормовые насаждения «Приканальное», Яшкульский район: координаты 45°98'736"N, 46°03'310"E, площадь 230 га, возраст сукцессии 38 лет. Рельеф – плоская равнина с микрорельефом, почвы песчаного механического состава. Пастбище 2-х ярусное: 1 ярус - полукустарниковый из *K. ceratoides*, 2 ярус - травянистый из естественной и зональной растительности.

Для оценки фитомелиорированных пастбищ использовались данные ежегодных полевых обследований по биоразнообразию, обилию видов, проективному покрытию и продуктивности. Геоботаническое описание растительности выполняли на пробных участках площадью 0,25 га. Названия растительных сообществ устанавливались по доминантным видам растений, обилие по шкале О. Друдэ. На заложенных трансектах размером 300 м x 4 м учет объема фитомассы кустарников и полукустарников проводился способом модельных кустов, а трав – укосным методом. Собранные научные материалы явились основанием для формирования базы данных, которые затем систематизировались, анализировались и обрабатывались.

Оценка распространения песков по территории восточных районов Калмыкии проводилась с помощью программного комплекса ARC GIS и данных съемки со спутников Landsat 9 [25]. Далее комплексно оценивалось состояние сильносбитых пастбищ районов Калмыкии. Расчет комплексного показателя (W) проводился по методике [19], основанной на использовании значений показателей: площади сбитости пастбищ, % (C_1), площади проективного покрытия, % (C_2) и объем фитомассы, ц/га (C_3). Комплексный показатель рассчитывался по формуле $W = \sqrt[n]{Z_1^{a_1} \cdot Z_2^{a_2} \cdot Z_3^{a_3}}$, где Z_i – желательности i -го показателя; a_i – его весомость. Желательности Z_i для отдельных показателей рассчитывались с помощью линейных уравнений вида $Z_i = a_i x_i + b_i$, полученных на основании функциональной зависимости стандартных желательностей от средних значений диапазонов показателей пастбищ. Весомость показателей a_i определялась методом экспертной оценки. Согласованность экспертной оценки проверялась методом χ^2 . Диапазон изменения

комплексного эталонного показателя W_3 от «неудовлетворительной ситуации до критической» определяли методом группировки данных [1].

Результаты и их обсуждение

Главной и самой неблагоприятной особенностью открытых песков является их подвижность. Информация о месте и площади их распространения позволяет правильно определить технологию и сроки закрепления очагов дефляции и выработать тактику внедрения эффективных видов фитомелиорации. Оценка площадей пространственного размещения песков по районам восточной зоны Калмыкии (рис. 1) показала, что в Черноземельском районе площадь локальных наносов песков составляет 648,0 т. га территории района, в Яшкульском – 401,0 т. га, в Юстинском – 281,3 т. га и несколько меньше в Лаганском районе – 117,7 т. га, что позволяет принимать решения в плане проведения фитомелиоративных мероприятий в данных районах.

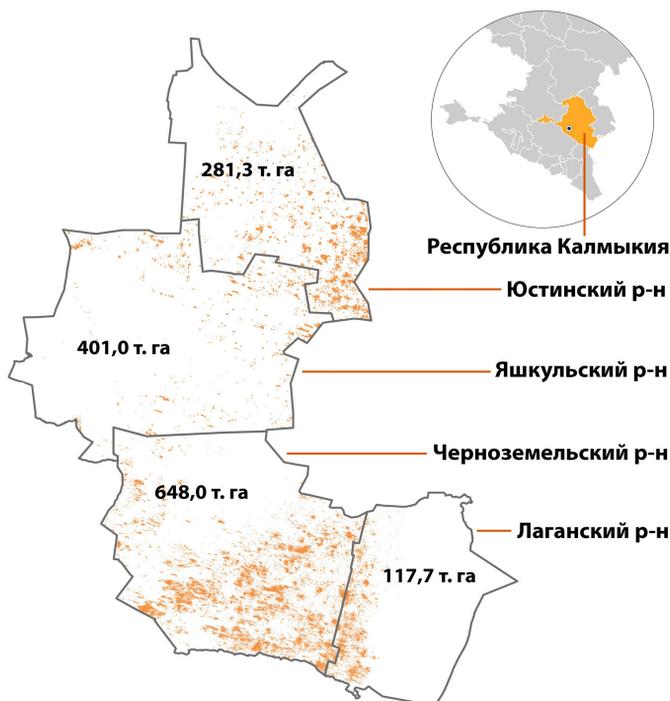


Рис. 1. Площади распространения комплексов из открытых и слобозаросших песков в районах восточной зоны Калмыкии

Основными типами пастбищ на территории Калмыкии являются: однолетниково-полынные, злаково-полынные и однолетниковые, составляющие около 90% всех пастбищ. По индикационным показателям растительного покрова пастбища подразделяются на несбитые и слабосбитые, среднесбитые, сильносбитые и очень сильносбитые. Наибольшую угрозу опустынивания представляют сильносбитые пастбища. Натуральные значения показателей состояния сильносбитых пастбищ Калмыкии представлены в таблице 1.

Таблица 1.

**Показатели состояния пастбищ Северо-Западного Прикаспия
(Республика Калмыкия), 2024 г.**

Районы обследования	Сбитость пастбищ, % (C ₁)	Проективное покрытие растительностью, % (C ₂)	Продуктив- ность, ц/га (C ₃)
Восточная зона			
Лаганский	30	15	1,75
Черноземельский	40	15	1,25
Юстинский	35	20	1,50
Яшкульский	27	20	1,75
Центральная зона			
Ики-Бурульский	20	17,5	1,25
Приютненский	27	17,5	1,25
Целинный	23	20	1,50
Кетченеровский	23	17,5	2,0
Сарпинский	25	15	1,25
Малодербетовский	25	20	2,0
Октябрьский	25	20	2,0

Экспертная оценка весомости показателей, характеризующих пастбища, проводилась с привлечением специалистов в области борьбы с деградацией пастбищных экосистем (табл. 2).

Таблица 2.

Результаты экспертной оценки

Эксперты	Показатели		
	C ₁	C ₂	C ₃
1	1/0,65*	3/0,15	2/0,2
2	1/0,75	3/0,05	2/0,2

3	1/0,75	3/0,05	2/0,2
4	1/0,65	3/0,15	2/0,2
5	1/0,55	3/0,15	2/0,3
6	1/0,85	3/0,05	2/0,1
7	1/0,7	3/0,1	2/0,2
Сумма рангов	7/0,7	21/0,1	14/0,2
Отклонение от средней суммы рангов	-7	7	0
Квадраты отклонений	49	49	0

* в числителе – ранг показателя; в знаменателе – весомость показателя.

Применяя метод группировки данных (табл. 3), определялись диапазоны натуральных значений показателей, соответствующих определенным уровням относительной желательности (1 ... 0,2). Эталонные значений комплексного показателя W_3 рассчитывались по уровням желательности Z_i (1 ... 0,2), с учетом установленных весомостей a_1 ... a_3 , при этом диапазоны с $W_3 = 0,857$... 0,718 и $W_3 = 0,718$... 0,585 условно принимаются как пастбища с высоким и очень высоким уровнем деградации соответственно.

Таблица 3.

Желательность диапазонов натуральных значений показателей пастбищ

Показатели	Обозначения	Желательность, Z_i				
		1	0,80	0,63	0,37	0,2
Сбитость, %	C_1	23-26,4	26,4-29,8	29,8-33,2	33,2-36,6	36,6-40
Проективное покрытие, %	C_2	20-19	19-18	18-17	17-16	16-15
Продуктивность, ц/га	C_3	2,0-1,85	1,85-1,7	1,7-1,55	1,55-1,4	1,4-1,25
Эталонные значения показателя W_3		0,997	0,928	0,857	0,718	0,585

Желательность натуральных значений показателей пастбищ определялась линейными уравнениями вида $Z_i = ax_i + b$ (табл. 4), полученным по пяти базовым точкам с желательностями Z_i равными 1, 0,80, 0,63, 0,37 и 0,2, усредненные значения натуральных показателей вычислялись по материалам таблицы 3.

Таблица 4.

Уравнения желательности Z_i для натуральных показателей

Показатели	Уравнения	r^2
C_1	$Z_1 = -0,06C_1 - 2,49$	0,93
C_2	$Z_2 = 0,2 C_2 - 2,95$	0,95
C_3	$Z_3 = 1,35 C_3 - 1,59$	0,97

Значения критерия W , рассчитанные на основе определения значений желательности $Z_{1...3}$ каждого из показателей и их весомости $a_1 \dots a_3$, приводятся в таблице 5.

Таблица 5.

Комплексный показатель W состояния сильнообитых пастбищ районов обследования

Районы обследования	Сбитость, % (C_1)	Проективное покрытие, % (C_2)	Продуктивность, ц/га (C_3)	W
Восточная зона				
Лаганский	0,771*	0,741	0,949	0,814
Черноземельский	0,185	0,741	0,628	0,442
Юстинский	0,517	1,005	0,847	0,761
Яшкульский	0,907	1,005	0,949	0,949
Центральная зона				
Ики-Бурульский	1,195	0,941	0,627	0,891
Приютненский	0,907	0,941	0,627	0,813
Целинный	1,075	1,005	0,847	0,971
Кетченеровский	1,075	0,942	1,021	1,011
Сарпинский	0,993	0,741	0,628	0,773
Малодербетовский	0,993	1,005	1,021	1,006
Октябрьский	0,993	1,005	1,021	1,006

* Z_i – желательности показателей.

В результате расчетов комплексного показателя деградации пастбищ W и сравнение этих результатов с диапазонами эталонных значений W_3 (табл. 3) установлено, что в восточной зоне Калмыкии сильнообитые пастбища Черноземельского района ($W = 0,442$) находятся в состоянии близком к критического уровня деградации, Лаганского ($W = 0,814$) и Юстинского ($W = 0,761$) районов в высокой степени деградации, в несколько меньшая степень деградация пастбищ отмечается в Яшкульском районе ($W = 0,949$).

На основании обследования территорий пастбищ и оценке приемов фитомелиорации на локальных участках в восточной зоне Калмыкии приводятся результаты состояния ранее фитомелиорированных угодий в Черноземельском и Яшкульском районах.

Для повышения продуктивности, созданные на отдельных участках кустарниковые насаждения (*K. ceratoides*, *C. aphyllum*), служат дополнительным источником корма и превращают естественные участки в травянисто-кустарниковые пастбища. Эти культуры, пережив многие годы жесточайших засух, сохранились до настоящего времени. Указанные кустарники характеризуются высокой кормовой производительностью, кустарник *C. aphyllum*, в зависимости от возраста и густоты стояния, даёт 4,0-5,3 ц/га воздушно-сухой кормовой массы на участке «Молодежный (джузгун)». Эффективность повышения продуктивности пастбищ за счёт посадки полукустарника *K. ceratoides* подтверждается более чем тридцатилетними опытами, заложенными на участках «Молодежный (терескен)», «Приканальное», «Аэросев». Проведённые учёты показали, что на участке «Молодежный (терескен)» на одном гектаре имеется 10-12 тысяч кустов *K. ceratoides* с урожайностью сухой поедаемой массы в 24,2 ц/га, на участке «Приканальное» 12,0-13,2 тыс. кустов с продуктивностью 20 ц/га. Пастбищезащитные лесные полосы, улучшая микроклимат, изменяя режим влажности почвы, защищая почву от дефляции на межполосных пространствах, создают более благоприятные условия для роста и развития естественной растительности. Средняя урожайность травостоя в межполосном пространстве, либо между кустарниками в зависимости от условий года и участка, в среднем колеблется в пределах от 8,5 до 13,1 ц/га, что в 1,1-1,5 раза выше по сравнению с открытой степью (рис. 2).

Геоботанический анализ участков показал, что растительный покров на травянисто-кустарниковых пастбищах в основном слагают злаковые ассоциации (участок «Молодежный (джузгун)»: *Poa bulbosa* L. (Cop₂), *Stipa capillata* L. (Cop₃), участок «Аэросев»: *P. bulbosa* (Cop₂), *Stipa sareptana* L. (Cop₃)), терескено-полынно-злаковые (участок «Молодежный (терескен)»: *P. bulbosa* (Cop₂), *Stipa lessingiana*, *S. capillata* (Cop₃), *Artemisia lerchiana* Weber ex Stechm. (Sp.), *K. ceratoides* (Sp.)), разнотравно-злаковые сообщества (участок «Приканальное» *Alyssum desertorum* (Stapf) Botsch. (Cop₂), *Sisymbrium loeselii* L. (Sol.), *S. capillata*, *S. lessingiana* (Cop₃)). *K. ceratoides*, *C. aphyllum*, являясь постоянными источниками корма для животных, создают более устойчивую кормовую базу в полупустынных условиях и закрепляют весьма податливые к ветровой эрозии песчаные почвы.



Рис. 2. Травянисто-кустарниковое пастбище Приканальное (слева) и прилегающая территория, контроль (степь) (справа) в летний период (2022 г. фото автора)

Таблица 6.

Агроэкологическое состояние и урожайность фитомелиорированных пастбищ (2021-2024 гг.)

Участок	Технология / фитомелиоранты	Анализ современного состояния		
		ПП, %	ботанический состав фитомассы, %	Продуктивность фитомассы, ц/га
«Молодежный (джузгун)»	под защитой борозд-валов испытаны различные варианты создания насаждений из <i>Calligonum aphyllum</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> в междурядьях <i>Bassia prostrata</i> , <i>Agropyron fragile</i> , <i>Elytrigia intermedia</i>	55-60	Poa.-29 Ast.-41 Ama.-6 другие- 24	травы 8,5 куст 5,3 общая масса 13,8
«Молодежный (терескен)»	под защитой борозд-валов испытаны различные варианты создания насаждений из <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> в междурядьях <i>B. prostrata</i> , <i>A. fragile</i> , <i>E. intermedia</i> .	60-70	Poa.-25 Ast.-8 Ama.-25 другие- 42	травы 9,4 куст 24,2 общая масса 33,6
«Приканальное»	на участке заложен опыт по ускоренному блокированию переноса песка и восстановлению растительного покрова с помощью кулис <i>Leymus racemosus</i> , с последующей посадкой семян <i>Krascheninnikovia</i> .	65-70	Poa.-35 Ast.-20 Ama.-10 другие- 35	травы 7,2 куст 20,0 общая масса 27,2
«Аэросев»	испытан метод аэросева (самолет АН-2) мелиоранты – <i>Ulmus pumila</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> ., <i>Fraxinus pennsylvanica</i> , <i>Callygonum aphyllum</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Leymus racemosus</i> .	40-60	Poa.-29 Ast.-29 Ama.18- другие- 24	травы 13,1 куст 4,8 общая масса 17,9

Таким образом, общая продуктивность травяно-кустарниковых пастбищ на пробных площадях в Яшкульском районе на участке «Молодежный (джужгун)», где степень проективного покрытия 60 % и преобладает в составе фитомассы 41% видов семейства *Asteraceae*, с учетом кустарникового и полукустарникового яруса, составляет 13,8 ц/га. На участке «Молодежный (терескен)», с проективным покрытием 65% и преобладанием видов семейства *Poaceae* и *Amaranthaceae* по 25%, урожайность возрастает за счет плотности и количества кустарников на гектар, достигая 33,6 ц/га. На пастбище «Приканальное», где проективное покрытие составляет 70% с преобладанием видов семейства *Poaceae* 35%, урожайность сухой массы – 27,2 ц/га, что в 8-19 раз или на 12,1 -31,8 ц/га выше урожайности сена на сильноосбитых пастбищах. Обследование пастбища («Аэросев») в Черноземельском районе показало, что при проективном покрытии, составляющем 55% и преобладанием видов семейства *Poaceae* и *Amaranthaceae* по 29%, урожайность составляет 17,9 ц/га, что выше по сравнению с сильноосбитыми пастбищами на 16,4 ц/га (табл. 6).

Многолетний опыт показывает возможности улучшения состояния почв пастбищных угодий с применением методов фитомелиорации в жестких природных условиях Северо-Западного Прикаспия.

Заключение

1. Мониторинг площадей распространения песков в районах восточной зоны Калмыкии подтвердил наличие локальных наносов песков в Черноземельском районе, составляющее 648,0 тыс. га, в Яшкульском районе – 401,0 тыс. га, в Юстинском районе – 281,3 тыс. га с несколько меньшей площадью в Лаганском районе – 117,7 тыс. га, что является основанием для проведения комплекса фитомелиоративных мероприятий в данных районах.

2. Оценка деградационных процессов на сильноосбитых пастбищах восточных районов Республики Калмыкия, по комплексному показателю W , показала высокий уровень деградации пастбищных угодий Яшкульского ($W = 0,949$), Лаганского ($W = 0,814$) и Юстинского ($W = 0,761$) районов, а также близкого к критическому уровню состояние пастбищ в Черноземельском районе ($W = 0,442$).

3. Создание 2-3 ярусных травянисто-кустарниковых пастбищ в очагах дефляции является надежным и эффективным способом восстановления почвенно-травянистого покрова и повышения объема фитомассы. На начальном этапе восстановления и улучшения пастбищ основой является выбор технологии, породного состава (травы+полукустарники+кустарники) с учетом почвенно-климатических и других условий территории.

Информация о спонсорстве. Данное исследование было выполнено в рамках Государственного задания: «Разработка теории и системы мероприятий устойчивого функционирования пастбищных экосистем в аридных и субаридных зонах Прикаспия», 124013000642-9.

Список литературы

1. Айвазян, В.М., Бухштабер, И.С., Енюков, Л.Д. & Мешалкин, Л.Д. (1989). *Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности*. М.: Финансы и статистика. 607 с.
2. Бананова, В.А., Лазарева, В.Г. & Петров, К.М. (2021). Тенденции процессов опустынивания в северо-западной части Прикаспийской низменности. *Геология, география и глобальная энергия*, 1(80), 77-86. EDN: <https://elibrary.ru/imirkw>
3. Барабанщиков, Д.А. & Сердюкова, А.Ф. (2017). Борьба с опустыниванием земель. *Молодой ученый*, 25(159), 95-98. EDN: <https://elibrary.ru/yuhwhj>
4. Буянкин, В.И., Манаенков, А.С. & Лиманская, В.Б. (2019). *Повышение продуктивности деградированных земель засушливой зоны*. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН. 156 с.
5. *Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году (2023)* / Составитель: Захарова Ж.Ю. М. 189 с.
6. Дедова, Э.Б. (2018). Адаптивные методы реализации экосистемного водопользования в АПК Республики Калмыкия. *Основные результаты исследований института за 2017 год. Сборник научных трудов*. М.: издательство ВНИИГиМ, 123-142. EDN: <https://elibrary.ru/xtzoc>
7. Дедова, Э.Б., Гольдварг, Б.А. & Цаган-Манджиев, Н.Л. (2020). Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления. *Аридные экосистемы*, 26(2), 63-71. EDN: <https://elibrary.ru/pqelox>
8. Зонн, И.С. & Куст, Г.С. (1999). Проблема опустынивания в России: состояние, оценка, пути решения. *Опустынивание и деградация почв. Материалы Международной научной конференции*. М.: Издательство МГУ, 52-65.
9. Кулик, К.Н., Габунщина, Э.Б., Кружилин, И.П., Куст, Г.С., Манаенков, А.С., Павловский, Е.С., Савостьянов, В.К., Тулухонов, А.К. & Петров, В.И. (2007). *Опустынивание и комплексная мелиорация агроландшафтов засушливой зоны*. Волгоград. 86 с. ISBN: 5-900761-44-9 EDN: <https://elibrary.ru/qkymrz>
10. Куст, Г.С., Андреева, О.В., Лобковский, В.А. & Славко, В.Д. (2021). Проблемы землепользования и деградации земель в контексте Программы ЮНЕСКО “Человек и Биосфера”. *Вопросы географии. Человек и биос-*

- фера*, 152, 222-252. <https://doi.org/10.24057/probl.geogr.152.8> EDN: <https://elibrary.ru/qdmsto>
11. Лобковский, В.А., Андреева, О.В. & Куст, Г.С. (2022). Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России. *Известия РАН. Серия географическая*, 86(1), 9-27. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010095> EDN: <https://elibrary.ru/lczoei>
 12. Манаенков, А.С. & Кулик, А.К. (2016). *Закрепление и облесение песков засушливой зоны*. Волгоград. 55 с.
 13. Манаенков, А.С. (2018). *Лесомелиорация арен засушливой зоны*. 2-е изд., перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ. 428 с. ISBN: 978-5-9909842-3-3 EDN: <https://elibrary.ru/yqfgtj>
 14. Манаенков, А.С. & Рыбашлыкова, Л.П. (2023). Эколого-биологические аспекты кустарниковой мелиорации деградированных пастбищ на бугристо-увалистых комплексах песчаных земель Прикаспия. *Устойчивое развитие горных территорий*, 15(2), 246-255. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2023-15-2-246-255> EDN: <https://elibrary.ru/rzrfbx>
 15. *Методические рекомендации по фитомелиоративной реконструкции деградированных и опустыненных пастбищ Российской Федерации инновационными экологически безопасными ресурсосберегающими технологиями* (2021) / А.И. Беляев, К.Н. Кулик, А.С. Манаенков [и др.]. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН. 68 с.
 16. *Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) в Калмыкии* (1995). Элиста: ЮжНИИгипрозем. 179 с.
 17. *Национальный доклад "Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)"* (2019) / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: ООО "Изд-во МБА". 476 с.
 18. *Национальный доклад "Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)"* (2021) / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. ООО "Изд-во МБА". 700 с.
 19. Сохт, К.А. (2001). *Машинные технологии возделывания зерновых культур*. Краснодар. С. 24-28.
 20. *Субрегиональная национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) для юго-востока европейской части Российской Федерации* (1999) / Под ред. Е.С. Павловского, К.Н. Кулика. Волгоград: ВНИАЛМИ. 314 с.
 21. Тютюма, Н.В., Булахтина, Г.К., Кудряшов, А.В. & Кудряшова, Н.В. (2020). Мелиоративная эффективность кустарниковых кулис на аридных

- пастбищах юга России. *Аридные экосистемы*, 26(1), 62-68. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2020-10084> EDN: <https://elibrary.ru/rjkrn>
22. *Федеральная программа развития агролесомелиоративных работ в России* (1995). Волгоград: ВНИАЛМИ. 245 с.
 23. Шамсутдинов, Н.З. (2015). *Биоресурсный потенциал галофитов и проблемы фитомелиорации деградированных аридных земель*. М.: Угрешская типография. 348 с.
 24. Шамсутдинов, Н.З., Каминов, Ю.Б. & Батыров, В.А. (2019). Биологические особенности и кормовая продуктивность полукустарников в условиях Прикаспийской полупустыни. *Успехи современного естествознания*, 7, 39-44. <https://doi.org/10.17513/use.37157> EDN: <https://elibrary.ru/otjfyb>
 25. ArcGIS Pro Overview. <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
 26. Irwin, R., Short, I., Mohammadrezaei, M. & Dhuháin, Á.N. (2023). Increasing tree cover on Irish dairy and drystock farms: the main attitudes, influential bodies and barriers that affect agroforestry uptake. *Environmental Science & Policy*, 146, 76-89. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.03.022> EDN: <https://elibrary.ru/pupoem>
 27. Kulik, K.N., Petrov, V.I., Rulev, A.S., Kosheleva, O.Y. & Shinkarenko, S.S. (2018). On the 30th anniversary of the “general plan to combat desertification of black lands and kizlyar pastures”. *Arid Ecosystems*, 8(1), 5-12. <https://doi.org/10.1134/S2079096118010067> EDN: <https://elibrary.ru/yrmjff>
 28. Khrutskii, V.S. & Golubeva, E.I. (2011). Desertification dynamics of arid ecosystems in inner Asia. *Geographical Natural Resources*, 32(4), 394-400. <https://doi.org/10.1134/S1875372811040159> EDN: <https://elibrary.ru/rhfmrl>
 29. Manaenkov, A.S. & Rybashlykova, L.P. (2020). Increasing the Efficiency of Plant-Cover Restoration in the Modern Focus of Deflation on Pastures of the Northwestern Caspian Region. *Arid Ecosystems*, 10(4), 358-367. <https://doi.org/10.1134/S2079096120040149> EDN: <https://elibrary.ru/lkhhap>
 30. Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M. et al. (2017). *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality*. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn, Germany. 129 p.
 31. Ruba, U.B. & Talucder, M.S.A. (2023). Potentiality of homestead agroforestry for achieving sustainable development goals: Bangladesh perspectives. *Heliyon*, 9(3), e14541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14541> EDN: <https://elibrary.ru/bjlnqe>
 32. Sahar, A.A., Rasheed, M.J., Uaid, D.A.A.H. & Jasim, A.A. (2021). Mapping Sandy Areas and their changes using remote sensing. A Case Study at North-

- East Al-Muthanna Province, South of Iraq. *Revista de Teledetección*, 58, 39-52. <https://doi.org/10.4995/raet.2021.13622> EDN: <https://elibrary.ru/qacwbe>
33. Seidl, A., Tremetsberger, K., Pfanzelt, S., Blattner, F.R., Neuffer, B., Friesen, F., Hurka, H., Shmakov, A., Batlai, O., Čalasan, A.Ž., Vesselova, P.V. & Bernhardt, K.G. (2021). The phylogeographic history of Krascheninnikovia reflects the development of dry steppes and semi-deserts in Eurasia. *Scientific Reports*, 1, 66-45. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85735-z> EDN: <https://elibrary.ru/tzkoii>
34. Zonn, I.S., Kust, G.S. & Andreeva, O.V. (2017). Desertification paradigm: 40 years of development and global efforts. *Arid Ecosystems*, 7(3), 131-141. <https://doi.org/10.1134/S2079096117030118> EDN: <https://elibrary.ru/zutquj>

References

1. Aivazyan, V. M., Bukhstab, I. S., Enyukov, L. D., & Meshalkin, L. D. (1989). *Applied statistics. Classification and dimensionality reduction*. Moscow: Finance and Statistics, 607 p.
2. Bananova, V. A., Lazareva, V. G., & Petrov, K. M. (2021). Trends in desertification processes in the northwestern part of the Caspian lowland. *Geology, Geography and Global Energy*, 1(80), 77-86. EDN: <https://elibrary.ru/imirkw>
3. Barabanshchikov, D. A., & Serdyukova, A. F. (2017). Combating land desertification. *Young Scientist*, 25(159), 95-98. EDN: <https://elibrary.ru/yuhwhj>
4. Buyankin, V. I., Manayenkov, A. S., & Limanskaya, V. B. (2019). *Increasing productivity of degraded lands in arid zones*. Volgograd: Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 156 p.
5. *State (national) report on the status and use of lands in the Russian Federation in 2022 (2023)* / Compiled by: Zakharova Zh. Yu. Moscow, 189 p.
6. Dedova, E. B. (2018). Adaptive methods for implementing ecosystem water use in the agro-industrial complex of the Republic of Kalmykia. *Main research results of the institute for 2017. Collection of scientific papers*. Moscow: VNI-IGiM Publishing House, 123-142. EDN: <https://elibrary.ru/xtzoct>
7. Dedova, E. B., Goldvarg, B. A., & Tsagan-Mandzhiev, N. L. (2020). Land degradation in the Republic of Kalmykia: problems and ways of restoration. *Arid Ecosystems*, 26(2), 63-71. EDN: <https://elibrary.ru/pqelox>
8. Zonn, I. S., & Kust, G. S. (1999). The problem of desertification in Russia: status, assessment, ways of solution. *Desertification and soil degradation. Materials of the International Scientific Conference*. Moscow: Moscow State University Publishing House, 52-65.
9. Kulik, K. N., Gabunschina, E. B., Kruzhilin, I. P., Kust, G. S., Manayenkov, A. S., Pavlovsky, E. S., Savostyanov, V. K., Tulukhonov, A. K., & Petrov, V. I. (2007).

- Desertification and complex reclamation of agricultural landscapes in arid zones.* Volgograd, 86 p. ISBN: 5-900761-44-9 EDN: <https://elibrary.ru/qkymrz>
10. Kust, G. S., Andreeva, O. V., Lobkovsky, V. A., & Slavko, V. D. (2021). Land use and land degradation problems in the context of the UNESCO Man and the Biosphere Program. *Questions of Geography. Man and the Biosphere*, 152, 222-252. <https://doi.org/10.24057/probl.geogr.152.8> EDN: <https://elibrary.ru/qdmsto>
 11. Lobkovsky, V. A., Andreeva, O. V., & Kust, G. S. (2022). Integration of international and national systems for monitoring and assessing land degradation in Russia. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series*, 86(1), 9-27. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010095> EDN: <https://elibrary.ru/lczoel>
 12. Manayenkov, A. S., & Kulik, A. K. (2016). *Stabilization and afforestation of sands in arid zones.* Volgograd, 55 p.
 13. Manayenkov, A. S. (2018). *Forest reclamation of arid zone sands.* 2nd ed., rev. and add. Volgograd: VNIALMI, 428 p. ISBN: 978-5-9909842-3-3 EDN: <https://elibrary.ru/yqfgtj>
 14. Manayenkov, A. S., & Rybashlykova, L. P. (2023). Ecological and biological aspects of shrub reclamation of degraded pastures on hummocky-ridge complexes of sandy lands in the Caspian region. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 15(2), 246-255. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2023-15-2-246-255> EDN: <https://elibrary.ru/rzrfbx>
 15. *Methodological recommendations for phytomeliorative reconstruction of degraded and desertified pastures of the Russian Federation using innovative environmentally friendly resource-saving technologies* (2021) / A. I. Belyaev, K. N. Kulik, A. S. Manayenkov [et al.]. Volgograd: Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 68 p.
 16. *National Action Program to Combat Desertification (NAPCD) in Kalmykia* (1995). Elista: YuzhNIIGiprozem, 179 p.
 17. *National report "Global climate and soil cover of Russia: desertification and land degradation, institutional, infrastructural, technological adaptation measures (agriculture and forestry)"* (2019) / Ed. by R. S.-Kh. Edelgeriev. Moscow: MBA Publishing House LLC, 476 p.
 18. *National report "Global climate and soil cover of Russia: drought manifestations, prevention, control, aftermath elimination and adaptation measures (agriculture and forestry)"* (2021) / Ed. by R. S.-Kh. Edelgeriev. MBA Publishing House LLC, 700 p.
 19. Sokht, K. A. (2001). *Machine technologies for cultivation of grain crops.* Krasnodar, pp. 24-28.

20. *Subregional National Action Program to Combat Desertification (NAPCD) for the southeast of the European part of the Russian Federation* (1999) / Ed. by E. S. Pavlovsky, K. N. Kulik. Volgograd: VNIALMI, 314 p.
21. Tyutyuma, N. V., Bulakhtina, G. K., Kudryashov, A. V., & Kudryashova, N. V. (2020). Reclamation efficiency of shrub windbreaks on arid pastures of southern Russia. *Arid Ecosystems*, 26(1), 62-68. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2020-10084> EDN: <https://elibrary.ru/rjkrn>
22. *Federal Program for the Development of Agroforestry Works in Russia* (1995). Volgograd: VNIALMI, 245 p.
23. Shamsutdinov, N. Z. (2015). *Bioresources potential of halophytes and problems of phytomelioration of degraded arid lands*. Moscow: Ugreshskaya Printing House, 348 p.
24. Shamsutdinov, N. Z., Kaminov, Yu. B., & Batyrov, V. A. (2019). Biological characteristics and fodder productivity of subshrubs in the Caspian semi-desert conditions. *Advances in Modern Natural Sciences*, 7, 39-44. <https://doi.org/10.17513/use.37157> EDN: <https://elibrary.ru/otjfyb>
25. ArcGIS Pro Overview. <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
26. Irwin, R., Short, I., Mohammadrezaei, M. & Dhubbáin, Á.N. (2023). Increasing tree cover on Irish dairy and drystock farms: the main attitudes, influential bodies and barriers that affect agroforestry uptake. *Environmental Science & Policy*, 146, 76-89. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.03.022> EDN: <https://elibrary.ru/pupoem>
27. Kulik, K.N., Petrov, V.I., Rulev, A.S., Kosheleva, O.Y. & Shinkarenko, S.S. (2018). On the 30th anniversary of the “general plan to combat desertification of black lands and kizlyar pastures”. *Arid Ecosystems*, 8(1), 5-12. <https://doi.org/10.1134/S2079096118010067> EDN: <https://elibrary.ru/ymjjf>
28. Khrutskii, V.S. & Golubeva, E.I. (2011). Desertification dynamics of arid ecosystems in inner Asia. *Geographical Natural Resources*, 32(4), 394-400. <https://doi.org/10.1134/S1875372811040159> EDN: <https://elibrary.ru/rhfmrl>
29. Manaenkov, A.S. & Rybashlykova, L.P. (2020). Increasing the Efficiency of Plant-Cover Restoration in the Modern Focus of Deflation on Pastures of the Northwestern Caspian Region. *Arid Ecosystems*, 10(4), 358-367. <https://doi.org/10.1134/S2079096120040149> EDN: <https://elibrary.ru/lkhhap>
30. Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M. et al. (2017). *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality*. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn, Germany. 129 p.

31. Ruba, U.B. & Talucder, M.S.A. (2023). Potentiality of homestead agroforestry for achieving sustainable development goals: Bangladesh perspectives. *Heliyon*, 9(3), e14541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14541> EDN: <https://elibrary.ru/bjlnqe>
32. Sahar, A.A., Rasheed, M.J., Uaid, D.A.A.H. & Jasim, A.A. (2021). Mapping Sandy Areas and their changes using remote sensing. A Case Study at North-East Al-Muthanna Province, South of Iraq. *Revista de Teledetección*, 58, 39-52. <https://doi.org/10.4995/raet.2021.13622> EDN: <https://elibrary.ru/qacwbe>
33. Seidl, A., Tremetsberger, K., Pfanzelt, S., Blattner, F.R., Neuffer, B., Friesen, F., Hurka, H., Shmakov, A., Batlai, O., Čalasan, A.Ž., Vesselova, P.V. & Bernhardt, K.G. (2021). The phylogeographic history of *Krascheninnikovia* reflects the development of dry steppes and semi-deserts in Eurasia. *Scientific Reports*, 1, 66-45. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85735-z> EDN: <https://elibrary.ru/tzkoii>
34. Zonn, I.S., Kust, G.S. & Andreeva, O.V. (2017). Desertification paradigm: 40 years of development and global efforts. *Arid Ecosystems*, 7(3), 131-141. <https://doi.org/10.1134/S2079096117030118> EDN: <https://elibrary.ru/zutquj>

ДАНИЕ ОБ АВТОРЕ

Рыбашлыкова Людмила Петровна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН)»

Университетский проспект, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация

rybashlykova-l@yfac.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Ludmila P. Rybashlykova, Candidate of Agriculture, Leading Research Scientist

Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetskiy prospect, Volgograd, 400062, Russian Federation

rybashlykova-l@yfac.ru

SPIN-code: 3365-6897

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3675-6243>

Поступила 29.11.2024

После рецензирования 13.02.2025

Принята 20.02.2025

Received 29.11.2024

Revised 13.02.2025

Accepted 20.02.2025