АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2024, том 30, № 2 (99), с. 45-55

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 581.5

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАСТБИЩ НА ПЕСЧАНЫХ МАССИВАХ ДОНСКОГО БАССЕЙНА

© 2024 г. М.В. Власенко, А.К. Кулик

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН
Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., д. 97
E-mail: vlasencomarina@mail.ru, kulikak79@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.08.2023. После доработки 30.10.2023. Принята к публикации 01.12.2023.

Целью исследований являлся анализ фитоценотического потенциала пастбищных экосистем Цимлянского песчаного массива с использованием экологических шкал влажности, реакции почвы и богатства почвы минеральным азотом Г. Элленберга. Работа основана на ландшафтно-биоэкологических и эколого-морфологических методах исследований с применением методик изучения структуры, стабильности и развития растительных сообществ. Установлено, что наибольшую роль в проективном покрытии играют виды семейств *Poaceae, Fabaceae* и *Asteraceae*. Преобладающей жизненной формой растительности на всех исследованных площадках являются гемикриптофиты – 40-71%. Урожайность фитоценозов в среднем составляет 156-287 г/м^2. Видовой состав и урожайность пастбищных фитоценозов заметно меняется в зависимости от влажности, физико-химических свойств и богатства почвы минеральным азотом. На влажных непросыхающих, слабокислых почвах со средним содержанием азота эдификаторами являются *Agrostis canina* L., *A. tenuis* Sibth., *Thlaspi arvense* L., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *Tanacetum vulgare* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus lacustris* L. В средних условиях увлажнения, на слабокислых почвах со средним содержанием азота эдификаторами являются *Achillea millefolium* L., *Astragalus arenarius* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Medicago falcata* L., *Phleum pratense* L. В средних условиях увлажнения, на слабокислых, богатых минеральным азотом почвах эдификаторами являются *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv., *Atriplex tatarica* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. В средних условиях увлажнения, на нейтральных почвах со средним содержанием азота эдификаторами являются *Artemisia abrotanum* L., *Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch., *Gypsophila paniculata* L., *Inula germanica* L., *Juncus gerardii* Loisel., *Senecio erucifolius* L. На сухих, слабокислых почвах со средним содержанием азота эдификаторами являются *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol) и *Festuca valesiaca* Gaudin. На сухих, слабокислых и бедных минеральным азотом почвах эдификаторами являются *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Artemisia campestris* L., *A. maritima* L., *A. marschalliana* Spreng., *A. scoparia* Waldst. & Kit., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Crepis tectorum* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC., *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvelev, *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn., *Stipa capillata* L. В условиях достаточного и переменного увлажнения, на нейтральных и слабокислых почвах со средним содержанием азота эдификаторами являются *Agropyron cristatum* L. и *Thlaspi arvense* L. В полынно- вейнико-кострецовом (*Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios, Artemisia marschalliana*) сообществе отмечается большая доля терофитов (22.9%), что свидетельствует об антропогенном прессинге на этой территории.

Ключевые слова: фитоценозы, видовое разнообразие, песчаные массивы, пастбищные экосистемы, экологическая оценка, шкалы Элленберга.
DOI: 10.24412/1993-3916-2024-2-45-55
EDN: QPBFCR

Песчаные земли распространены во всех природных зонах – от тропических до арктических. Основным песчаные массивы бассейна р. Дон – это Казанско-Вешенские, Арчединско-Иловлинско-

Донские, Хоперо-Медведицкие, Голубинские и Цимлянские пески. Они имеют площадь более 10 тыс. км^2.

Растения песков объединены в экологическую группу «псаммофиты». Их флоро- и фитоценотическую сущность лимитируют физико-механические свойства песчаных почв. Песок для псаммофитов – экологическая ниша, необходимая для существования и воспроизводства. Различают по отношению к особенностям субстрата облигатные (формирующиеся на подвижных песках) и факультативные псаммофиты (могут расти не только на песках). На европейской территории России встречается 842 вида псаммофитов, 25% из них – облигатной формы. Многие из них – эндемики. Специализация растений-псаммофитов такова, что некоторые растения-пионеры первого порядка при утере подвижности песков даже отмирают (Гаэль, Смирнова, 1999).

Существует большое число гипотез, объясняющих видовое разнообразие псаммофитов. Факторы, влияющие на его формирование, многочисленны и находятся в сложном взаимодействии. В различных фитоценозах их роль неоднозначна. Основными факторами являются водный, температурный и ветровой режимы, антропогенный прессинг, эндоэкогенетические процессы и сукцессионный статус ассоциации, которые в динамике отражают экологические процессы, происходящие при зарастании песков, и особенности факторов среды (Власенко, Кулик, 2017; Власенко, Трубакова, 2022; Vlasenko, Tyutyuma, 2020).

Важными экологическими факторами видового разнообразия фитоценозов на песках являются гумусонакопление и увлажнение, соответствующие стадиям зарастания песков высоких надпойменных террас при сменах, вызываемых изменением внешней среды (развеваемые сыпучие пески, полузаросшие пески). Большое значение имеет уровень грунтовых вод, от которого зависит увлажнение низких террас, где доминируют кустарники и луговые степи.

Псаммофитная растительность на развеваемых песках отличается азональной природой. Видовой состав псаммофитонных сообществ представлен пионерами зарастания развеваемых бугристых песков и видами, предпочитающими рыхлопесчаные и слабосвязно-песчаные почвы (Власенко и др., 2019).

Перевыпас и неорганизованное бессистемное использование пастбищ существенно изменяет процесс естественного самозарастания на песках. Чрезмерная пастбищная дигрессия ведет к образованию множественных «островов» антропогенного опустынивания, время жизни которых определяет флуктуация осадков и дальнейшее влияние человека (Vlasenko et al., 2022; Власенко, 2014). При усиленном разбивании легких песчаных почв образуются холмы сыпучих песков.

Оценка биологического разнообразия актуальна и имеет важное прикладное значение, т.к. позволяет контролировать сохранение генетического потенциала, дает представление о состоянии экосистем на определенной территории, служит основой для разработки системы менеджмента отдельных видов. Фитоиндикация является востребованным методом для оценки и прогнозирования количественно-качественных характеристик пастбищного корма и рационального использования пастбищных экосистем в целом.

Материалы и методы

Выявление экологических амплитуд и оптимумов для растительных сообществ трудоемко в связи с тем, что ряду факторов сложно дать количественную оценку из-за множества параметров. Для этого существуют экологические шкалы, где значения фактора представляются в виде ранжированного ряда характеристик экологии видов, на основе которых проводится оценка условий среды. Каждый вид на такой шкале фактора занимает определенное местоположение. Экологические шкалы основаны на анализе данных, полученных в естественных условиях. При изучении растений-индикаторов выявляются амплитуды их толерантности к среде как показателей условий внешней среды. При этом учитываются не только доминирующие виды, а большинство видов сообщества, которые дополняют друг друга. В геоботанических региональных исследованиях России наиболее популярны экологические шкалы Г. Элленберга (Ellenberg, 1974,, 1988; Brimle, Ellenberg, 1994; Работнов, 1994), Л.Г. Раменского (Раменский, 1973; Раменский и др., 1956; Голуб и др., 1978) и Д.Н. Цыганова (1983).

Целью исследований являлся анализ фитоценотического потенциала пастбищных экосистем Цимлянского песчаного массива с использованием экологических шкал Г. Элленберга. Работа основана на методах ландшафтно-биоэкологических (Мордкович, 2005; Ниценко, 1971; Миркин, Розенберг, 1978; Raunkiaer, 1934) и эколого-морфологических исследований (Маевский, 2006; Серебряков, 1962; Серебрякова, 1971; Горышина, 1979). В работе применялись методики изучения структуры, стабильности и развития растительных сообществ (Смирнова и др., 1976; Свирежев, Логофет, 1978; Westhoff, Van Der Maarel, 1978; Жиляев, 2005) с использованием математической статистики (Зайцев, 1984; Шмидт, 1984; Василевич, 1969).

Оценка биологического разнообразия имеет важное прикладное значение, т.к. позволяет контролировать сохранение генетического потенциала, дает представление о состоянии экосистем на определенной территории, служит основой для разработки системы менеджмента отдельных видов. Экологические шкалы Г. Элленберга позволяют выяснить связь между фитоценозами и экотопом, что важно при разработке методов геоботанической индикации. Экологическая оценка местообитания растительных сообществ рассматривалась по шкалам влажности (F), реакции почвы (R) и богатства почвы минеральным азотом (N). Средний балл определялся по формуле (Ellenberg, 1988):

$$X = \frac{K_1X_1 + ... + K_nX_n}{K_1 + K_2 + ...K_m} = \frac{\sum KX}{\sum K}$$

где X – средний балл выраженности фактора, K_1-K_n – баллы видов по шкале Браун-Бланке, X_1-X_n – баллы по экологическим формулам.

Видовой состав фитоценозов был проанализирован по характеру положения почки возобновления относительно поверхности земли и способом защиты этих почек (Raunkiaer, 1934). В сообществе выявлялись гидрофиты (A), хамефиты травянистые (C), геофиты (G), гемикриптофиты (H), нанофанерофиты (N), фанерофиты (P), терофиты (T), полупаразиты (V), паразиты (W), хамефиты (Z).

Установлены жизненные формы растений травянисто-кустарникового яруса (Серебряков, 1962). В каждом фитоценозе определено количество листовых суккулентов (C), стержнекорневых (Ск), стержнекорневых корнеотпрысковых (Co), длиннокорневищных (Dk), кистекорневых (Kc), короткокорневищных (Kk), корневищно-ветвистых (KKV), клубнелуковичных (Kl), корнеотпрысковых (Ko), корнелуковичных (Kp), луковичных (L), наземноползучих (Np), плотнодерновинных (Pd), рыхлодерновинных (Rd) видов, монокарпических дву- и малолетников (Md), монокарпических малолетников (Mo), полукустарничков (Pk), сапрофитов (Sp), кустарников (K), кустарничков (Ks), травяных лиан (Li), паразитов (P).

Выявлены экобиоморфы, которые имеют сходные экологические ниши, определённый тип приспособительной структуры и сходные физиологические особенности: гидроморфные (hd), гидрогеломорфные (hd/he), геломорфные (he), гелогидроморфные (he/hd), геломезоморфные (he/m), гигроморфные (hg), гигромезоморфные (hg/m), ксероморфные (k), ксерогеломорфные (k/he), ксеромезоморфные (k/m), мезоморфные (m), мезогелеморфные (m/he), мезоксероморфные (m/k), суккулентные (su). Экобиоморфы устанавливались на основе морфологии, биологии и экологии, анатомического строения, водного режима, фотосинтеза и дыхания, минерального питания, устойчивости клеток растения.

Географический анализ флоры (Meusel et al., 1965) позволил выявить принадлежность основной массы видов в каждом из растительных сообществ к типам ареала: Североамериканский (Am), Циркумпулярный (Cir), Европейский (E), Европейско-Азиатский (Ea), Европейско-Сибирский (Es), Восточно-Европейский (Ev), Западно-Европейский (Ew), Европейско-Западноазиатский (Ewa), Европейско-Западносибирский (Ews).

Эколого-ценотическое изучение растительности проводили методом пробных площадей размером 20 х 20 м. На них для уточнения распределения видов и количественных параметров закладывались 5 учетных площадок по 1 м^2 по углам и в центре. Урожайность фитоценозов определяли укосным методом. Проективное покрытие определяли визуально. Степень количественного участия каждого вида на пробной площадке оценивали в баллах от 1 до 5 по шкале проективного покрытия Браун-Бланке: 5 – >75%, 4 – 50-75%, 3 – 25-50%, 2 – 5-25%, 1 – до 5%, плюс – до 1%, r – не более 4 экземпляров на площадке.

Результаты и обсуждение

Экологическая оценка среды по шкалам Элленберга была проведена на территории Цимлянского массива (географические координаты: 47° 59′ 50″ с.ш., 42° 39′ 01″ в.д.). Песчаный массив представляет собой террасовые аллювиальные отложения в долине р. Дон. В северо-западной части он переходит в суглинистую степь. Его поверхность выделяется рельефной сложностью и разнообразием форм с преобладанием гряд и ложбин.

Развитие почв тесно связано с рельефом местности. Легкие почвы песчаного массива отличаются от тяжелых зональных каштановых почв более мощным профилем, меньшей гумусированностью и выщелоченностью от солей и карбонатов. Формирование почв в условиях обмеления водотоков может сопровождаться процессами засоления. В тех же условиях формируются почвы тяжелого гранулометрического состава.

Грунтовые воды на территории массива залегают на уровне от 1.5 до 16.0 м (рис.).

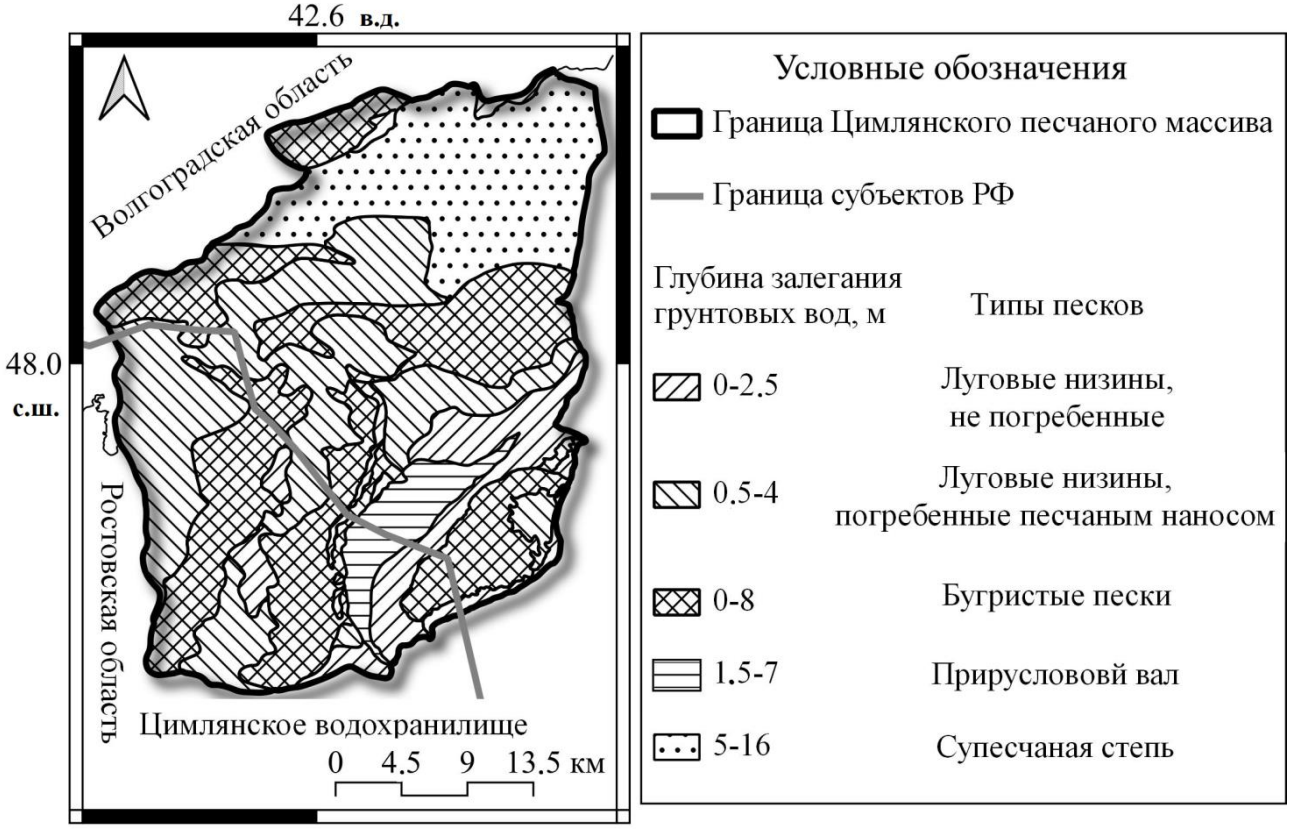

Рис. Картосхема уровня залегания грунтовых вод на территории Цимлянского песчаного массива по типам песков (географические координаты: 47° 59′ 50″ с.ш., 42° 39′ 01″ в.д.).

Песчаные степи используются под весенний выпас скота. Поэтому почвы здесь развеяны и погребены эоловым наносом песка. Доля открытых песков на территории массива достигает 20%. Участки, занятые травянистой растительностью, занимают 1/2 от общей площади массива. На долю древесной растительности, куда входят искусственные насаждения, колки, естественные пойменные древостои, приходится около 1/3 массива.

Регион характеризуется холодным умеренным климатом. Между самым сухим и самым влажным месяцем регистрируется разница в 21 мм. Между самой низкой и самой высокой температурой в течение всего года отмечается разница в 29.8°С. Наименьшее значение относительной влажности наблюдается в августе (50%), наибольшее – в январе (84%). Наименее дождливые дни обычно бывают в августе, наиболее дождливые – в январе (табл. 1).

Авторы провели серию геоботанических описаний, по результатам которых дана экологическая оценка среды (табл. 2-4). Выявлены виды, слагающие основу степных фитоценозов (эдификаторы),

которые имеют ведущее фитоценотическое значение, образуют основную фитомассу в фитоценозе и оказывают большое влияние на другие ценопопуляции.

Таблица 1. Климат на метеостанции Нижний Чир (Волгоградская область, Россия, географические координаты: 48.33 с.ш., 43.12 в.д., высота – 74 м н.у.м. БС; Climate Data, 2023).

Показатели	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя температура, °C	-4.7	-3.9	1.3	9.5	17.4	22.4	25.1	24.5	17.6	9.8	2.6	-1.9
Средняя минимальная температура, °C	-7.2	-6.8	-2.3	5.1	12.8	17.7	20.5	19.8	13.7	6.8	0.5	-4
Максимальная температура, °C	-2.6	-1.4	4.7	13.5	21.5	26.4	29.2	28.8	21.4	12.8	4.7	-0.1
Осадки, мм	44	34	42	34	45	40	34	25	38	39	35	46
Влажность, %	84	83	78	68	59	54	52	50	60	71	82	84
Дождливые дни	8	6	7	5	6	5	5	3	4	6	5	7
Солнечные часы, ч	2.0	2.9	6.0	9.9	12.1	13.5	13.4	12.4	9.8	6.1	3.3	1.9

Таблица 2. Экологическая оценка местообитания растительных сообществ на территории Цимлянского песчаного массива по шкалам Г. Элленберга.

Сообщество*	Проективное покрытие, %	Урожайность, г/м^2	∑КХ			∑К			Средний балл выраженности фактора		
			F	R	N	F	R	N	F	R	N
1	81	287	406	204	322	51	31	56	7.9	6.6	5.8
2	83	185	477	356	435	84	56	83	5.7	6.4	5.2
3	87	176	314	229	342	53	36	47	5.9	6.4	7.3
4	65	165	200	267	169	50	41	53	4.0	6.5	3.2
5	55	194	110	108	119	29	18	29	3.8	6.0	4.1
6	52	235	158	231	147	49	37	48	3.2	6.2	3.1
7	79	156	73	88	74	21	14	21	3.5	6.3	3.5
8	64	190	94	130	127	24	18	24	3.9	7.2	5.3
9	37	185	110	150	100	21	20	21	5.2	7.5	4.8
10	27	173	80	127	76	18	17	15	4.4	7.5	5.1
11	46	178	57	86	48	12	10	10	4.8	8.6	4.8
12	57	157	101	158	92	31	28	30	3.3	5.6	3.1

Примечания к таблицам 2-4. Сообщество*: 1 – тростниково-пижмово-рогозово-ярутковое (*Thlaspi arvense, Typha latifolia, Tanacetum vulgare, Phragmites australis*), 2 – люцерново-тысячелистнико-пырейно-астрагаловое (*Astragalus arenarius, Achillea millefolium, Elytrigia repens, Medicago falcate*, 3 – разнотравно-пырейно-вейниковое (*Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens*, mixtum herbetum), 4 – полынно- вейниково-кострецовое (*Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios, Artemisia marschalliana*), 5 – вейниково-ракитниковое (*Chamaecytisus ruthenicus, Calamagrostis epigeios*), 6 – овсяницево-вейниково-житняково-ракитниковое (*Chamaecytisus ruthenicus, Agropyron pectinatum, Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca*), 7 – ковыльно-житняково-полынное (*Artemisia campestris, Agropyron cristatum, Stipa capillata*), 8 – ярутково-житняково-пырейное (*Elytrigia repens, Agropyron cristatum, Thlaspi arvense*), 9 – девясилово-полынно-крестовниковое (*Senecio erucifolius, Artemisia abrotanum, Inula germanica*), 10 – полынно-девясилово-астрагаловое (*Astragalus arenarius, Inula helenium, Artemisia abrotanum*), 11 – сухоцветно-астрагалово-полынное (*Artemisia scoparia, Astragalus arenarius, Xeranthemum annuum*), 12 – полынно-качимово-овсяницевое (*Festuca valesiaca, Gypsophila paniculata, Artemisia campestris*). Степень количественного участия каждого вида на пробной площадке оценивалась в баллах по шкале Браун-Бланке.

Таблица 3. Характеристика фиторазнообразия Цимлянского массива по жизненным формам, морфотипам и потребностям к основным экологическим факторам (экоморфы).

Сооб-щество*	Жизненные формы по И. Серебрякову – количество видов	Жизненные формы по К. Раункиеру – количество видов	Экобиоморфы – количество видов
1	Ck-2, Dk-8, Kc-1, Kk-2, Mo-1, Rd-4	A-8, T-1, H-10, G-4	he/hd-1, he/m-1, he-5, hg/he-1, k/he-2, k/m-1, k-2, m/he-1, m/k-1, m-3
2	Ck-9, Dk-10, Kc-3, Ko-1, Li-1, Mo-6, Np-1, Pk-1, Rd-5	A-4, C-1, G-6, H-22, N-2, T-6, Z-1	he-2, he/m-1, hg-1, hg/he-1, hg/m-1, k-6, k/he-3, m-15, m/he-2, m/k-5
3	Rd-4, Mo-5, Ck-8, Dk-6, Li-2, Ko-1, D-1, Kc-3	H-19, T-5, G-6, A-3, N-1	he/m- 2, m-10, m/k-4, k-5, k/he-2, m/he-3, k/m-2, he-1, hg/he-1
4	Ck-7, Cko-1, Co-4, Dk-6, Kc-1, Kkv-1, Mo-8, Np-1, Pd-2, Rd-3, K-1	C-2, G-2, H-25, N-1,T-8, V-1	he/m-1, hg/m -1, k-8, k/he-1, k/m-6, m-12, m/k-6
5	Ck-6, Cko-1, Dk-1, K-1, Kkv-1, Mo-4, Pk-1, Rd-4, Кк-1, P-1	H-13, T-3, C-3, G-2, Z-1, N-1	m-4, m/k-6, k-7, k/m-3, m/he-1
6	Ck-8, Cko-1, Dk-1, K-2, Kk-1, Kkv-2, Md-3, Mo-5, Pd-4, Pk-5, Rd-3, Кк-2	C-6, G-5, H-21, N-1, T-4, Z-2	k/m-6, m-5, m/he-1, m/k-9, к-16
7	Ck-4, Dk-1, Pk-1, Md-1, Rd-3, Pd-6	C-2, H-14	k/m-2, k-9, m/k-4, m-1
8	Ck-5, Dk-3, Kkv-1, Md-1, Mo-1, Pd-5, Pk-1, Rd-1	C-3, G-2, H-11, T-2	k/m-3, k-9, m/k-3, m-3
9	C-2, G-5, H-13, T-5	C-2, Ck-8, Dk-3, Kk-3, Kl-1, Ko-1, Md-2, Mo-2, Np-1, Pk-1, Rd-1	hg/m-3, hg-2, k/m-4, k-1, m/к-6, m-8, su-1
10	C-1, G-6, H-11, T-3, Z-1	Ck-7, Dk-3, Kk-2, Kkv-1, Ko-2, Md-1, Mo-3, Np-1, Pd-2, Pk-1	hg/m-5, hg-1, k/m-5, k-2, m/k-2, m-7
11	G-4, H-9, T-2, C-3	Ck-6, Dk-4, Kk-1, Kl-1, Md-1, Mo-2, Pk-3	m/k-3, k-6, hg-1, k/m-5, m-3
12	C-3, G-2, H-11, N-1, T-3, Z-1	Ck-4, Cko-1, K-1, Kk-2, Md-2, Mo-4, Pd-2, Pk-2, Rd-2	k-8, m-4, m/k-6, k/m-2

Установлены сообщества, предпочитающие территории избыточного увлажнения (тростниково-пижмово-рогозово-ярутковое (*Thlaspi arvense, Typha latifolia, Tanacetum vulgare, Phragmites australis*), достаточного и переменного увлажнения (люцерново-тысячелистнико-пырейно-астрагаловое (*Astragalus arenarius, Achillea millefolium, Elytrigia repens, Medicago falcate*), полынно-девясилово-астрагаловое (*Astragalus arenarius, Inula helenium, Artemisia abrotanum*), сухоцветно-астрагалово-полынное (*Artemisia scoparia, Astragalus arenarius, Xeranthemum annuum*), девясилово-полынно-крестовниковое (*Senecio erucifolius, Artemisia abrotanum, Inula germanica*), разнотравно-пырейно-вейниковое (*Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens,* mixtum herbetum), ярутково-житняково-пырейное (*Elytrigia repens, Agropyron cristatum, Thlaspi arvense*)), умеренного увлажнения (полынно-вейниково-кострецовое (*Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios, Artemisia marschalliana*), ковыльно-житняково-полынное (*Artemisia campestris, Agropyron cristatum, Stipa capillata*)), недостаточного комплексного увлажнения под песчаными буграми и умеренного в «колках» и

размытых песках (вейниково-ракитниковое (*Chamaecytisus ruthenicus, Calamagrostis epigeios*), овсяницево-вейниково-житняково-ракитниковое (*Chamaecytisus ruthenicus, Agropyron pectinatum, Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca*), полынно-качимово-овсяницевое (*Festuca valesiaca, Gypsophila paniculata, Artemisia campestris*)). Растительные ассоциации территорий избыточного, а также достаточного и переменного увлажнения произрастают на заливных долинах современных рек и русел древних потоков. Фитоценозы территорий достаточного и переменного увлажнения располагаются на повышенных и пониженных ступенях микротеррас древних потоков.

Таблица 4. Видовой состав фитоценозов Цимлянского песчаного массива.

№	Семейство	Сообщество*, количество видов											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Alliaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2	Alismataceae	2	1	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Amaranthaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
4	Apiaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	Asteraceae	1	8	0	0	5	10	2	5	6	6	5	9
6	Boraginaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
7	Brassicaceae	1	1	0	0	0	1	1	1	2	1	0	0
8	Butomaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Cannabaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Caryophyllaceae	0	0	0	0	2	3	1	0	1	0	1	1
11	Chenopodiaceae	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
12	Convolvulaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Cyperaceae	1	2	2	0	0	1	0	0	0	2	3	1
14	Dipsacaceae	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
15	Euphorbiaceae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
16	Fabaceae	2	7	4	8	3	3	0	0	2	2	3	1
17	Gentianaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Hypericaceae	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
19	Iridaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Lamiaceae	0	0	0	0	1	2	1	1	2	1	1	1
21	Limoniaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Lythraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Malvaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
24	Juncaceae	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
25	Onagraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26	Poaceae	5	8	7	10	6	10	9	9	2	1	0	4
27	Plantaginaceae	0	1	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0
28	Plumbaginaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
29	Polygonaceae	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
30	Ranunculaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0
31	Rosaceae	0	1	0	2	1	2	0	0	1	1	0	1
32	Rubiaceae	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	0
33	Scrophulariaceae	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
34	Solanaceae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Typhaceae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого видов		18	37	30	35	21	37	16	18	25	22	18	20

Фитоценозы, предпочитающие территории с недостаточным комплексным характером увлажнения, распространяются по бугристым перевеваемым пескам и понижениям среди них. Наиболее урожайными было тростниково-пижмово-рогозово-ярутковое (*Thlaspi arvense, Typha latifolia, Tanacetum vulgare, Phragmites australis*) на территории избыточного увлажнения – 287 г/м^2, а также вейниково-ракитниковое (*Chamaecytisus ruthenicus, Calamagrostis epigeios*) и овсяницево-вейниково-житняково-ракитниковое (*Chamaecytisus ruthenicus, Agropyron pectinatum, Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca*) на территории достаточного и переменного увлажнения – 235-194 г/м^2 (табл. 2).

Был выполнен анализ фиторазнообразия Цимлянского массива (табл. 3) по типам ареала, жизненным формам, морфотипам и потребностям к основным экологическим факторам (экоморфы).

Тростниково-пижмово-рогозово-ярутковое (*Thlaspi arvense, Typha latifolia, Tanacetum vulgare, Phragmites australis*) характеризуется тем, что его наибольшую долю занимают длиннокорневищные (44.4%) и рыхлодерновинные (22.2%) виды, гемикриптофиты (55.5%) и гидрофиты (44.4%), геломорфные (27.8%) и мезоморфные (16.7%) растения; чаще всего встречаются виды Европейско-азиатского (44.4%) типа ареала. В люцерново-тысячелистнико-пырейно-астрагаловом (*Astragalus arenarius, Achillea millefolium, Elytrigia repens, Medicago falcate*) фитоценозе доминируют стержнекорневые (24.3%) и мезоморфные (40.5%) виды, гемикриптофиты (59.5%), криптофиты (16.2%) и терофиты (16.2%); доля видов Европейско-азиатского типа ареала достигает 40.5%.

Из общего числа видов разнотравно-пырейно-вейникового (*Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens,* mixtum herbetum) сообщества доля стержнекорневых растений достигает 26.7%, длиннокорневищных – 20.0%, гемикриптофитов – 63.3%, мезоморфных – 33.3%; количество видов Европейско-азиатского типа составляет 43.3%. В полынно- вейниково-кострецовом (*Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios, Artemisia marschalliana*) фитоценозе доминируют длиннокорневищные (17.1%), стержнекорневые (20.0%), монокарпические малолетники (22.9%), гемикриптофиты (71.4%), мезоморфные (34.3%) виды; виды Европейско-азиатского (25.7%), Европейско-западноазиатского (22.9%) и Европейско-западносибирского (22.9%) типов составляют основу сообщества. Из числа видов вейниково-ракитникового (*Chamaecytisus ruthenicus, Calamagrostis epigeios*) сообщества наиболее часто встречаются стержнекорневые (28.6%), гемикриптофиты (61.9%), ксероморфные (33.3%); доминируют виды Европейско-западносибирского (33.3%) ареала. В овсяницево-вейниково-житняково-ракитниковом (*Chamaecytisus ruthenicus, Agropyron pectinatum, Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca*) сообществе преобладают стержнекорневые (21.6%), ксероморфные (43.2%) виды и гемикриптофиты (56.7%); большинство растений принадлежит к Европейско-западноазиатскому (32.4%) и Европейско-западносибирскому (32.4%) типам. В ковыльно-житняково-полынном (*Artemisia campestris, Agropyron cristatum, Stipa capillata*) фитоценозе наиболее распространены плотно-дерновинные (37.5%) и ксероморфные (56.3%) виды, гемикриптофиты (56.7%); основа сообщества – виды Европейско-западноазиатского (31.2%) и Европейско-сибирского типов (31.2%). ярутково-житняково-пырейное (*Elytrigia repens, Agropyron cristatum, Thlaspi arvense*) сообщество характеризуется доминированием плотно-дерновинных (27.8%), стержнекорневых (27.8%), ксероморфных (50.0%) видов и гемикриптофитов (61.1%); доля видов, принадлежащих к Европейско-западноазиатскому, Европейско-азиатскому и циркумполярному типам, достигает 27.7% каждый. В девясилово-полынно-крестовниковом (*Senecio erucifolius, Artemisia abrotanum, Inula germanica*) сообществе доминируют стержнекорневые (32.0%) и мезоморфные (32.0%) виды, гемикриптофиты (52%); основная масса видов принадлежит к Европейско-западносибирскому (40.0%) и циркумполярному (40.0%) типам. В полынно-девясилово-астрагаловое (*Astragalus arenarius, Inula helenium, Artemisia abrotanum*) фитоценозе доля участия стержнекорневых видов составляет 31.8%, гемикриптофитов – 50.0%, мезоморфных видов – 31.8%; чаще всего встречаются виды Европейско-сибирского (40.9%) типа ареала. В сухоцветно-астрагалово-полынное (*Artemisia scoparia, Astragalus arenarius, Xeranthemum annuum*) сообществе доминируют стержнекорневые (33.3%), ксероморфные (33.3%) виды, гемикриптофиты (50.0%); доля видов Европейско-западносибирского ареала достигает 38.9%. В полынно-качимово-овсяницевое (*Festuca valesiaca, Gypsophila paniculata, Artemisia campestris*) фитоценозе основная масса растений относится к стержнекорневым (20.0%), монокарпическим малолетникам (20.0%), гемикриптофитам (55.0%) и ксероморфным видам (40.0%); чаще всего встречаются виды Европейско-западносибирского (40.0%) типа.

Болотные и лугово-степные виды рассеяно распространены в углублениях дорог: *Achillea micrantha* Willd., *Agrostis tenuis* Sibth., *Artemisia maritima* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carex ligerica* J. Gay, *Genista tinctoria* L., *Salix repens* L., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn., *Poa pratensis* L., *Lotus tenuis* Waldst. & Kit. ex Willd.

В понижениях бугристых песков встречаются *Achillea micrantha* Willd., *Artemisia campestris* L., *Carex ligerica* J. Gay, *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klásk., *Crepis tectorum* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Thymus marschallianus* Willd., *Jurinea cyanoides* (L.) Rchb., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.

На песчаных наносах древних русел, в понижениях микротеррас и местах их перехода в русла древних угасших водотоков на супесчаных черноземах, переходных к луговым и на погребенных луговых песчаных почвах хорошо развиваются и дают хорошую урожайность песчано-луговые и песчано-степные виды. Видовое разнообразие на наносах древних русел характеризуют *Agrostis tenuis* Sibth., *Achillea micrantha* Willd., *Artemisia maritima* L., *Carex ligerica* J. Gay, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Genista tinctoria* L., *Lotus tenuis* Waldst. & Kit. ex Willd., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn., *Poa pratensis* L., *Thymus marschallianus* Willd. Видовой состав на супесчаных черноземах, переходных к луговым и на погребенных луговых песчаных почвах включает *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv., *Carex tomentosa* L., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit., *Genista tinctoria* L., *Lactuca serriola* L., *Melilotus albus* Medikus, *Plantago lanceolata* L., *Poa pratensis* L., *Salvia nemorosa* L., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Tragopogon brevirostris* DC., *Trifolium medium* L., *T. repens* L., *T. pratense* L.

Растительный покров на черноземовидных супесях изрежен. Здесь встречаются такие песчано-степные виды, как *Achillea millefolium* L., *Filipendula vulgaris Moench*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Galium verum* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC., *Melampyrum arvense* L., *Potentilla argentea* L., *Stipa pennata* L., *Symphytum asperum* Lepech., *Trigonella caerulea* (L.) Ser., *Vicia biennis* L.

На разбитых песчаных микротеррасах в плоских котловинах выдувания видовое разнообразие бедное и рассеянное. Распространена такая растительность, как *Achillea micrantha* Willd., *Artemisia maritima* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Medicago falcata* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Thymus marschallianus* Willd. На песчаных перевеваемых буграх доминирует один или два вида, встречаются пионеры зарастающих песков: *Dianthus arenarius* L., *Carex ligerica* J. Gay, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Thymus marschallianus* Willd. На развеваемых песках даже при значительном зарастании хорошо себя чувствуют *Artemisia arenaria* DC. и *A. campestris* L. По склонам бугров произрастают *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. и *Centaurea arenaria* M. Bieb. С укреплением песков появляются *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klásk., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC., *Festuca valesiaca* Gaudin. Менее изрежена растительность на закрепленных песчаных буграх, где можно встретить *Achillea micrantha* Willd., *Artemisia campestris* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carex ligerica* J. Gay, *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klásk., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Tragopogon brevirostris* DC.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что сообщества Цимлянского песчаного массива в основном состоят из видов, предпочитающих слабокислые и нейтральные ($R_{ср.}$ = 5.6-8.6) почвы. Наибольшую роль в проективном покрытии играют представители семейств *Poaceae*, *Fabaceae* и *Asteraceae*. Урожайность фитоценозов в среднем составляет 156-287 г/м^2. Преобладающей жизненной формой растительности на всех исследованных площадках являются гемикриптофиты – растения, почки возобновления у которых находятся на уровне субстрата. Их доля в фитоценозах варьирует в зависимости от видового состава в пределах 40-71%. Во влажных непросыхающих условиях в тростниково-пижмово-рогозово-ярутковом (*Thlaspi arvense, Typha latifolia, Tanacetum vulgare, Phragmites australis*) сообществе преобладают гидрофиты, доля которых достигает 44%. На территориях достаточного и переменного, а также умеренного увлажнения доминируют мезофиты – 40-32%. На территории недостаточного комплексного увлажнения под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках доминантами являются ксерофиты – 56%. В полынно-вейниково-кострецовом (*Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios, Artemisia marschalliana*) сообществе, виды которого предпочитают сухие ($F_{ср.}$ = 4), слабокислые ($R_{ср.}$ = 6.5) и бедные

минеральным азотом ($N_{ср.}$ = 3.2) почвы, отмечается большая доля терофитов (22.9%), что может свидетельствовать об антропогенном прессинге на этой территории. Во влажных условиях доминирую длиннокорневищные виды, в средних условиях увлажнения – длиннокорневищные, стержнекорневые и плотнодерновинные виды, на сухих почвах – монокарпические малолетники, стержнекорневые и рыхлодерновинные виды.

Финансирование. Работа выполнена по теме НИР № 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 изменений и антропогенных нагрузок на агробиологический потенциал и лесорастительные условия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Василевич В.И. 1969. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука. 232 с.

Власенко М.В. 2014. Влияние защитных лесных насаждений и микрорельефа на продуктивность кормовых угодий сарпинской низменности // Аридные экосистемы. Т. 20. № 4 (61). С. 99-104. [*Vlasenko M.V.* 2014. Influence of protective forest plantings and microrelief on the productivity of forage lands in the sarpinskaya lowland // Arid Ecosystems. Vol. 4. No. 1. P. 304-308.]

Власенко М.В., Кулик А.К. 2017. Современное состояние степной растительности Придонских песчаных массивов // Аграрная Россия. № 9. С. 22-29.

Власенко М.В., Кулик А.К., Турко С.Ю., Балкушкин Р.Н., Тютюма Н.В. 2019. Эколого-фитоценотическая организация псаммофитовых сообществ Цимлянского песчаного массива // Юг России: экология, развитие. Т. 14. № 4. С. 35-45.

Власенко М.В., Трубакова К.Ю. 2022. Особенности сезонной динамической структуры фитоценозов на песчаных почвах юга Европейской России // Аридные экосистемы. Т. 28. № 1 (90). С. 115-124. [*Vlasenko M.V., Trubakova K.Yu.* 2022. Characteristics of the Seasonal Dynamic Structure of Phytocenoses on Sandy Grounds in the South of European Russia // Arid Ecosystems. Vol. 1. No. 12. P. 99-107.]

Гаэль А.Г., Смирнова Л.Ф. 1999. Пески и песчаные почвы. М.: Геос. 252 с.

Голуб В.Б., Добрачев Ю.П., Пастушенко Н.Ф., Яковлева Е.П. 1978. О методах оценки состояния окружающей среды по шкалам Л.Г. Раменского // Биологические науки. № 7. С. 131-136.

Горышина Т.К. 1979. Экология растений. М.: Высшая школа. 368 с.

Жиляев Г.Г. 2005. Жизнеспособность популяций растений; под ред. К.А. Малиновского. Львов: Изд-во Национальной академии наук Украины. 304 с.

Зайцев Г.Н. 1984. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 424 с.

Маевский П.Ф. 2006. Флора средней полосы европейской части России. М.: Ассоциация научных публикаций КМК. 600 с.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. 1978. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука. 212 с.

Мордкович В.Г. 2005. Основы биогеографии. М.: Ассоциация научных изданий КМК. 236 с.

Ниценко А.А. 1971. Растительная ассоциация и растительное сообщество как основные объекты геоботанических исследований. Сущность, свойства и методы выделения. Л.: Наука. 184 с.

Работнов Т.А. 1994. Еще раз об экологических шкалах Г. Элленберг // Бюллетень МОИП. Биологический факультет. № 99 (6). С. 129-130.

Раменский Л.Г. 1973. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука. 334 с.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. 1956. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз. 470 с.

Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. 1978. Стабильность биологических сообществ. М.: Наука. 352 с.

Серебряков И.Г. 1962. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа. 378 с.

Серебрякова Т.И. 1971. Морфология побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Наука. 359 с.

Смирнова О.В., Загунова Л.Б., Ермакова И.М. [и др.]. 1976. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука. 217 с.

Цыганов Д.Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука. 198 с.

Шмидт В.М. 1984. Математические методы в ботанике. Л.: ЛГУ. 288 с.

Brimle G., Ellenberg H. 1994. On the Compatibility of Haymaking Herbaceous Plants. Possibilities of Practical Application of Pointer Values // Natur und Landschaft. No. 69 (4). P. 139-147.

Climate Data. 2023 [Электронный ресурс https://en.climate-data.org/ (дата обращения 10.11.2023)].

Ellenberg H. 1988. Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge: Cambridge University Press. 731 p.

Ellenberg H. 1974. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen: Goltze. 97 p.

Meusel H., Jäger E., Weinert E. 1965. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Jena: Fischer Verl. 1. 583 p.

Raunkiaer C. 1934. The Life Form of Plants and Statistical Plant Geography. Claredon: Oxford. 632 p.

Vlasenko M.V., Rybashlykova L.P., Turko S.Y. 2022. Restoration of Degraded Lands in the Arid Zone of the European Part of Russia by the Method of Phytomelioration // Agriculture. No. 12. P. 437.

Vlasenko M.V., Tyutyuma N.A. 2020. Productivity of Pastoral Ecosystems on the Sand Lands of the South of the European Part of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. No. 579. P. 012079.

Westhoff V., Van Der Maarel E. 1978. The Braun-Blanquet Approach // Classification of Plant Communities. Vol. 5-1. Dordrecht: Springer. P. 287-399.