

Эффективные технологии восстановления деградированных земель и создания высококачественных сенокосов в бассейне реки Дон

М. В. Власенко[✉], С. Ю. Турко¹, Л. П. Рыбашлыкова¹

¹ Федеральний научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

✉ E-mail: vlasencomarina@mail.ru

Аннотация. Научная новизна и практическая значимость. Нарастание темпов процессов деградации почв в южных регионах России делает актуальной задачу повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий, стабилизации экосистем и восстановления потенциально ценной кормовой растительности. Фитомелиоративная реконструкция низкопродуктивных земель имеет большое практическое значение для обеспечения устойчивого развития региона и национальной продовольственной безопасности.

Цель исследований – выявить эффективность фитомелиоративных работ, направленных на повышение продуктивности и сохранение аборигенного биоразнообразия сенокосов в условиях сухой степи бассейна реки Дон. **Методы.** Фитомелиоративная реконструкция сенокосов осуществлена осенью 2021 г. (Волгоградская область, Иловлинский район) путем высевы травосмеси *Agropyron elongatum* + *Agropyron cristatum* + *Bromus inermis* на участках площадью 40 и 30 га. Обилие растений определялось по шкале оценки Друде. Индекс сходства видового состава фитоценозов рассчитан по формуле Жаккара. Продуктивность определялась укосным методом. **Результаты.** На фитомелиорированных сенокосах участка № 1 выявлено 36 видов трав из 18 семейств, участка № 2 – 34 вида из 18 семейств, на естественных сенокосах – 35 видов из 17 семейств. Индекс Жаккара показывает сходство фитоценозов на 30–33%. Наибольшее долевое участие по количеству видов (штук) в фитоценозе занимали виды семейств *Asteraceae* (30–33 %) и *Poaceae* (17–18 %). Но на формирование урожая наибольшее влияние оказали фитомелиоранты. Доля фитомелиорантов в общей фитомассе в разные сезоны была неодинаковой. Основную фитомассу составлял *Agropyron elongatum*: в мае его доля в фитоценозе достигала 53–71 %, в сентябре – 65–68 %. Фитомелиорированные участки оказались продуктивнее естественных в весенний период в 1,7–1,8, в летний период – в 1,5 раза, а в осенний период – в 1,8–2,2 раза. В среднем урожайность фитомелиорированных участков по сравнению с прошлым годом увеличилась в 1,6–1,9 раза и составила 305–317 г/м².

Ключевые слова: сенокосы, фитомелиорация, урожайность, видовое разнообразие, шкала Друде.

Для цитирования: Власенко М. В., Турко С. Ю., Рыбашлыкова Л. П. Эффективные технологии восстановления деградированных земель и создания высококачественных сенокосов в бассейне реки Дон // Аграрный вестник Урала. 2023. № 05 (234). С. 14–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-14-25.

Дата поступления статьи: 24.01.2023, **дата рецензирования:** 20.02.2023, **дата принятия:** 13.03.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Тенденции увеличения площадей деградированных территорий вызывает серьезную озабоченность сохранностью существующих ландшафтов, так как они при определенных условиях являются резервом для прогрессирования опустынивания [1, с. 8; 2, с. 8; 3, с. 273]. В прошлом веке в Евразии за 35-летний период площади пустынных и полупустынных ландшафтов расширились на 0,2 млрд га, в России – на 0,15 млрд га [4, с. 5]. Сильное опустынивание характерно для легких почв песчаного и супесчаного гранулометрического состава [5, с. 8]. Россия имеет высокую долю деградированных зе-

мель в южных регионах, где сосредоточены наиболее продуктивные земельные ресурсы с высоким биоклиматическим потенциалом [6, с. 88]. Основной адаптивного природопользования при нарастающем экологическом кризисе здесь является рациональное пастбищное природопользование, которое обеспечивает устойчивое эколого-экономическое развитие регионов.

Долгосрочная тенденция потери естественного растительного покрова и возникновение «островов» опустынивания обусловлены чрезмерной антропогенной нагрузкой (перевыпасом) и климатическими изменениями [7, с. 73]. Чем выше на

территории концентрация действующих животноводческих точек, тем интенсивнее происходят процессы деградации [8, с. 211]. Климатические условия и гетерогенность местообитаний обуславливают долговременные сукцессионные переходы жизненного цикла растительности [9, с. 37; 10, с. 19; 11, с. 64; 12, с. 85; 13, с. 16].

Фитомелиорация является одним из приемов по восстановлению агроресурсного потенциала и улучшению условий функционирования деградированных земель [14, с. 14; 15, с. 100]. Ее эффективность увеличивается при образовании взаимодействующей экосистемы, использующей энергетические ресурсы растительной фитомассы на всей агроландшафтной территории независимо от административных границ. Фитомелиорация включает последовательность локального выполнения работ и эффективные приемы создания устойчивого растительного покрова, ускорения естественного зарастания опустыненных площадей, снижения засоленности верхнего слоя почвы [16, с. 16; 17, с. 9]. Фитомелиоранты формируют высокий урожай поедаемой кормовой массы и наращивают его в течение 4–8 лет [18, с. 135; 19, с. 70]. Хорошо увеличивают продуктивность бобово-злаковые травосмеси, позволяя получать сбалансированные корма и способствуя повышению почвенного плодородия [20, с. 96].

Методология и методы исследования (Methods)

Цель работы – выявить эффективность проведенных фитомелиоративных работ, направленных на повышение продуктивности и сохранение абригенного биоразнообразия сенокосов.

Новизна исследований заключается в том, что анализ данных видового состава и урожайности восстановленных сенокосных участков в сравнении с естественными позволяет получить новые сведения о характере протекания сукцессионных процессов в восстановленных фитоценозах.

Исследования проводились в условиях сухой степи бассейна реки Дон (Волгоградская область, Качалино) (рис. 1).

Фитомелиоративная реконструкция сенокосных угодий была осуществлена осенью 2021 г. путем высева травосмеси *Agropyron cristatum* + *Agropyron elongatum* + *Bromus inermis* на участках № 1 (40 га) и № 2 (30 га) с нормой высева 12 кг/га. Участок № 3 был выбран как контроль для сравнения продуктивности и видового разнообразия естественных и улучшенных сенокосов.

Фитомелиоративные работы проводились по следующей схеме. Норма высева семян – 12 кг/га. Весь участок разбивался на полосы, ширина которых кратна ширине захвата посевного агрегата. Полосы ориентировались перпендикулярно направлению эрозионно-опасных ветров. В качестве основной обработки почвы проведена проти-

возрозионная плоскорезная вспашка на глубину 35–40 см. Перед посевом трав почву обрабатывали зубовыми боронами. Посев проводился посевным комплексом с одновременным внесением минерального удобрения. Вслед за посевом проводилось прикатывание. Эта технологическая операция улучшает контакт почвы с семенами, что в значительной мере ускоряет набухание семян и появление всходов. Технологическое решение предполагает, что максимальный прирост урожайности кормовых трав будет на 3–4-м году после проведения фитомелиоративных работ.

Описание растительности выполнялось с учетом высоты травостоя и проективного покрытия. Обилие растений определялось по шкале оценки Друде, где Un. – единственный экземпляр, Sol. – единично, Sp. – редко, Cop1 – довольно обильно, Cop2 – обильно, Cop3 – очень обильно, Soc. – сплошь.

Продуктивность фитоценозов определяли укосным методом. Отбор растительных образцов проводили в десятикратной повторности весной (май), летом (июль) и осенью (октябрь).

Индекс сходства видового состава фитоценозов рассчитан по формуле Жаккара и определяется как соотношение общего количества видов для двух сообществ к сумме видов, которые выявлены только в первом сообществе, только во втором сообществе, и общего числа видов для двух сообществ.

Результаты (Results)

Для территории характерна высокая сохранность экосистем. Естественные и слабоизмененные геосистемы составляют ¼ территории. Главный экзогенный фактор рельефообразования – эрозия.

Почвенный покров представлен каштановыми, каштановыми солонцеватыми и солончачковыми почвами, автоморфными солонцами, пойменными дерново-луговыми зернистыми почвами.

Климат региона умеренно-холодный. Средняя годовая температура воздуха составляет 9,4 °С, среднее количество осадков в год – 433 мм. Наименьшее количество осадков выпадает в августе (23 мм), наибольшее – в июне (43 мм). Самая высокая температура воздуха отмечается в июле (25,0 °С).

Исследованиями, проведенными за год до осуществления фитомелиоративных мероприятий, установлено, что урожайность на участках составила 159,8 г/м² (или 1,6 т/га); злаки занимали 70 % территории, полины – 23 %, на долю разнотравья приходилось 7 %. После проведения фитомелиоративных мероприятий видовое разнообразие, продуктивность фитоценозов и долевое участие видов в фитомассе значительно изменились. Геоботаническими исследованиями на участке № 1 выявлено 36 видов из 18 семейств, на участке № 2 – 34 вида из 18 семейств, на участке № 3 – 35 видов из 17 семейств (таблица 1).

Индекс сходства видового состава фитомелиорированных и естественных сенокосов, рассчитанный по формуле Жаккара, показал: сходство участков № 1 и № 2 = $30 / (30 + 36 + 34) = 0,30$;

сходство участка № 1 и № 3 = $31 / (31 + 34 + 35) = 0,31$;

сходство участка № 2 и № 3 = $34 / (34 + 34 + 35) = 0,33$.

Таблица 1
Видовое разнообразие фитомелиорированных сенокосов

№	Вид	Участок № 1		Участок № 2		Участок № 3	
		Д**	Высота, см	Д**	Высота, см	Д**	Высота, см
1	<i>Agropyron elongatum (Host) P. Beauv.*</i>	Soc.	87	Soc.	81	Soc.	65
2	<i>Agropyron cristatum (L.) Gaertn.*</i>	Soc.	64	Soc.	59	Soc.	43
3	<i>Allium praescissum Rchb.</i>	Sp.	48–57	–	–	–	–
4	<i>Alyssum turkestanicum</i>	–	–	Sp.	87–92	Sp.	87–90
5	<i>Alopecurus pratensis L.</i>	–	–	Sp.	115–127	Sp.	98–127
6	<i>Artemisia austriaca Jacq.</i>	Cop1	34–76	Cop1	56–69	Cop1	50–65
7	<i>Artemisia lerchiana Web.</i>	Sp.	44–76	Sp.	34–76	Sp.	34–76
8	<i>Asparagus pallasii Miscz.</i>	Sp.	100–115	Cop1	100–115	Cop1	87–100
9	<i>Bromus inermis (Leyss.) Holub *</i>	Soc.	82–88	Soc.	80	Soc.	75
10	<i>Calamagrostis epigeios (L.) Roth</i>	Cop1	45–90	–	–	–	–
11	<i>Capsella bursa-pastoris(L.) Medik.</i>	Sp.	88–97	Cop1	74–79	Cop1	66–71
12	<i>Carex arenaria L.</i>	Cop1	45–49	Cop1	68–92	Cop1	68–90
13	<i>Chamaenerion angustifolium</i>	Sol.	34–51	Sol.	34–51	Sol.	35–55
14	<i>Cichorium intybus L.</i>	Sol.	120–134	Sol.	120–134	Sol.	99–131
15	<i>Cirsium arvense (L.) Scop.</i>	Cop1	65–101	Sp.	65–101	Sp.	64–109
16	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	Sp.	52–78	Sp.	52–78	Sp.	46–65
17	<i>Crepis tectorum L.</i>	Sp.	100–114	Sp.	100–114	Sp.	90–107
18	<i>Dactylis glomerata L.</i>	–	–	Cop1	35–45	Cop1	27–43
19	<i>Dianthus campestris M. Bieb.</i>	Sol.	18–25	–	–	–	–
20	<i>Equisetum arvense L.</i>	Sp.	24–35	–	–	–	–
21	<i>Eryngium campestre L.</i>	Sp.	42–75	Sp.	42–75	Cop1	43–72
22	<i>Euphorbia virgata Waldst.</i>	Sp.	54–58	Sp.	54–58	Sp.	54–58
23	<i>Festuca valesiaca</i>	Sp.	86–88	–	–	–	–
24	<i>Galium verum L.</i>	Sp.	43–66	Cop1	43–66	Cop1	40–62
25	<i>Glycyrrhiza echinata L.</i>	Sp.	90–104	Sp.	90–104	Sp.	91–99
26	<i>Gypsophila paniculata L.</i>	Sp.	102–107	Sp.	102–107	Sp.	82–97
27	<i>Hieracium vulgatum Fr.</i>	Sp.	50–62	Sol.	50–62	Sol.	32–52
28	<i>Iris pumila L.</i>	Sp.	68–71	Sol.	68–71	Sol.	63–70
29	<i>Lactuca serriola L.</i>	Sp.	102–110	Sol.	102–110	Sol.	99–109
30	<i>Lepidium ruderale L.</i>	Sp.	45–77	Sol.	45–77	Sol.	41–73
31	<i>Matricaria recutita L.</i>	Sp.	70–75	Sol.	70–75	Sol.	74–79
32	<i>Medicago romanica Prod.</i>	Sp.	64–72	Sp.	64–72	Sp.	67–78
33	<i>Plantago lanceolata L.</i>	Sol.	36–38	Sol.	36–38	Sol.	39–43
34	<i>Poa pratensis</i>	Cop1	77–82	Sp.	77–80	Sp.	79–89
35	<i>Potentilla bifurca L.</i>	–	–	Sp.	43–44	Sp.	41–44
36	<i>Rumex confertus Willd.</i>	Sol.	43–104	Sol.	43–104	Sol.	40–107
37	<i>Tragopogon major Jacq.</i>	Sol.	69–75	Sol.	69–75	Sol.	64–74
38	<i>Trifolium pratense L.</i>	Sp.	75–96	–	–	Sp.	73–90
39	<i>Xanthium spinosum L.</i>	Sp.	78–97	Sp.	78–97	Sp.	76–95
40	<i>Xeranthemum annuum L</i>	Cop1	36–42	Sp.	36–42	Sp.	32–42
	Итого	36		34		35	

Примечание. * – фитомелиорант; **Д – встречаемость по шкале Друде.

Table 1
Species diversity of phytomeliorated hayfields

No.	View	Plot No. 1		Plot No. 2		Plot No. 3	
		D**	Height, cm	D**	Height, cm	D**	Height, cm
1	<i>Agropyron elongatum</i> (Host) P. Beauv.*	Soc.	87	Soc.	81	Soc.	65
2	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.*	Soc.	64	Soc.	59	Soc.	43
3	<i>Allium praescissum</i> Rchb.	Sp.	48–57	–	–	–	–
4	<i>Alyssum turkestanicum</i>	–	–	Sp.	87–92	Sp.	87–90
5	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	–	–	Sp.	115–127	Sp.	98–127
6	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	Cop1	34–76	Cop1	56–69	Cop1	50–65
7	<i>Artemisia lerchiana</i> Web.	Sp.	44–76	Sp.	34–76	Sp.	34–76
8	<i>Asparagus pallasii</i> Misch.	Sp.	100–115	Cop1	100–115	Cop1	87–100
9	<i>Bromus inermis</i> (Leys.) Holub *	Soc.	82–88	Soc.	80	Soc.	75
10	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Cop1	45–90	–	–	–	–
11	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Sp.	88–97	Cop1	74–79	Cop1	66–71
12	<i>Carex arenaria</i> L.	Cop1	45–49	Cop1	68–92	Cop1	68–90
13	<i>Chamaenerion angustifolium</i>	Sol.	34–51	Sol.	34–51	Sol.	35–55
14	<i>Cichorium intybus</i> L.	Sol.	120–134	Sol.	120–134	Sol.	99–131
15	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Cop1	65–101	Sp.	65–101	Sp.	64–109
16	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Sp.	52–78	Sp.	52–78	Sp.	46–65
17	<i>Crepis tectorum</i> L.	Sp.	100–114	Sp.	100–114	Sp.	90–107
18	<i>Dactylis glomerata</i> L.	–	–	Cop1	35–45	Cop1	27–43
19	<i>Dianthus campestris</i> M. Bieb.	Sol.	18–25	–	–	–	–
20	<i>Equisetum arvense</i> L.	Sp.	24–35	–	–	–	–
21	<i>Eryngium campestre</i> L.	Sp.	42–75	Sp.	42–75	Cop1	43–72
22	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst.	Sp.	54–58	Sp.	54–58	Sp.	54–58
23	<i>Festuca valesiaca</i>	Sp.	86–88	–	–	–	–
24	<i>Galium verum</i> L.	Sp.	43–66	Cop1	43–66	Cop1	40–62
25	<i>Glycyrrhiza echinata</i> L.	Sp.	90–104	Sp.	90–104	Sp.	91–99
26	<i>Gypsophila paniculata</i> L.	Sp.	102–107	Sp.	102–107	Sp.	82–97
27	<i>Hieracium vulgatum</i> Fr.	Sp.	50–62	Sol.	50–62	Sol.	32–52
28	<i>Iris pumila</i> L.	Sp.	68–71	Sol.	68–71	Sol.	63–70
29	<i>Lactuca serriola</i> L.	Sp.	102–110	Sol.	102–110	Sol.	99–109
30	<i>Lepidium ruderale</i> L.	Sp.	45–77	Sol.	45–77	Sol.	41–73
31	<i>Matricaria recutita</i> L.	Sp.	70–75	Sol.	70–75	Sol.	74–79
32	<i>Medicago romanica</i> Prod.	Sp.	64–72	Sp.	64–72	Sp.	67–78
33	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sol.	36–38	Sol.	36–38	Sol.	39–43
34	<i>Poa pratensis</i>	Cop1	77–82	Sp.	77–80	Sp.	79–89
35	<i>Potentilla bifurca</i> L.	–	–	Sp.	43–44	Sp.	41–44
36	<i>Rumex confertus</i> Willd.	Sol.	43–104	Sol.	43–104	Sol.	40–107
37	<i>Tragopogon major</i> Jacq.	Sol.	69–75	Sol.	69–75	Sol.	64–74
38	<i>Trifolium pratense</i> L.	Sp.	75–96	–	–	Sp.	73–90
39	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Sp.	78–97	Sp.	78–97	Sp.	76–95
40	<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Cop1	36–42	Sp.	36–42	Sp.	32–42
	Total	36		34		35	

Note. * – phytomeliorant; **D – occurrence on the Drude scale.

Наибольшее долевое участие в фитоценозе на участке № 1 из представителей разнотравья занимают виды семейства Asteraceae (11 видов, или 31 %), в т. ч. *Hieracium vulgatum* Fr., *Cichorium intybus* L., *Xeranthemum annuum* L., *Artemisia lerchiana* Web., *Lactuca serriola* L., *Tragopogon major* Jac. и др. Се-

мейство Poaceae занимает 17 % и представлено видами *Agropyron elongatum*, *Agropyron cristatum* L., *Bromus inermis*, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Poa pratensis*, *Festuca valesiaca*. Виды других семейств встречаются единично (таблица 2).

Таблица 2

Долевое участие видов (шт/%) в фитоценозах фитомелиорированных и естественных сенокосов

№	Семейство	Участок № 1	Участок № 2	Участок № 3
1	Alliaceae	1/2,8	–	–
2	Alyssum	–	1/2,9	1/2,9
3	Apiaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
4	Asparagaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
5	Asteraceae	11/30,6	10/29,9	11/31,0
6	Brassicaceae	2/5,6	2/5,9	2/5,7
7	Convolvulaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
8	Caryophyllaceae	1/2,8	–	–
9	Chamaenerion	1/2,8	1/2,9	1/2,9
10	Cyperaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
11	Equisetaceae	1/2,8	1/2,9	–
12	Iridaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
13	Iris	1/2,8	1/2,9	1/2,9
14	Fabaceae	3/8,4	2/5,9	3/8,5
15	Euphorbiaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
16	Rosaceae	–	1/2,9	1/2,9
17	Rubiaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
18	Plantaginaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
19	Polygonaceae	1/2,8	1/2,9	1/2,9
20	Poaceae	6/16,7	6/17,7	6/17,1
	Итого	36/100	34/100	35/100

Экономика

Table 2
The share of species (pcs/%) in phytocenoses of phytomeliorated and natural hayfields

No.	Family	Plot No. 1	Plot No. 2	Plot No. 3
1	Alliaceae	1/2.8	–	–
2	Alyssum	–	1/2.9	1/2.9
3	Apiaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
4	Asparagaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
5	Asteraceae	11/30.6	10/29.9	11/31.0
6	Brassicaceae	2/5.6	2/5.9	2/5.7
7	Convolvulaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
8	Caryophyllaceae	1/2.8	–	–
9	Chamaenerion	1/2.8	1/2.9	1/2.9
10	Cyperaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
11	Equisetaceae	1/2.8	1/2.9	–
12	Iridaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
13	Iris	1/2.8	1/2.9	1/2.9
14	Fabaceae	3/8.4	2/5.9	3/8.5
15	Euphorbiaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
16	Rubiaceae	–	1/2.9	1/2.9
17	Rubiaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
18	Plantaginaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
19	Polygonaceae	1/2.8	1/2.9	1/2.9
20	Poaceae	6/16.7	6/17.7	6/17.1
	Total	36/100	34/100	35/100

В фитоценозе мелиорированного участка № 2 выявлено 34 вида из 18 семейств. Наибольшее долевое участие по количеству видов здесь также занимают представители семейства *Asteraceae* (10 видов, или 30 %). Доля видов семейства *Poaceae* составляет около 18 %.

На естественных сенокосах (контроль) наибольшее долевое участие в сообществе также за-

нимают представители семейства *Asteraceae* (11 видов, или 31 %), в том числе *Artemisia austriaca* Jacq., *Artemisia lerchiana* Web., *Cichorium intybus* L., *Hieracium vulgatum* Fr. и др. Доля видов семейства *Poaceae* – 17 %, из которых доминантами являются *Dactylis glomerata* L. и *Carex arenaria* L.

Продуктивность и структура фитоценозов фитомелиорированных сенокосов первого года после улучшения

Ассоциация, вид	Поздневесенний период		Раннеосенний период	
	Фитомасса, г/м ²	Соотношение видов, %	Фитомасса, г/м ²	Соотношение видов, %
Участок № 1: полынно-злаково-разнотравная ассоциация				
<i>Artemisia austriaca</i>	20,0	7,4	106,7	28,01
<i>Poaceae (Bromus inermis, Agropyron elongatum, Agropyron cristatum, Calamagrostis epigeios, Trifolium repens) и Cyperaceae (Carex)</i>	242,7	89,4	260,0	68,06
Разнотравье	8,6	3,2	15,3	3,92
Итого по участку № 1	271,3	100	382,0	100
Участок № 2: полынно-злаково-разнотравная ассоциация				
<i>Artemisia austriaca</i>	32,1	10,9	30,0	9,3
<i>Poaceae (Bromus inermis, Agropyron elongatum, Agropyron cristatum, Leymus arenarius, Dactylis glomerata) и Cyperaceae (Carex)</i>	251,9	86,1	272,6	84,6
Разнотравье	8,73	3,0	19,5	6,1
Итого по участку № 2	292,7	100	322,1	100
Участок № 3: полынно-злаково-разнотравная ассоциация (контроль)				
<i>Artemisia lerchiana</i>	32,0	20,1	43,6	24,7
<i>Poaceae (Dactylis glomerata, Agropyron elongatum, Agropyron cristatum, Bromus inermis, Poa pratensis)</i>	58,9	37,0	118,2	67,0
Разнотравье	68,4	42,9	14,5	8,3
Итого по участку № 3	159,3	100	176,3	100
в среднем на 3 участках	241,1		293,5	

Table 3

Productivity and structure of phytocenoses of phytomeliorated hayfields of the first year after improvement

Association, type	Late spring		Early autumn	
	Phytomass, g/m ²	The ratio of species, %	Phytomass, g/m ²	The ratio of species, %
Plot No. 1: wormwood-cereal-grass association				
<i>Artemisia austriaca</i>	20.0	7.4	106.7	28.01
<i>Poaceae (Bromus inermis, Agropyron elongatum, Agropyron cristatum, Calamagrostis epigeios, Trifolium repens) and Cyperaceae (Carex)</i>	242.7	89.4	260.0	68.06
Motley grass	8.6	3.2	15.3	3.92
Total for plot No. 1	271.3	100	382.0	100
Plot No. 2: wormwood-cereal-grass association				
<i>Artemisia austriaca</i>	32.1	10.9	30.0	9.3
<i>Poaceae (Bromus inermis, Agropyron elongatum, Agropyron cristatum, Leymus arenarius, Dactylis glomerata) and Cyperaceae (Carex)</i>	251.9	86.1	272.6	84.6
Motley grass	8.73	3.0	19.5	6.1
Total for plot No. 2	292.7	100	322.1	100
Plot No. 3: wormwood-cereal-grass association (control)				
<i>Artemisia lerchiana</i>	32.0	20.1	43.6	24.7
<i>Poaceae (Dactylis glomerata, Agropyron elongatum, Agropyron cristatum, Bromus inermis, Poa pratensis)</i>	58.9	37.0	118.2	67.0
Motley grass	68.4	42.9	14.5	8.3
Total for plot No. 3	159.3	100	176.3	100
on average at 3 plots	241.1		293.5	

Таблица 4

Урожайность (г/м²) естественных и фитомелиорированных сенокосов

№ участка	2021 г.	2022 г.			
		Май	Июль	Сентябрь	Среднее
1	168,6	271,3	298,3	382,0	317,2
2	186,4	292,7	301,1	322,1	305,3
3	124,6	159,3	198,7	176,3	178,1
Среднее	159,8	241,1	266,0	293,5	266,9

Table 4

Yield (g/m²) of natural and phytomeliorated hayfields

No. of plot	2021	2022			
		May	July	September	Average
1	168.6	271.3	298.3	382.0	317.2
2	186.4	292.7	301.1	322.1	305.3
3	124.6	159.3	198.7	176.3	178.1
Average	159.8	241.1	266.0	293.5	266.9

В мае на участке № 1 средняя высота трав составляла 38,3 см, проективное покрытие – 77 %. Урожайность общей фитомассы достигла 271,31 г/м², из нее на долю трав семейства *Poaceae* и *Cyperaceae* (*Carex arenaria* L.) приходилось 89,4 % (таблица 3). В общей фитомассе массовая доля *Agropyron elongatum* достигала 53,3 %, а продуктивность – 144,6 г/м², *Calamagrostis epigeios* – 16,7 % (45,1 г/м²), *Agropyron cristatum* – 9,4 % (25,5 г/м²), *Bromus inermis* – 5,8 % (5,8 г/м²). Доля *Cyperaceae* (*Carex arenaria* L.) в общей фитомассе травостоя не превышала 4,3 % (11,8 г/м²).

На участке № 2 в мае при проективном покрытии 87 % и средней высоте трав 39,8 см наибольшую долю в фитомассе также занимал вид *Agropyron elongatum* (207,2 г/м², или 70,8 %). В среднем фитомасса на фитомелиорированном участке составила 292,7 г/м², из нее на долю трав семейства *Poaceae* и *Cyperaceae* (*Carex arenaria* L.) приходилось 86,1 % (таблица 3).

На контрольном участке в мае проективное покрытие составляло 72 %, а средняя высота трав – 42 см. По сравнению с прошлым годом доля разнотравья в общей фитомассе увеличилась в 8,8 раза. Наибольший процент в фитомассе разнотравья занимали *Eryngium campestre* L. (27,0 %) и *Galium verum* L. (20,7 %). По сравнению с прошлым годом отмечено появление вида *Artemisia lerchiana*, доля которого в фитомассе достигла 20 % (32,0 г/м²). Общая фитомасса составила 159,3 г/м².

В сентябре средняя урожайность травостоя на участке № 1 достигала 382 г/м², на участке № 2 – 322,1 г/м². Основную долю в фитомассе занимал фитомелиорант *Agropyron elongatum* (68 % на участке № 1 и 65 % на участке № 2). На контроле в этот период наибольшее долевое участие (67 %) в фитомассе занимали *Dactylis glomerata* (23 %), *Agropyron elongatum* (31 %), *Agropyron cristatum* (17 %), *Bromus inermis* (14 %), *Poa pratensis* (15 %).

В среднем за год продуктивность фитомелиорированных участков составила 305–317 г/м², а естественных сенокосов – 178 г/м² (таблица 4).

Фитомелиоранты в разные сезоны года наполняли аэротоп фитомассой в соответствии с фенологией развития травостоя. На рис. 2 показано центральное распределение фитомассы фитомелиорантов и доминирующих видов семейств *Poaceae* и *Cyperaceae* в аэротопе сенокосного участка № 1 в поздневесенний период.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Анализ данных сезонного накопления фитомассы показывает, что на фитомелиорированных участках в первый год осуществления технологического решения значительно меняется видовой состав и продуктивность сенокосных угодий. Индекс Жаккара показывает сходство фитоценозов на естественных и фитомелиорированных участках на 30–33 %. Во все сезоны года как на фитомелиорированных, так на естественных сенокосах наибольшее долевое участие по количеству участия видов в фитоценозах занимали виды семейства *Asteraceae* (30–31 %) и *Poaceae* (17–18 %). На формирование урожая улучшенных сенокосов наибольшее влияние оказали фитомелиоранты *Agropyron elongatum*, *Agropyron cristatum*, *Bromus inermis*. Доля фитомелиорантов в общей фитомассе в разные сезоны была неодинаковой. Основную фитомассу составлял *Agropyron elongatum*: в мае его доля в фитоценозе достигала 53–71 %, в сентябре – 65–68 %. Фитомелиорированные методом высева поликомпонентной травосмеси сенокосные участки оказались продуктивнее естественных в весенний период в 1,7–1,8, в летний период – в 1,5 раза, а в осенний период – в 1,8–2,2 раза. За счет прибавки урожая по сравнению с естественными сенокосами продуктивность на фитомелиорированных участках выросла за год в 1,5 раза. В среднем урожайность фитомелиорированных участков по сравнению с прошлым годом увеличилась в 1,6–1,9 раза и составила 305–317 г/м².

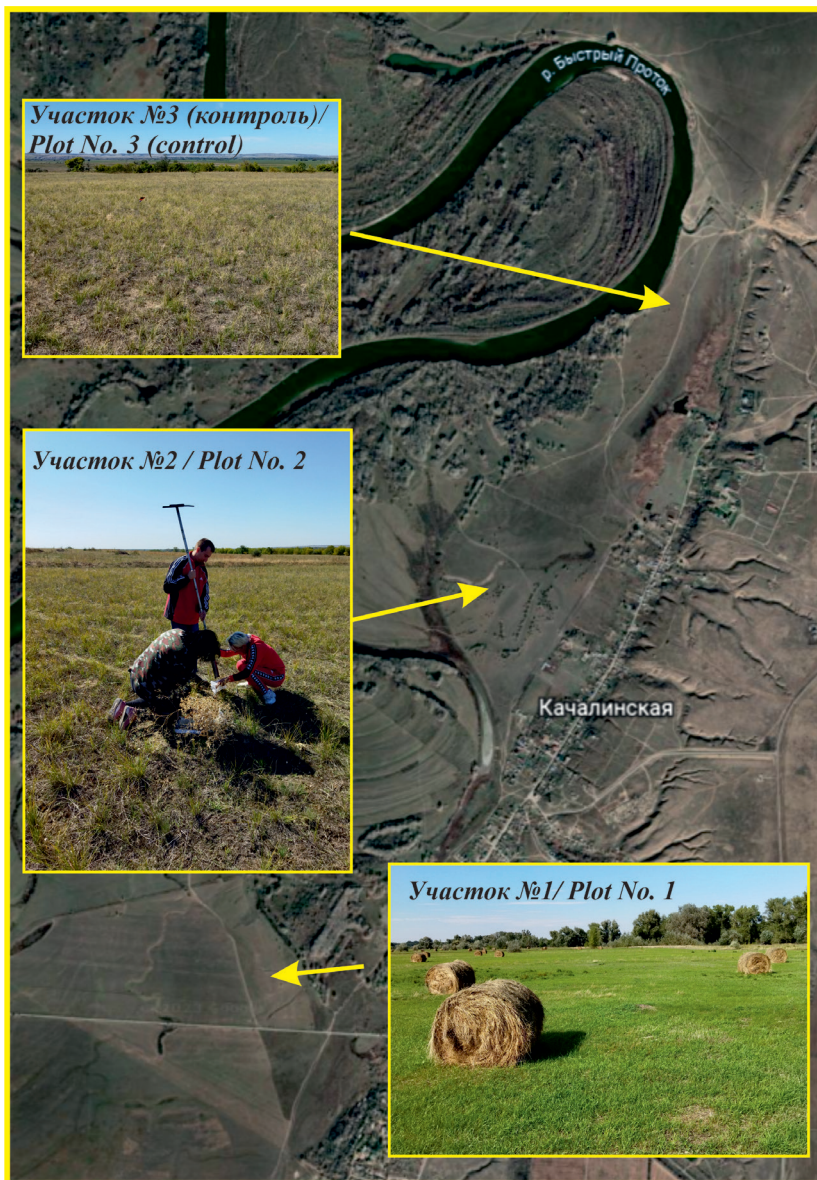


Рис. 1. Сенокосы сухой степи бассейна реки Дон
Fig. 1. Hayfields of the dry steppe of the Don River basin

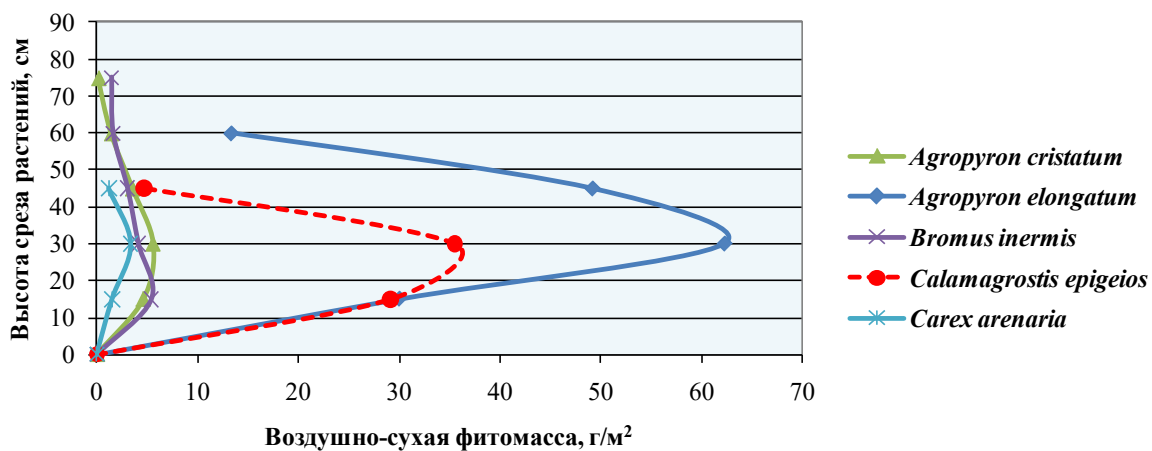


Рис. 2. Распределение массы фитомелиорантов и доминирующих видов семейств Poaceae и Cyperaceae в аэропоне сенокосного участка № 1 в поздневесенний период

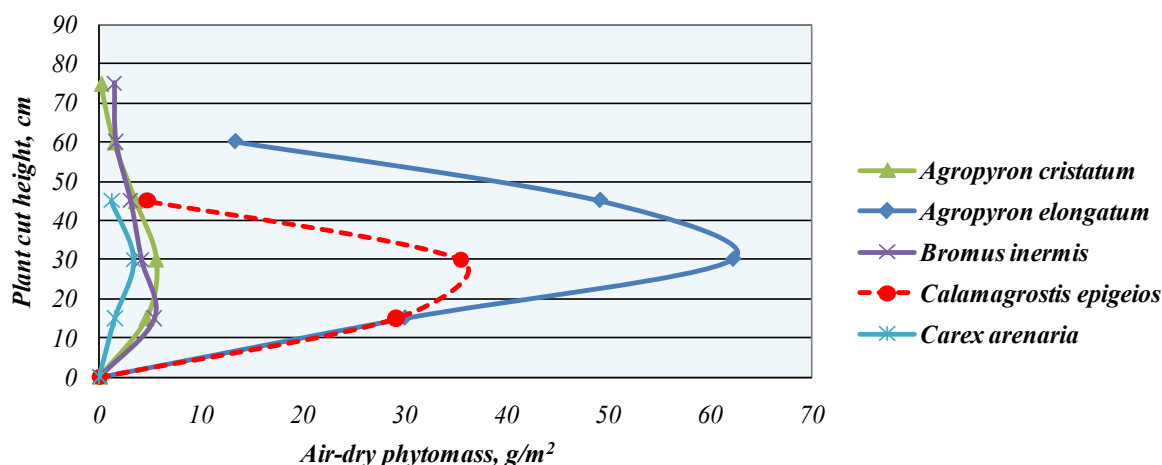


Fig. 2. Distribution of the mass of phytomeliiorants and dominant species of the Poaceae and Cyperaceae families in the aerotope of hay plot No. 1 in the late spring period

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках Государственных заданий № 122020100450-9 «Разработка новой методологии оптимального управления биоресурсами в агроландшафтах засушливой зоны РФ с использованием системно-динамического моделирования почвенно-гидрологических процессов, комплексной оценки влияния климатических из-

менений и антропогенных нагрузок на агробиологический потенциал и лесорастительные условия» и № 122020100407-3 «Теоретические основы и технологии устойчивого функционирования природных кормовых угодий аридных и субаридных регионов средствами комплексной фитомелиорации в условиях опустынивания и изменения климата».

Библиографический список

1. Золотокрылин А. Н. Глобальное потепление, опустынивание/деградация и засухи в аридных регионах // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 1. С. 3–13. DOI: 10.31857/S2587-5566201913-13.
2. Zolotokrylin A. N., Cherenkova E. A., Titkova T. B. Bioclimatic subhumid zone of Russian plains: droughts, desertification, and land degradation // Arid Ecosystems. 2018. Vol. 8. No. 1. Pp. 7–12. DOI: 10.1134/S2079096118010122.
3. Vlasenko M. V., Kulik A. K., Salugin A. N. Evaluation of the ecological status and loss of productivity of arid pasture ecosystems of the Sarpa lowland // Arid Ecosystems. 2019. Vol. 9. No. 4. Pp. 273–281. DOI: 10.1134/S2079096119040097.
4. Zalibekov Z. G., Mamaev S. A., Magomedov R. A., Biarslanov A. B., Asgerova D. B., Galimova U. M. The use of fresh groundwater from arid regions of the world in the fight against land desertification // Arid ecosystems. 2019. Vol. 9. No. 2. Pp. 77–84. DOI: 10.1134/S2079096119020112.
5. Кулик К. Н. К 30-летию Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 5–12.
6. Kust G. S., Andreeva O. V., Lobkovskiy V. A. Land degradation neutrality: the modern approach to research on arid regions at the national level // Arid Ecosystems. 2020. Vol. 10. No. 2. Pp. 87–92. DOI: 10.1134/S2079096120020092.
7. Шинкаренко С. С., Кошелева О. Ю., Солодовников Д. А. Прогнозно-картографическое моделирование продуктивности пастбищ Волгоградской области на основе данных дистанционного зондирования // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 1 (54). С. 69–78. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-69-78.
8. Zolotokrylin A. N., Cherenkova E. A., Titkova T. B. Aridization of drylands in the European part of Russia: secular trends and links to droughts // Regional research of Russia. 2020. No. 84 (2). Pp. 207–217. DOI: 10.31857/S258755662002017X.
9. Маштыков К. В. Сравнительная характеристика видового состава пастбищных фитоценозов пустынной зоны // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2021. № 1 (42). С. 36–44. DOI: 10.24412/2071-7830-2021-142-36-44.
10. Власенко М. В. Видовое разнообразие и устойчивость фитоценозов песчаных пастбищ Ростовской области // Аграрная Россия. 2019. № 3. С. 17–21. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-3-17-21.
11. Салугин А. Н. Численное моделирование сукцессионных переходов в агроэкологии // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 1. С. 62–65. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-1-62-65.

12. Санданов Д. В. Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 82–114. DOI: 10.17223/19988591/46/5.
13. Бородычев В. В., Власенко М. В., Кулик А. К. Сезонные изменения кормовой продуктивности аридных пастбищ // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 14–24. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-01.
14. Пещанская Е. В., Кожевников В. И. К вопросу об урожайности восстановленных лугово-степных формаций // Кормопроизводство. 2019. № 11. С. 12–16.
15. Vlasenko M. V., Trubakova K. Yu. Characteristics of the seasonal dynamic structure of phytocenoses on sandy grounds in the south of European Russia // Arid Ecosystems. 2022. Vol. 12. No. 1. Pp. 99–107. DOI: 10.1134/S2079096122010140.
16. Шахмедов И. Ш. Подбор сортов многолетних трав для возделывания на засоленных и деградированных пастбищах в Северном Прикаспии // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2016. № 2 (27). С. 14–17.
17. Булахтина Г. К. Изучение адаптивного потенциала кормовых кустарниковых растений для использования в восстановлении деградированных полупустынных пастбищных экосистем // Аграрный вестник Урала. 2022. № 1 (216). С. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-2-11.
18. Булахтина Г. К., Кудряшова Н. И., Подоприморов Ю. Н. Исследование адаптивного потенциала кормовых кустарников для создания зоомелиоративных насаждений в полупустынных пастбищных экосистемах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 135–144. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-13.
19. Гребенников В. Г., Лапенко Н. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Методы повышения продуктивности аридных пастбищ // Аграрная наука. 2020. № 9. С. 70–73. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-341-9-70-73.
20. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И. Питательная ценность бобово-мятликовых травосмесей на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 91–97. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-08.

Об авторах:

Марина Владимировна Власенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов, ORCID 0000-0002-6356-2225, AuthorID 289179; +7 927 500-53-59, vlasencomarina@mail.ru

Светлана Юрьевна Турко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель, ORCID 0000-0002-2546-4755, AuthorID 185088; +7 961 064-31-17, turkosvetlana73@mail.ru

Людмила Петровна Рыбашлыкова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель, ORCID 0000-0002-3675-6243, AuthorID 865030; +7 927 662-63-53, ludda4ka@mail.ru

¹ Федеральное научное учреждение агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

Effective technologies for the restoration of degraded pasture ecosystems and the creation of high-quality hayfields in the Don river basin

M. V. Vlasenko¹✉, S. Yu. Turko¹, L. P. Rybashlykova¹

¹ Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

✉ E-mail: vlasencomarina@mail.ru

Abstract. Scientific novelty and practical significance. The increasing rates of soil degradation processes in the southern regions of Russia make it urgent to increase the productivity of agricultural land, stabilize ecosystems and restore potentially valuable forage vegetation. Phytomeliorative reconstruction of low-productive lands is of great practical importance for ensuring sustainable development of the region and national food security. **The purpose of the research.** The purpose of the research is to identify the effectiveness of the conducted

phytomeliorative works aimed at increasing productivity and preserving the native biodiversity of hayfields in the conditions of the dry steppe of the Don river basin. **Methods.** Phytomeliorative reconstruction of hayfields was carried out in the autumn of 2021. (Volgograd region, Ilovlyinskiy district) by sowing a grass mixture of *Agropyron elongatum* + *Agropyron cristatum* L + *Bromus inermis* on two plots with an area of 40 and 30 hectares. The abundance of plants was determined by the Drude rating scale. The similarity index of the species composition of phytocenoses is calculated according to the Zhakkar formula. Productivity was determined by the sloping method. **Results.** 36 species of herbs from 18 families were identified on the phytomeliorated hayfields of plot No. 1, 34 species from 18 families were identified on plot No. 2, 35 species from 17 families were identified on natural hayfields. The Zhakkar index shows the similarity of phytocenoses by 30–33 %. The largest share in the number of species (pieces) in the phytocenosis was occupied by species of the *Asteraceae* (30–33 %) and *Poaceae* (17–18 %) families. But phytomeliorants had the greatest influence on the formation of the crop. The proportion of phytomeliorants in the total phytomass in different seasons was not the same. The main phytomass was *Agropyron elongatum*: in May its share in the phytocenosis reached 53–71 %, in September – 65–68 %. Phytomeliorated areas turned out to be 1.7–1.8 times more productive than natural ones in spring, 1.5 times more productive in summer, and 1.8–2.2 times more productive in autumn. On average, the yield of phytomeliorated plots increased by 1,6–1,9 times compared to last year and amounted to 305–317 g/m².

Keywords: haymaking, phytomelioration, yield, species diversity, Drude scale.

For citation: Vlasenko M. V., Turko S. Yu., Rybashlykova L. P. Effektivnye tekhnologii vosstanovleniya degradirovannykh zemel' i sozdaniya vysokokachestvennykh senokosov v bassejne reki Don [Effective technologies of restoration of degraded lands and creation of high-quality haymaking in the Don river basin] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 05 (234). Pp. 14–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-14-25. (In Russian.)

Date of paper submission: 24.01.2023, **date of review:** 20.02.2023, **date of acceptance:** 13.03.2023.

References

- Zolotokrylin A. N. Globalnoe poteplenie, opustynivanie/degradatsiya i zasukhi v aridnykh regionakh [Global warming, desertification/degradation, and droughts in arid regions] // Proceedings of the Russian academy of sciences. Geographical series. 2019. No. 1. Pp. 3–13. DOI:10.31857/S2587-5566201913-13. (In Russian.)
- Zolotokrylin A. N., Cherenkova E. A., Titkova T. B. Bioclimatic subhumid zone of Russian plains: droughts, desertification, and land degradation // Arid Ecosystems. 2018. Vol. 8. No. 1. Pp. 7–12. DOI: 10.1134/S2079096118010122.
- Vlasenko M. V., Kulik A. K., Salugin A. N. Evaluation of the ecological status and loss of productivity of arid pasture ecosystems of the Sarpa lowland // Arid Ecosystems. 2019. Vol. 9. No. 4. Pp. 273–281. DOI: 10.1134/S2079096119040097.
- Zalibekov Z. G., Mamaev S. A., Magomedov R. A., Biarslanov A. B., Asgerova D. B., Galimova U. M. The use of fresh groundwater from arid regions of the world in the fight against land desertification // Arid ecosystems. 2019. Vol. 9. No. 2. Pp. 77–84. DOI: 10.1134/S2079096119020112.
- Kulik K. N. K 30-letiyu Generalnoy skhemy po borbe s opustynivaniyem Chernykh zemel i Kizlyarskikh pastbishch [To the 30th anniversary of the General Scheme to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures] // Arid ecosystems. 2018. Vol. 24. No. 1 (74). Pp. 5–12. (In Russian.)
- Kust G. S., Andreeva O. V., Lobkovskiy V. A. Land degradation neutrality: the modern approach to research on arid regions at the national level // Arid Ecosystems. 2020. Vol. 10. No. 2. Pp. 87–92. DOI: 10.1134/S2079096120020092.
- Shinkarenko S. S., Kosheleva O. Yu., Solodovnikov D. A. Prognozno-kartograficheskoe modelirovanie produktivnosti pastbishch Volgogradskoy oblasti na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya [Predictive-cartographic modeling of pasture productivity in the Volgograd region based on remote sensing data] // South of Russia: ecology, development. 2020. Vol. 15. No. 1 (54). Pp. 69–78. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-69-78. (In Russian.)
- Zolotokrylin A. N., Cherenkova E. A., Titkova T. B. Aridization of drylands in the European part of Russia: secular trends and links to droughts // Regional research of Russia. 2020. No. 84 (2). Pp. 207–217. DOI: 10.31857/S258755662002017X.
- Mashtykov K. V. Sravnitel'naya kharakteristika vidovogo sostava pastbishchnykh fitotsenozov pustynnoy zony [Comparative characteristics of the species composition of pasture phytocenoses of the desert zone] // Bulletin of the Institute of Complex Studies of Arid Territories. 2021. No. 1 (42). Pp. 36–44. DOI: 10.24412/2071-7830-2021-142-36-44. (In Russian.)

10. Vlasenko M. V. Vidovoe raznoobrazie i ustoychivost' fitotsenozov peschanykh pastbishch Rostovskoy oblasti [Species diversity and stability of phytocenoses of sandy pastures of the Rostov region] // Agrarian Russia. 2019. No. 3. Pp. 17–21. (In Russian.)

11. Salugin A. N. Chislennoe modelirovanie suksessionnykh perekhodov v agroekologii [Numerical modeling of succession transitions in agroecology] // Russian agricultural science. 2020. No. 1. Pp. 62–65. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-1-62-65. (In Russian.)

12. Sandanov D. V. Sovremennyye podkhody k modelirovaniyu raznoobraziya i prostranstvennomu raspredeleniyu vidov rasteniy: perspektivy ikh primeneniya v Rossii [Modern approaches to modeling diversity and spatial distribution of plant species: prospects for their application in Russia] // Bulletin of Tomsk State University. Biology. 2019. No. 46. Pp. 82–114. DOI: 10.17223/19988591/46/5. (In Russian.)

13. Borodychev V. V., Vlasenko M. V., Kulik A. K. Sezonnyye izmeneniya kormovoy produktivnosti aridnykh pastbishch [Seasonal changes in forage productivity of arid pastures] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2021. No. 1 (61). Pp. 14–24. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-01. (In Russian.)

14. Peshchanskaya E. V., Kozhevnikov V. I. K voprosu ob urozhaynosti vosstanovlennykh lugovo-stepnykh formatsiy [On the issue of productivity of restored meadow-steppe formations] // Fodder production. 2019. No. 11. Pp. 12–16. (In Russian.)

15. Vlasenko M. V., Trubakova K. Yu. Characteristics of the seasonal dynamic structure of phytocenoses on sandy grounds in the south of European Russia // Arid Ecosystems. 2022. Vol. 12. No. 1. Pp. 99–107. DOI: 10.1134/S2079096122010140.

16. Shakhmedov I. Sh. Podbor sortov mnogoletnikh trav dlya vozdeleyvaniya na zasolennykh i degradirovannykh pastbishchakh v Severnom Prikaspii [Selection of varieties of perennial grasses for cultivation on saline and degraded pastures in the Northern Caspian region] // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. 2016. No. 2 (27). Pp. 14–17. (In Russian.)

17. Bulakhtina G. K., Kudryashova N. I., Podoprigrorov Yu. N. Issledovanie adaptivnogo potentsiala kormovykh kustarnikov dlya sozdaniya zoomeliorativnykh nasazhdeniy v polupustynnykh pastbishchnykh ekosistemakh [Study of the adaptive potential of forage shrubs for creating zoo-reclamation plantings in semi-desert pasture ecosystems] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2021. No. 1 (61). Pp. 135–144. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-13. (In Russian.)

18. Bulakhtina G. K. Izuchenie adaptivnogo potentsiala kormovykh kustarnikov dlya ispol'zovaniya v vosstanovlenii degradirovannykh polupustynnykh pastbishchnykh ekosistem [The study of the adaptive potential of forage shrub plants for use in the restoration of degraded semi-desert pasture ecosystems] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 1 (216). Pp. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-2-11. (In Russian.)

19. Grebennikov V. G., Lapenko N. G., Shipilov I. A., Khonina O. V. Metody povysheniya produktivnosti aridnykh pastbishch [Methods of increasing productivity of arid pastures] // Agrarian science. 2020. No. 9. Pp. 70–73. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-341-9-70-73. (In Russian.)

20. Dronova T. N., Burtseva N. I. Pitatel'naya tsennost' bobovo-myatlikovykh travosmesey na oroshaemykh zemlyakh Nizhnego Povolzh'ya [Nutritional value of bean-bluegrass grass mixtures on irrigated lands of the Lower Volga region] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2020. No. 3 (59). Pp. 91–97. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-08. (In Russian.)

Authors' information:

Marina V. Vlasenko¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the laboratory of hydrology of agroforest landscapes, ORCID 0000-0002-6356-2225, AuthorID 289179; +7 927 500-53-59, vlasencomarina@mail.ru

Svetlana Yu. Turko¹, candidate of agricultural sciences, researcher at the laboratory of protective afforestation and phytomelioration of low productive lands, ORCID 0000-0002-2546-4755, AuthorID 185088; +7 961 064-31-17, turkosvetlana73@mail.ru

Lyudmila P. Rybashlykova¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of protective afforestation and phytomelioration of low-productive lands, ORCID 0000-0002-3675-6243, AuthorID 865030; +7 927 662-63-53, ludda4ka@mail.ru

¹ Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia