

Закономерности организации растительности песчаных степей долин рек Самары, Урала и их притоков (Оренбургская область)

А. Ю. КОРОЛЮК¹, Н. А. ДУЛЕПОВА¹, С. М. ЯМАЛОВ², М. В. ЛЕБЕДЕВА²,
Я. М. ГОЛОВАНОВ², А. А. ЗВЕРЕВ³

¹ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
E-mail: akorolyuk@rambler.ru

² Уфимский ботанический сад
450080, Уфа, ул. Менделеева, 195, корп. 3
E-mail: yamalovsm@mail.ru

³ Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Томск, просп. Ленина, 36
E-mail: ibiss@rambler.ru

Статья поступила 29.05.2017

Принята к печати 07.11.2017

АННОТАЦИЯ

На основании анализа 122 геоботанических описаний песчаных степей Оренбургской области определены закономерности организации псаммофитной растительности. Проведен кластерный анализ с использованием различных индексов подобия. Показано, что лучшие результаты в дифференциации кластеров дает использование коэффициента Сокала – Снита. Выделено и охарактеризовано пять типов сообществ. ССА-ординация позволила оценить роль антропогенной трансформации и географических различий в дифференциации псаммофитной растительности.

Ключевые слова: растительность, псаммофиты, Оренбургская обл., кластерный анализ, ординация.

Слабо закрепленные песчаные ландшафты являются характерным элементом многих субаридных и аридных регионов Евразии [Лавренко, 1940; Проблемы..., 1976; Лавренко и др., 1991; Гаель, Смирнова, 1999]. В условиях сильного антропогенного пресса происходит деградация экосистем на песча-

ных почвах, в результате чего активизируются эоловые процессы, происходит перевертывание песков, нередко сопровождающееся их наступлением на прилегающие территории [Петров, 1950; Гаель, Трушковский, 1962; Рябуха, 2014]. Процессы аридизации климата приводят к близким результатам [Зонн и

др., 1981]. Изучение закономерностей трансформации растительности песчаных ландшафтов является актуальным направлением в области изучения динамики экосистем, поскольку фитоценозы играют важнейшую роль в поддержании их стабильности.

Динамические процессы в псаммофитной растительности проявляются в изменении ее состава и структуры, которые хорошо изучены в западной фитоценологии [Garcia-Mora et al., 1999; Bossuyt et al., 2005; Zhang et al., 2005; Kuiters et al., 2009; Cakan et al., 2011; и др.]. В отечественной науке песчаные ландшафты рассматривались в аспекте развития сельского хозяйства – для разработки методов закрепления и агромелиорации песков [Петров, 1950; Гаель, Смирнова, 1999; Агроресомелиоративная наука..., 2001; Рябуха, 2012]. Описаны стадии пастбищной дигрессии песчаной степи, характеризующиеся преобладанием определенных жизненных форм растений [Гаель, 1932; Лавренко, 1940].

Современные эоловые формы рельефа в Оренбургской обл. занимают ограниченные территории, их образование связано с нерациональной хозяйственной деятельностью в районах с песчаными и супесчаными почвами [Рябуха, 2014]. Освоение региона имеет многовековую историю. Начиная с середины XVIII в. отмечено несколько периодов усиления антропогенной нагрузки [Рябуха, 2012; Чибилев, Рябуха, 2016]. В XX в. песчаные ландшафты области испытали два периода деградации – в 1950–1960 и 1970–1980 гг. В 1990-е гг. сокращение поголовья скота снизило нагрузку на пастбища и способствовало восстановлению растительности. В настоящее время активные эоловые процессы наблюдаются в южных районах области, наиболее ярко они проявляются в левобережье р. Илек [Рябуха, 2014].

Флора и растительность песчаных ландшафтов обладает высокой степенью самобытности. Среди псаммофитных растений велика доля видов, нуждающихся в охране. В системе особо охраняемых природных территорий Оренбургской обл. имеются два ландшафтных памятника природы, включающие песчаные массивы: урочища “Ильмень” и “Царь-Бархан” близ с. Иртек Ташлинского р-на [Чибилев и др., 2004].

Несмотря на значительное число работ по изучению степей области [Чибилев, 1996; Рябина, 2003; Чибилев и др., 2004; Рябуха, 2014; Чибилев, Рябуха, 2016], псаммофитная растительность описана слабо, что препятствует разработке мер по рациональному использованию песчаных ландшафтов и сохранению разнообразия псаммофитного флороценотического комплекса.

Цель нашего исследования – анализ закономерностей организации растительности песчаных массивов Оренбургской обл.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследованные районы находятся в лесостепной и степной зонах Восточно-Европейской равнины [Чибилев, 1995]. На изученной территории эоловые пески образовались за счет перевеивания песчаных отложений различного возраста и генезиса, преимущественно средне- и верхнечетвертичных аллювиальных песков рек Илек, Иртек, Боровка, Бол. и Мал. Уран, Орь, Кумак и др. В результате эоловой переработки сформировались грядовые, дюнные и дефляционно-котловинные формы рельефа. Очаги эоловых песков имеют локальное распространение и тяготеют к населенным пунктам, самые крупные из них отмечены у поселков Буранное, Изобильное, Новоилецкое, Кумакское, Линевка и др. [Рябуха, 2014].

В основу статьи положен анализ 122 геоботанических описаний, выполненных в ходе полевых исследований в 2015–2016 гг. Изучено шесть песчаных массивов в Сорочинском (52°34′ с. ш., 53°04′ в. д.), Ташлинском (51°34′ с. ш., 52°39′ в. д.), Илекском (51°23′ с. ш., 53°38′ в. д.), Соль-Илецком (51°12′ с. ш., 54°01′ в. д. – в окрестностях пос. Озерки; 50°58′ с. ш., 54°21′ в. д. – в окрестностях пос. Буранный), Акбулакском (51°01′ с. ш., 55°55′ в. д.) р-нах (рис. 1). Описания выполнялись на площадках в 100 м² по стандартной методике [Полевая геоботаника, 1964].

Для нахождения закономерностей изменения состава и структуры изученных сообществ в ходе антропогенной динамики определяли доли различных биоморф в геоботанических описаниях: терофитов в числе видов и проективном покрытии, вегетатив-

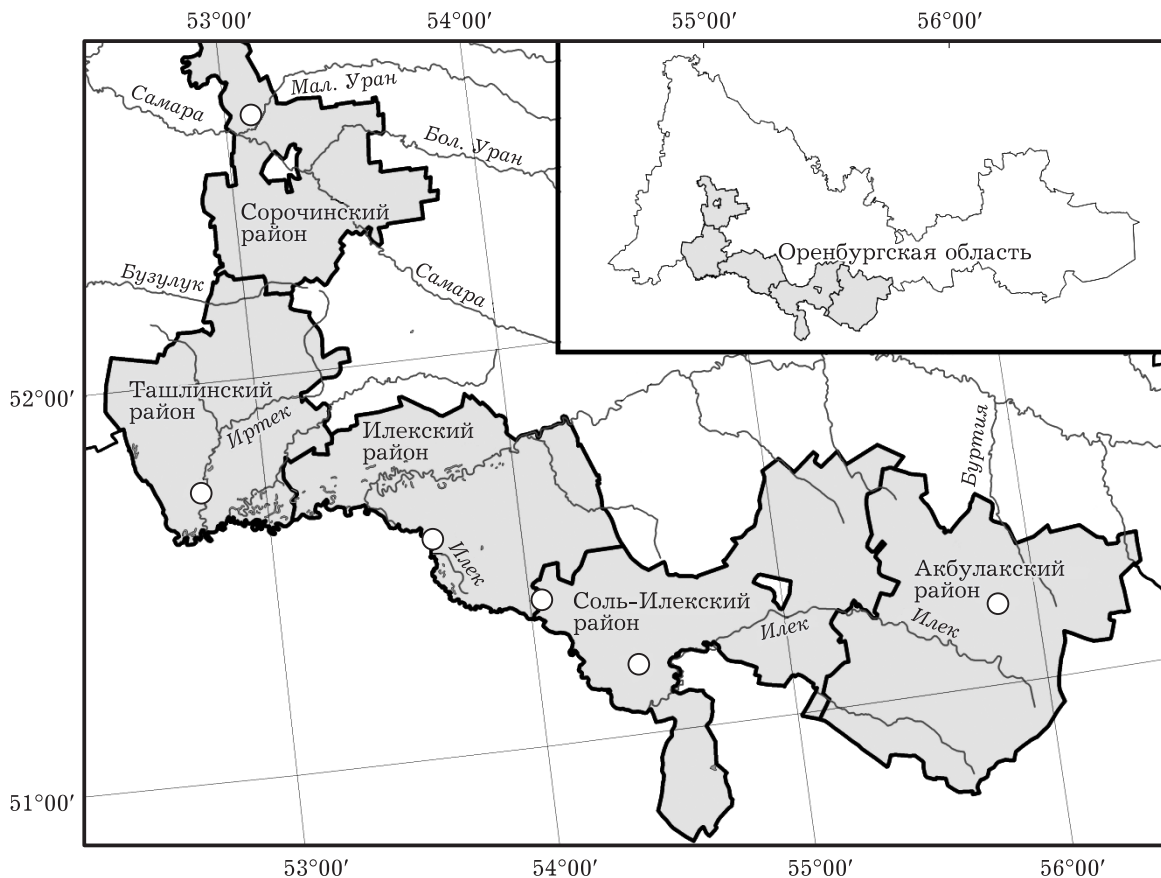


Рис. 1. Карта-схема районов исследования. Точками указаны местоположения описаний

но подвижных растений – в числе видов и покрытии, плотнодерновинных растений, а также деревьев и кустарников – в покрытии.

Обработку данных проводили с использованием программ IBIS 7.2 [Зверев, 2007], Statsoft Statistica v.8.0 [Hill, Lewicki, 2007] и пакета *vegan* (v 2.0–2; <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>) в среде для статистических расчетов R (v 2.14.0; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, AT). Латинские названия растений приведены по сводке С. К. Черепанова [1995].

В результате выполнения иерархического агломеративного кластерного анализа по методу связывания Уорда [Ward, 1963] на основе рассчитанных в IBIS шести вторичных матриц построены дендрограммы, отражающие сходство 122 описаний. Использованы три бинарных индекса (учет присутствия/отсутствия видов: мера сходства Чекановского – Дайса – Сёренсена [Czekanowski,

1932; Dice, 1945; Sørensen, 1948], коэффициент Сокала – Снита № 4 [Sokal, Sneath, 1963] и бинарное эвклидово расстояние, или метрика Пифагора [Песенко, 1982]), а также три количественных индекса (учет проективного покрытия видов: расширение индекса Сёренсена–Чекановского для количественных данных (форма *e*) [Песенко, 1982], индекс Брея – Кёртиса [Bray, Curtis, 1957] и эвклидово расстояние [Rohlf, Sokal, 1965]). Для количественных коэффициентов процентное проективное покрытие видов переведено в 9-балльную геометрическую шкалу [Зверев, 2007] с целью сгладить чрезмерное влияние доминантов.

Для выявления закономерностей дифференциации псаммофитной растительности использовали ССА-ординацию, реализованную в среде R. Также для всех описаний высчитаны статусы увлажнения и богатства почв по шкалам Л. Г. Раменского [Раменский и др., 1956]. Для индикации типов сооб-

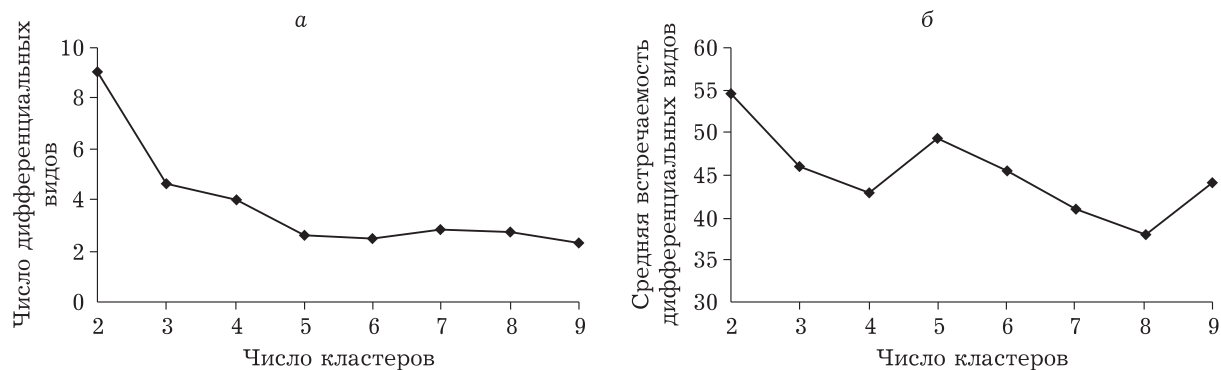


Рис. 2. Зависимость числа (а) и средней встречаемости (б) дифференциальных видов от уровня кластеризации

ществ (в данном случае кластеров) использовали дифференциальные виды (д. в.) в понимании немецких геоботаников [Dengler et al., 2005; Michl et al., 2010]. Дифференциальный вид кластера должен иметь встречаемость более чем в 2 раза и в то же время более чем на 20 % выше, чем в других кластерах. Для кластеров подсчитывалась активность видов как квадратный корень из произведения встречаемости на среднее проективное покрытие [Мальшев, 1973; Телятников, 2009]. Данный показатель отражает степень преуспевания вида и его потенциал как доминанта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выбор индексов подобия обусловлен необходимостью оценить степень влияния доминантов в маловидовых псаммофитных фитоценозах на их сходство. Для этого выбраны три бинарных и три количественных коэффициента, построены дендрограммы и проведено их сравнение. В каждой дендрограмме на уровне четырех кластеров определено общее число дифференциальных видов.

Анализ показал, что наихудшие результаты (по два дифференциальных вида) дали количественные коэффициенты Сёренсена – Чекановского и Брея – Кёртиса. Это может объясняться малочисленностью набора постоянных доминантов (*Artemisia marschalliana*, *Festuca beckeri*, *Potentilla arenaria* и *Stipa borysthenica*), при этом с изменением обилия того или иного доминанта не связано зако-

номерное изменение видового состава сообществ. В результате кластерный анализ с использованием данных коэффициентов объединил описания, в первую очередь различающихся по сходству группы доминирующих растений. Применение количественного эвклидова расстояния дало восемь дифференциальных видов, бинарного Сёренсена – Чекановского – Дайса – 10 и бинарного эвклидова расстояния – 11. Лучшие результаты показало использование коэффициента Сокала – Снита № 4 – 17 видов. Одна из причин этого – учет как позитивных, так негативных совпадений (виды, одновременно отсутствующие в паре описаний).

Дендрограмма с использованием последнего коэффициента проанализирована на уровнях связывания от 2 до 9 кластеров. На каждом уровне определялось среднее число дифференциальных видов на кластер (рис. 2, а). Результаты показали максимальное значение на уровне двух кластеров, при последующем резком снижении. На каждом уровне также определена средняя встречаемость дифференциальных видов на кластер (см. рис. 2, б). Максимального значения она достигает на уровне двух кластеров (54,6 %) при хорошо выраженном пике на уровне пяти кластеров (49,3 %).

На основании проведенного кластерного анализа совокупность описаний разделена на пять типов сообществ (рис. 3). Для каждого из них определены встречаемость (табл. 1) и активность видов (табл. 2). Анализ этих показателей показывает невысокое фитоценотическое разнообразие псаммофитной рас-

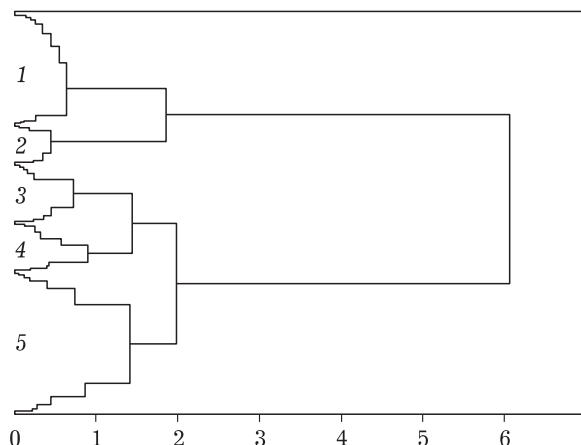


Рис. 3. Дендрограмма сходства типов сообществ песчаных степей по видовому составу. 1–5 – номера кластеров (типов сообществ), которые обсуждаются в тексте

тительности, что определяется высокой однородностью видового состава фитоценозов и единством активного ядра ценофлоры.

Дендрограмма четко разделяется на две ветви. Первая из них объединяет слабо нарушенные сообщества 1 и 2 кластеров. Они представляют два песчаных массива, расположенных в Сорочинском (долина р. Мал. Уран) и Ташлинском (долина р. Иртек) р-нах. Небольшая группа видов имеет высокую встречаемость на данных участках: *Alyssum tortuosum*, *Asperula diminuta*, *Astragalus longipetalus*, *Centaurea sumensis*, *Elytrigia intermedia*, *Galium ruthenicum*, *Tragopogon ruthenicus*. Можно предположить, что многие из этих растений слабо устойчивы к выпасу и могут использоваться в качестве индикаторов слабой нагрузки. Оставшиеся три кластера объединились в единую ветвь, представляющую ценозы, подверженные интенсивному выпасу. В своем распространении они связаны с территориями вблизи населенных пунктов. Растительность этих участков индицируется высокой активностью растений, устойчивых к пастбищной нагрузке: *Carex supina*, *Chenopodium acuminatum*, *Ch. album*, *Helichrysum arenarium*, *Lappula patula*, *Linaria genistifolia*, *Poa bulbosa* s.l., *Polygonum aviculare* s.l., *Secale sylvestre*. Наиболее нарушенные сообщества вошли в состав 3 и 5 кластеров, представляющих долину рек Илек и Урал (Илекский, Соль-Илецкий, Акбулакский р-

ны). В большей степени присутствуют черты антропогенной трансформации в описаниях массива у пос. Новопривольный Акбулакского р-на, значительная их часть вошла в состав 3 кластера. Описания из массивов у пос. Затонное Илекского р-на и пос. Буранное Соль-Илецкого р-на составили основу 5 кластера. Четвертый кластер практически полностью соответствует массиву у пос. Озерки Соль-Илецкого р-на. Наличие брошенных стоянок скота и развитая тропиновая сеть говорит о сильном выпасе в недавнем прошлом. Таким образом, проведенный кластерный анализ показал ведущую роль антропогенной трансформации в дифференциации псаммофитной растительности.

ССА-ординация позволила выявить следующие закономерности. В правой части схемы сгруппировались слабо нарушенные сообщества 1 и 2 кластеров (рис. 4). В левой части – описания 3 и 5 кластеров, диагностирующиеся высокой активностью устойчивых к выпасу многолетников (*Achillea micrantha*, *Artemisia austriaca*, *Helichrysum arenarium*) и однолетников (*Secale sylvestre*, *Polygonum aviculare* s.l., *Kochia laniflora*). Переходное положение занял 4 кластер, при этом сообщества отличаются высокой активностью двух кустарников (*Spiraea crenata*, *S. hypericifolia*) и плотнoderновинного злака *Agropyron fragile*. На схеме ординации прослеживаются тренды изменения в составе преобладающих жизненных форм. Справа налево возрастает роль плотнoderновинных растений (*Festuca beckeri*, *Koeleria glauca*, *Stipa borysthenica*). В противоположном направлении увеличивается разнообразие и обилие однолетних видов (*Chenopodium acuminatum*, *Ch. album*, *Lappula patula*, *Poa bulbosa*, *Polygonum aviculare* s.l., *Secale sylvestre*), возрастает покрытие вегетативно подвижных растений, но без заметного увеличения их видового разнообразия. Это может обуславливаться активизацией процессов вторичной ксерофитизации растительности и эоловой дефляции при интенсификации выпаса. Во многом данные изменения могут объясняться уменьшением конкурентной роли мощных эдификаторов – дерновинных злаков. Местообитания 1 и 2 кластеров характеризуются более высоким уровнем увлажнения и богатства почвы. В целом ССА-орди-

Т а б л и ц а 1

Встречаемость видов в кластерах (приведены дифференциальные виды и виды со встречаемостью более 40 % хотя бы в одном из кластеров)

Кластер	1	2	4	3	5
Число описаний	34	12	15	18	43
Дифференциальные виды кластеров					
<i>Elytrigia intermedia</i>	91	.	14	.	5
<i>Tragopogon ruthenicus</i>	86
<i>Astragalus longipetalus</i>	47	17	7	.	14
<i>Alyssum tortuosum</i>	.	42	14	.	.
<i>Dodartia orientalis</i>	.	34	7	.	.
<i>Agropyron fragile</i>	.	9	94	.	35
<i>Potentilla bifurca</i>	.	17	67	6	10
<i>Spiraea crenata</i>	3	.	47	6	.
<i>Medicago romanica</i>	.	.	34	.	5
<i>Salvia tesquicola</i>	.	.	27	.	.
<i>Linaria genistifolia</i>	.	.	.	72	21
<i>Equisetum ramosissimum</i>	.	.	.	28	.
<i>Chenopodium acuminatum</i>	.	.	7	.	30
Виды, индицирующие группы кластеров					
<i>Asperula diminuta</i>	56	84	.	.	.
<i>Centaurea sumensis</i>	41	67	27	.	.
<i>Galium ruthenicum</i>	68	50	54	.	7
<i>Helichrysum arenarium</i>	18	9	67	89	79
<i>Carex supina</i>	3	.	40	22	30
<i>Polygonum aviculare</i> s.l.	.	.	74	100	75
<i>Poa bulbosa</i> s.l.	6	.	87	78	63
<i>Lappula patula</i>	.	.	34	17	3
<i>Chenopodium album</i>	.	.	20	22	5
<i>Secale sylvestre</i>	.	9	.	67	89
Прочие виды					
<i>Artemisia marschalliana</i>	94	100	94	95	93
<i>Stipa borysthenica</i>	100	84	94	95	72
<i>Euphorbia seguieriana</i>	91	100	80	72	86
<i>Festuca beckeri</i>	100	100	87	100	42
<i>Astragalus varius</i>	97	100	80	61	54
<i>Alyssum turkestanicum</i>	91	9	100	78	96
<i>Silene borysthenica</i>	94	100	60	34	79
<i>Potentilla arenaria</i>	80	67	74	89	17
<i>Gypsophila paniculata</i>	97	50	67	34	58
<i>Scorzonera ensifolia</i>	56	84	80	50	33
<i>Syrenia montana</i>	65	.	67	84	68
<i>Achillea micrantha</i>	50	.	60	78	86
<i>Carex colchica</i>	44	84	74	34	30
<i>Linaria odora</i>	71	34	27	67	61
<i>Kochia laniflora</i>	80	.	67	17	91
<i>Chondrilla</i> sp.	62	17	74	45	51
<i>Jurinea cyanoides</i>	88	42	27	56	21
<i>Koeleria glauca</i>	44	34	80	50	10
<i>Leymus racemosus</i>	47	34	27	45	56
<i>Artemisia austriaca</i>	41	.	60	45	51
<i>Centaurea adpressa</i>	59	17	54	6	21
<i>Jurinea polyclonos</i>	.	50	40	.	47

Т а б л и ц а 2

Активность видов в кластерах (приведены виды с активностью более 4 хотя бы в одном из кластеров)

Кластер	1	2	4	3	5
Число описаний	34	12	15	18	43

Виды с высокой активностью в одном из кластеров

<i>Galium ruthenicum</i>	16	3	6		1
<i>Silene borysthenica</i>	12	5	4	2	5
<i>Tragopogon ruthenicus</i>	5
<i>Elytrigia intermedia</i>	6		2		+
<i>Alyssum tortuosum</i>	.	9	1	.	.
<i>Agropyron fragile</i>	.	1	19		3
<i>Spiraea crenata</i>	+	.	13	+	.
<i>S. hypericifolia</i>	.	.	5	.	.
<i>Linaria genistifolia</i>	.	.	.	5	1
<i>Equisetum ramosissimum</i>	.	.	.	8	.
<i>Kochia laniflora</i>	5	.	4	1	18

Виды с высокой активностью в группах кластеров

<i>Asperula diminuta</i>	4	7	.	.	.
<i>Centaurea sumensis</i>	3	6	3	.	.
<i>Poa bulbosa</i> s.l.	1	.	28	18	15
<i>Helichrysum arenarium</i>	1	1	5	13	8
<i>Polygonum aviculare</i> s.l.	.	.	8	19	13
<i>Artemisia austriaca</i>	3	.	10	3	10
<i>Secale sylvestre</i>	.	1	.	14	16
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	1	1	1	5	7

Прочие виды

<i>Festuca beckeri</i>	35	48	36	26	13
<i>Stipa borysthenica</i>	35	13	35	34	25
<i>Artemisia marschalliana</i>	18	5	13	10	19
<i>Potentilla arenaria</i>	20	13	12	17	1
<i>Euphorbia seguieriana</i>	15	12	9	5	10
<i>Alyssum turkestanicum</i>	6	1	18	4	11
<i>Astragalus varius</i>	16	8	6	5	3
<i>Achillea micrantha</i>	5	.	9	6	15
<i>Carex colchica</i>	3	6	9	2	7
<i>Koeleria glauca</i>	3	6	12	4	1
<i>Gypsophila paniculata</i>	8	3	4	3	5
<i>Scorzonera ensifolia</i>	4	5	6	3	2
<i>Leymus racemosus</i>	4	2	2	5	6
<i>Jurinea cyanoides</i>	6	3	2	3	4
<i>J. polyclonus</i>	.	4	4		8
<i>Syrenia montana</i>	3	.	4	5	4
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	.	.	4	5	.

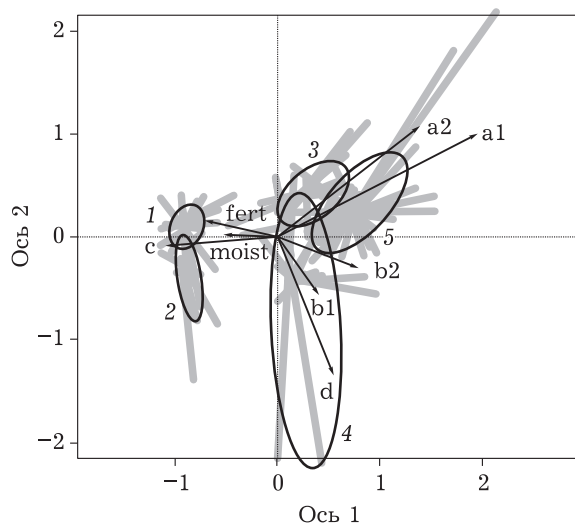


Рис. 4. ССА-ординация геоботанических описаний псаммофитной растительности. 1–5 – номера кластеров, a1 – доля терофитов в числе видов, a2 – доля терофитов в покрытии, b1 – доля подвижных в числе видов, b2 – доля подвижных в покрытии, c – доля дерновинных в покрытии, d – доля древесных в покрытии, fert – богатство почвы, moist – увлажнение почвы

нация отражает важную роль антропогенной трансформации в дифференциации псаммофитной растительности. Выявленные закономерности изменения в составе жизненных форм растений ложатся в классическую схему трансформации псаммофитной растительности [Гаель, 1932; Лавренко, 1940], но вместе с тем в бассейне рек Урал и Илек проявляется региональная специфика, связанная с участием конкретных видов растений в формировании типов сообществ, представляющих стадии пастбищной дигрессии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом проведенные исследования позволяют говорить о высокой степени единства флористического состава и фитоценотической структуры псаммофитной растительности Оренбургской обл. Повсеместно в растительных сообществах господствуют дерновинные злаки из состава группы облигатных и факультативных псаммофитов. Это может свидетельствовать о снижении антропогенной нагрузки в последние два десятилетия, в

первую очередь вызванной уменьшением поголовья скота.

Тем не менее в современном растительном покрове четко проявляются закономерности, связанные с пастбищной дигрессией. Проведенное исследование позволило выявить признаки, индицирующие различный уровень нарушений, в первую очередь связанные со встречаемостью и обилием индикаторных видов растений, которые могут использоваться для мониторинга за состоянием экосистем песчаных массивов.

По результатам проведенных исследований в качестве перспективного участка для сохранения песчаных ландшафтов, а также местообитаний редких видов растений рекомендуется массив бугристых песков в долине р. Мал. Уран (Сорочинский р-н). Данный массив наименее нарушен. Здесь встречены нуждающиеся в охране *Helichrysum arenarium*, *Iris pumila* и *Pulsatilla pratensis* [Красная книга..., 1998; Красная книга..., 2008; Постановление..., 2014]. Помимо этого в фитоценозах отмечены наиболее северные для области места произрастания таких видов, как – *Asperula diminuta*, *Astragalus longipetalus* и *Linaria odora* свойственных более южным песчаным массивам в пойме р. Илек.

Исследования проводятся при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-04-00276).

ЛИТЕРАТУРА

- Агролесомелиоративная наука в XX веке / А. Н. Каштанов, Е. С. Павловский, К. Н. Кулик, И. П. Свинцов и др. Волгоград: Изд-во ВНИАЛМИ, 2001. 366 с.
- Гаель А. Г. Пески верхнего Дона // Изв. гос. геогр. о-ва. 1932. Т. 64, вып. 1. С. 1–50.
- Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф. Пески и песчаные почвы. М.: ГЕОС, 1999. 252 с.
- Гаель А. Г., Трушковский А. А. Фазы дефляции и возраст почв на золотых песках степной зоны СССР // Вестн. Моск. ун-та. 1962. № 6. С. 24–31.
- Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск: ТЛМ Пресс, 2007. 304 с.
- Зонн И. С., Николаев В. Н., Орловский Н. С., Свинцов И. П. Опыт борьбы с опустыниванием в СССР. М.: Наука, 1981. С. 23–51.

- Красная книга Оренбургской области / под ред. А. С. Васильева. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1998. 176 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / под ред. Л. В. Бардунова, Р. В. Камелина, В. С. Новикова. М., 2008. 856 с.
- Лавренко Е. М. Степи СССР // Растительность СССР. М.; Л.: Наука, 1940. Т. 2. С. 1–207.
- Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. И. Степи Евразии. Л., 1991. 146 с.
- Мальшев Л. И. Флористическое районирование на основе количественных признаков // Ботан. журн. 1973. Т. 58, № 11. С. 1581–1602.
- Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Петров М. П. Подвижные пески и борьба с ними. М.: Географгиз, 1950. 454 с.
- Полевая геоботаника / под ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. 530 с.
- Постановление правительства Оренбургской области от 16.04.2014 № 229-п «О внесении изменения в постановление Правительства Оренбургской области от 26 января 2012 года № 67-п «О Красной книге Оренбургской области (вместе с «Положением о Красной книге Оренбургской области», «Перечнем (списком) видов живых организмов, занесенных в Красную книгу Оренбургской области»)».
- Проблемы экзогенного рельефообразования / отв. ред. Н. А. Флоренсов. М.: Наука, 1976. 452 с.
- Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
- Рябинина З. Н. Растительный покров степей Южного Урала (Оренбургская область). Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2003. 224 с.
- Рябуха А. Г. Генетические особенности песчаных земель Оренбургской области // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. Биол. науки. 2014. Вып. 5 (4), ч. 2. С. 176–180.
- Рябуха А. Г. Исторические сведения об изученности песчаных земель России и сопредельных государств // Бюл. Оренбург. науч. центра УрО РАН (электронный журн.). 2012. № 4. С. 1–14.
- Телятников М. Ю. Сравнительный анализ локальных флор окрестностей озера Пясино // Растительный мир Азиатской России. 2009. № 1 (3). С. 60–67.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: «Мир и семья», 1995. 992 с.
- Чибилев А. А. Природа Оренбургской области. Ч. I. Физико-географический и историко-географический очерк. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1995. 384 с.
- Чибилев А. А. Природное наследие Оренбургской области. Оренбург: Оренбург кн. изд-во, 1996. 128 с.
- Чибилев А. А., Рябуха А. Г. История хозяйственного освоения и антропогенной трансформации песчаных земель степной зоны Оренбургской области // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22, № 1 (66). С. 48–55.
- Чибилев А. А., Шипек Т., Снытко В. А., Вика С., Чибилева В. П., Петрищев В. П., Кин Н. О., Рябуха А. Г., Исмаков Р. А. Эоловые степные урочища Илек-Хобдинского междуречья (Оренбуржье). Оренбург: Ин-т степи УрО РАН, 2004. 44 с.
- Bossuyt B., Honnay O., Hermy M. Evidence for community assembly constraints during succession in dune slack plant communities // *Plant Ecol.* 2005. N 178. P. 201–209. doi:10.1007/s11258-004-3287-8
- Bray J. R., Curtis J. T. An ordination of the upland forest of the Southern Wisconsin // *Ecol. Monographs.* 1957. Vol. 27, N 4. P. 325–349.
- Cakan H., Yilmaz K. T., Alphan A., Unlukaplan Y. The classification and assessment of vegetation for monitoring coastal sand dune succession: the case of Tuzla in Adana, Turkey // *Turk Journ. Botan.* 2011. Vol. 35, N 6. P. 697–711.
- Czekanowski J. “Coefficient of racial likeness” und “durchschnittliche Differenz” // *Anthropologischer Anzeiger.* 1932. Bd. 9. S. 227–249.
- Dengler J., Berg C., Jansen F. New ideas for modern phytosociological monographs // *Annali di botanica nuova serie.* 2005. Vol. V. P. 49–66.
- Dice L. R. Measures of the amount of ecologic association between species // *Ecology.* 1945. Vol. 26, N 3. P. 297–302.
- Garcia-Mora M. R., Gallego-Fernandez J. B., Garcia-Novo F. Plant functional types in coastal foredunes in relation to environmental stress and disturbance // *J. Vegetation Sci.* 1999. N 10. P. 27–34.
- Hill T., Lewicki P. *STATISTICS Methods and Applications.* Tulsa: StatSoft, 2007. 832 p.
- Kuiters A. T., Kramer K., Van der Hagen H. G. J. M., Schaminee J. H. J. Plant diversity, species turnover and shifts in functional traits in coastal dune vegetation: Results from permanent plots over a 52-year period // *J. Vegetation Sci.* 2009. N 20. P. 1053–1063.
- Michl T., Dengler J., Huck S. Montane-subalpine tall-herb vegetation (Mulgedio-Aconitetea) in central Europe: Large-scale synthesis and comparison with northern Europe // *Phytocoenologia.* 2010. N 40 (2-3). P. 117–154.
- Rohlf F. J., Sokal R. R. Coefficients of correlation and distance in numerical taxonomy // *The University of Kansas Sci. Bull.* 1965. Vol. 45. P. 3–27.
- Sokal R. R., Sneath P. H. A. *Principles of numerical taxonomy.* San Francisco; London: W. H. Freeman and Company, 1963. 359 p.
- Sørensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // *Biologiske Skrifter / Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.* 1948. Bd. 5, N 4. S. 1–34.

Ward J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function // J. Amer. Statistical Association. 1963. Vol. 58, N 301. P. 236–244.

Zhang J., Zhao H., Zhang T., Zhao X., Drake S. Community succession along a chronosequence of vegetation restoration on sand dunes in Horqin Sandy Land // J. Arid Environ. 2005. N 62. P. 555–566.

Patterns of Sandy Steppe Vegetation in the Valleys of the Samara and Ural Rivers and Their Inflows (Orenburg Region)

A. Yu. KOROLYUK¹, N. A. DULEPOVA¹, S. M. YAMALOV², M. V. LEBEDEVA²,
Ya. M. GOLOVANOV², A. A. ZVEREV³

¹ *Central Siberian Botanical Garden, SB RAS
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101
E-mail: akorolyuk@rambler.ru*

² *Botanical Garden-Institute, USC RAS
450080, Ufa, Mendeleev str., 195/3
E-mail: yamalovsm@mail.ru*

³ *Tomsk State University
634050, Tomsk, Lenin ave., 36
E-mail: ibiss@rambler.ru*

The organization of psammophytic vegetation of Orenburg Region was studied. A cluster analysis with 6 similarity indices of the data set of 122 relevés comprising the sandy steppe vegetation was performed. The usage of Sokal – Sneath coefficient gave better differentiation of clusters. As a result 5 plant communities were distinguished and characterized. To analyze the data structure, a canonical correspondence analysis (CCA) was used. It allowed to evaluate the role of anthropogenic transformation and geographical differences in the organization of psammophytic vegetation.

Key words: vegetation, psammophytes, Orenburg Region, cluster analysis, ordination.