

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ И ФИТОИНДИКАЦИЯ БИОТОПОВ

© 2020

Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М., Малаев А.В., Третьякова И.А., Ходжаев А.К.

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

(г. Челябинск, Российская Федерация)

Аннотация. Для флоры сосудистых растений Оренбургской области выполнена экспертно-статистическая оценка ценоморф (предложенных для степной Украины А.Л. Бельгардом) и эколого-ценотических групп, используемых при анализе растительности умеренной лесной зоны Европейской России. Для эколого-ценотических групп и ценоморф флоры Оренбургской области определены ведущие режимы экологических факторов. Обе предложенные системы дают адекватные и сходные оценки биотопов, группы видов флоры однозначно определяются в пространстве фитоиндикационных шкал и могут быть использованы при региональных оценках биотопов области. Установлено, что степная ценоморфа для Оренбургской области характеризуется широкой ценотической амплитудой и также формирует петрофильный, хасмофильный и полупустынный элемент растительности области. Сильвантную ценоморфу области образуют бореально-неморальные сциофиты и гелиосциофиты, а эколого-ценотическая группа семиаридных степных лесов не является биотопически и ценотически специфичной. Пратантная ценоморфа определяется преимущественно влажно-луговой флорой, а сухолуговая группа для флоры области не является специфической. Для Оренбургской области рекомендуется использование объединенных луговой и болотной ценоморф и выделение олиготрофной и рудеральной групп, необходимость выделения монтанного элемента статистически не подтверждается. Лучшая оценка экофлоры региона реализуется при совместном использовании нескольких систем эколого-ценотических групп одновременно. При этом установлены методические проблемы использования статистических методов при фитоиндикационной оценке, проблемы «переходных» групп и проблема оценки древесных пород в экологических шкалах, которые требуют дальнейшего исследования.

Ключевые слова: ценоморфы; эколого-ценотические группы; А.Л. Бельгард; биотопы; биоэкологический анализ; экоморфический анализ; фитоиндикация; экспертно-статистическая оценка; дискриминантный анализ; абиотические факторы; Оренбургская область.

ECOLOGICAL AND COENOTIC GROUPS OF ORENBURG REGION VASCULAR PLANTS FLORA AND BIOTOPES PHYTOINDICATION

© 2020

Nazarenko N.N., Pohlebaev S.M., Malaev A.V., Tretyakova I.A., Khodzhaev A.K.

South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

Abstract. The expert and statistical assessment of ecological and coenotic groups of Orenburg Region vascular plants flora has been done for A.L. Bel'gard's coenomorphs scheme and scheme of vascular plants flora of temperate forest zone of European Russia. The regimes of principal ecological factors have identified for detected groups of flora. Both suggested schemes of groups give adequate and similar assessment of biotopes, proposed groups of Orenburg Region vascular plants flora are identified in phytometer scales space definitely and its groups can be used for regional assessment of biotopes. It has been established, that steppe coenomorph has extensive coenotic amplitude in Orenburg Region conditions and make petrophilic, chasmophilic, mountain and semi-desert vegetation elements also. Sylvant coenomorph has formed boreal and nemoral sciophytes and heliosciophytes and coenotic group of semi-arid steppe forests has not specific biotopic and coenotic value. Pratal coenomorph has been made up humidity-meadow flora, dry-meadow coenotic group is not specific. For Orenburg Region is recommends using unite pratal (meadow) and paludal coenomorphs and separation coenotic group of oligotrophic bogs and ruderal coenomorph, the separation of mountain coenotic group is not confirmed statistical. The best assessment of ecological flora of region are realize by combined coenomorphs and coenotic group schemes approach at the same time. It has been established methodical problems of statistical methods using by phytoindication, problems of «transitional» coenotic groups and problem of wood species assessment in phytometer scales, which are require further researches.

Keywords: coenomorphs; ecological and coenotic groups; A.L. Bel'gard; biotopes; bio-ecological analyzes; ecomorph analyzes; phytoindication; expert and statistical assessment; discriminant analysis; Orenburg Region.

*Статья посвящается памяти
Ирины Анатольевны Третьяковой –
прекрасного учителя
и замечательного человека*

Введение

Оренбургская область географически представляет собой меридионально вытянутую полосу 755 км, являющуюся своеобразным «мостом» между степ-

ными Поволжьем и Южным Уралом. Область расположена в пределах трех природных территорий – Русской равнины, южной части горного Урала и Тургайского плато [1]. Более детально в пределах территории области выделяются: приподнятая сыртовая равнина Западного Оренбуржья (Приуралье) – от западных границы до рек Большой Ик и Урта-Бути, Центральное Оренбуржье (южные отроги Уральских гор) и Оренбургское Зауралье (Урало-Тоболь-

ское плато), расположенное от меридиональной части долины р. Урал до границы с Казахстаном. Подобное расположение предполагает значительную пестроту климатических и эдафических условий формирования природных биотопов.

Климатические условия области имеют сложный характер формирования. В первую очередь, это ярко выраженный континентальный климат с теплым летом, холодной зимой и ростом годовых амплитуд температур в направлении с запада на восток. В зимнее время территория области находится под влиянием воздушных масс с высоким давлением, формирующихся в Монголии и Сибири. В летнее время, с одной стороны, господствуют антициклоны западного происхождения, приносящие тепло, но мало влаги, с другой – наблюдается влияние горячих сухих ветров из Казахстана и Средней Азии, приводящих к проявлению полупустынного и пустынного климата. Летние осадки имеют характер интенсивных ливней, в результате чего в течение одного дня может выпасть 30–50% нормы осадков вегетационного периода. Такой сложный характер прогнозирует высокое разнообразие климатоморф и их комплексов во флоре области.

Эдафотопы области представлены преимущественно почвами черноземного ряда, за исключением крайнего юга (темно-каштановые почвы) и крайнего севера (серые лесные). При этом в широтном направлении отмечаются смены зональных подтипов черноземов от типичных тучных северного Оренбуржья до обыкновенных черноземов центральной и южной части области. Под пологом лесной растительности в северной части области отмечаются черноземы лесные и оподзоленные, а под луговыми степями – выщелоченные. Также отмечается достаточно широкое распространение засоленных почв. Такая пестрота и комплексность почвенного покрова с учетом широкого развития пересеченного рельефа предполагает высокое разнообразие трофотомов во флоре области.

Географическое расположение области формирует уникальный растительный покров. Прежде всего, необходимо отметить выделение двух природных зон: лесостепной (север, северо-запад и северо-восток области) и степной. Растительность этих зон также неоднородная и отличается сложным характером формирования растительных ценозов. В пределах лесостепной зоны отмечаются широколиственные леса: дубово-липовые, дубово-березовые и чистые березняки, которые на северо-востоке сменяются лощинными, балочными и склоновыми сосново-березовыми лесами, березово-осиновыми колками и кустарниковыми ценозами. Также в пределах области расположен знаменитый Бузулукский бор, представленный борами, в том числе сухими на песчаных почвах. Степная растительность представлена ковыльно-типчаковыми (с преобладанием на юге узколистных ковылей и уменьшением разнотравья) степями, которые в области Тургайского плато сменяются полупустынными полынно-злаковыми степями и галофильными сообществами.

В связи со сложностью формирования растительного покрова предполагается высокое разнообразие различных эколого-ценотических групп флоры области. Задача данного исследования – выделение и оценка эколого-ценотических групп флоры сосудистых растений Оренбургской области и анализ возможности их использования для фитоиндикации биотопов.

Материалы и методы

В качестве базового при анализе флоры области использовался подход А.Л. Бельгарда, разработанный для Степи Украины, с выделением системы ценоморф как адаптаций растений к фитоценозу в целом [2–4]. В его рамках для флоры области выделялись ценоморфы: внутриводная – акванты (Aq), болотная – палюданты (Pal), луговая – пратанты (Pr), песчаных субстратов – псаммофиты (Ps), сорная – рудеранты (Ru), лесная – силванты (Sil), степная – степанты (St) и галофитная (Hal), полупустынных и пустынных местобитаний – дезертанты (Ds), щебнистых осыпей – хасмофиты (Chs), меловых обнажений – кретофиты (Cr), скальных обнажений – петрофиты (Ptr), горных местообитаний – монтанты (Mont). К последней группе были отнесены виды т.н. «высокогорных степей» [5].

Однако наши исследования показали, что лучшие результаты дает использование нескольких подходов одновременно [6], в связи с чем при анализе экофлоры Оренбургской области кроме ценоморф определялись и эколого-ценотические группы (ЭЦГ) на основе классификационной схемы, разработанной для умеренной лесной зоны Европейской России [7; 8]. В рамках силвантной ценоморфы: Bg – бореальная (виды темнохвойных лесов), Nm – неморальная (виды широколиственных лесов), Nt – нитрофильная (виды черноольшаников), Pn – боровая (виды светлохвойных лесов) и группа семиаридных степных (преимущественно байрачных) лесов и кустарниковых ценозов (OX). Для луговой ценоморфы – сухолуговую (MDr) и свежелуговую (MFr), а для палюдантной: Olg – олиготрофная (виды олиготрофных болот), Sw – мезотрофных болот, Wt – прибрежно-водная. Таким образом, для флоры области проведено две параллельные независимые классификации.

Оценка выделенных групп выполнялась на основе экспертно-статистического подхода [9; 10] по алгоритму Discriminant Function Analysis программного пакета Statistica. В работе использовались унифицированные фитоиндикационные шкалы [11]: термо- (Tm), омбро- (Om) и криорежима (Cr), континентальности (Kn), почвенного увлажнения (Hd) и его переменности (fH), солевого (Sl), азотного (Nt) и кислотного (Rc), режимов, аэрации почв (Ae) режима почвенного кальция (Ca) и освещенности (Lc). В связи с тем, что используемые шкалы относятся к интервальным, в анализе использованы минимальные и максимальные балльные значения каждой из шкал.

Результаты и обсуждение

Согласно последних исследований [5], рассматриваемая флора Оренбургской области насчитывает 2071 вид сосудистых растений. В анализе представлено 1476 видов (табл. 1). Исключены виды культивируемые (кроме дичающих), а также виды, не представленные в шкалах по большштву (или по всем) экологическим факторам в связи с их неизученным фитоиндикационным статусом. Наиболее проблемными для флоры области в этом плане являются эколого-ценотические группы, связанные с биотопами гор и полупустынь. Отличия в видовом составе степной и псаммофильной групп, определенных с использованием различных методических подходов, связаны с тем, что часть псаммофитов была отнесена

к боровой ЭЦГ, а часть степантов – к видам семиаридных лесов и кустарниковых ценозов. Это же характерно для объединенной палюдантной группы, которая по численности выше, чем сумма ЭЦГ олиготрофных и мезотрофных болот и прибрежно-водных видов, поскольку часть палюдантов была выделена в нитрофильную ЭЦГ (виды преимущественно заболоченных ольховых лесов). Это же наблюдается для объединенной пратантной ценоморфы, часть видов которой (опушечно-полянны) отнесены к лесным ЭЦГ.

По результатам статистической оценки точность классификации на ценоморфы составила 58,7%, что в целом соответствует точности для близких или сопредельных с Оренбуржьем регионов России [12; 13] и оценке в системе ЭЦГ [7; 9]. Более высокая экспертная оценка для флоры Украины [14] и Поволжья [15] связана с тем, что в этих регионах формировались научные центры школы А.Л. Бельгарда и такая классификация для этих территорий развивалась в течение многих десятилетий. Более низкая точность экспертного анализа при использовании системы ЭЦГ (50,5%) объясняется тем, что без детализации исключаются переходы внутри луговых (две), лесных (пять) и болотных (три) ЭЦГ, отмечающиеся в анализе как «ошибки».

Сопоставление результатов экспертной оценки выделенных ценоморф и ЭЦГ показало их некоторые отличия в отнесении видов к той или иной группе (табл. 1). Поскольку анализировался один и тот же флористический список, то имеется возможность сопоставления двух классификаций наложением двух матриц распределения видов – кросс-классификация (табл. 2). При этом интерес представляет не только отнесение видов к каждой группе и их сопоставление при разных подходах, но и оценка по числу «ядер-

ных» видов в группе (см. табл. 1, 2), которое указывает на ее экологическую специфичность. Вид определялся как «ядерный», если по результатам дискриминантного анализа апостериорная вероятность его отнесения к группе составляла 0,6 и выше [9].

Аквальная группа характеризуется наивысшей экспертной точностью оценки для обеих вариантов, максимально подтверждаемой статистическим анализом. Группа несколько увеличила свой состав и характеризуется крайне высокой эколого-ценотической специфичностью – наибольшая доля «ядерных» видов, число которых практически идентично для обеих вариантов анализа. Исключения составляют только три вида, отнесенные при детализации к «ядерным» близких по условиям увлажнения ЭЦГ: прибрежно-водной (1 вид) и олиготрофных болот (2 вида).

Анализ «переходов» показал, что из аквальной ценоморфы были исключены 4 вида как «ядерные» палюдантной ценоморфы. Эти же виды при ЭЦГ-варианте анализа также перешли в другие группы: прибрежно-водную (3 вида, из которых 2 «ядерных» для этой группы) и олиготрофных болот («ядерный» для группы вид). В ЭЦГ-варианте анализа из группы также были исключены еще 1 «ядерный» вид олиготрофных болот и 1 «ядерный» вид прибрежно-водной ЭЦГ. Ценоморфа пополнилась за счет 6 палюдантов (они же перешли в группу во втором варианте анализа), одного вида засоленных водоемов (*Ruppia maritima* L.) и вида песчаных прибрежно-водных местообитаний (во втором варианте отнесен к олиготрофной ЭЦГ как «ядерный»). Таким образом, классификация для аквальной группы является точной и адекватной, независимо от методики классификации, а некоторые отличия объясняются аутоэкологией отдельных видов.

Таблица 1 – Результаты классификации видов флоры сосудистых растений Оренбургской области

Ценоморфа / ЭЦГ	Число видов в базе	Число видов в анализе	Точность оценки, %	Число видов после анализа	Число «ядерных» видов
St	285	212 (202)	60,4 (62,4)	299 (304)	56 (41)
Pr	367	313	59,1	359	174
MDr	99	(86)	(20,9)	(62)	(1)
MFr	245	(205)	(54,1)	(225)	(72)
Sil	227	207	63,8	174	150
Br	57	(53)	(54,7)	(44)	(37)
Nm	96	(92)	(69,6)	(101)	(88)
Pn	46	(39)	(38,5)	(42)	(15)
Nt	39	(37)	(35,1)	(30)	(8)
OX	51	(45)	(8,9)	(17)	–
Ps	137	90 (80)	35,6 (36,3)	64 (61)	29 (21)
Pal	191	179	79,3	190	173
Olg	14	(14)	(78,6)	(21)	(21)
Sw	101	(95)	(49,5)	(91)	(55)
Wt	62	(56)	(42,9)	(56)	(40)
Aq	57	55	92,7 (89,1)	59 (56)	58 (55)
Chs	46	18	5,6 (5,6)	1 (4)	–
Ptr	76	46 (45)	6,5 (6,7)	9 (10)	1 (2)
Cr	113	59	40,7 (44,1)	57 (67)	10 (17)
Mont	45	18	–	–	–
Ru	221	190 (188)	60,5 (66,0)	185 (207)	103 (114)
Ds	16	7	14,3 (14,3)	1 (2)	–
Hal	162	82	63,4 (62,2)	78 (76)	66 (65)

Примечание. В скобках приведены результаты оценки по системе ЭЦГ.

Таблица 2 – Кросс-классификация видов флоры Оренбургской области на ценоморфы и ЭЦГ

ЭЦГ	Ценоморфа											
	St	Pr	Sil	Ps	Ru	Pal	Aq	Chs	Ptr	Cr	Ds	Hal
St	41/270	-/24	-/1	-/4	-/2				-/1			-/2
MDr	-/3	1/57		-/1	-/1							
MFr	-/1	72/197	-/11	-/3	-/3	-/10						
Br		1/1	36/43									
Nm		-/1	88/100									
Pn	-/3	7/21	2/8	3/6	3/3				-/1			
Nt		3/8	3/7			2/15						
OX	-/3	-/9	-/4	-/1								
Ps	-/4	/7		21/47	-/1	-/1						-/1
Olg						19/19	2/2					
Sw		-/1				55/90						
Wt						39/55	1/1					
Aq							55/56					
Chs	-/2	-/1						-/1				
Ptr	-/1	-/1							2/7	-/1		
Cr	-/11									17/56		
Ru		-/31		-/2	114/174							
Ds	-/1										-/1	
Hal					-/1							65/75

Примечание. В числителе число «ядерных» видов, в знаменателе – общее.

Второй по точности экспертной оценки является объединенная болотная (палюдантная) ценоморфа, которая по результатам экспертной оценки несколько увеличила свой состав и характеризуется высокой специфичностью (91% «ядерных» видов). При декомпозиции ее на ЭЦГ большинство видов формирует три четко выделяемых группы – небольшую высокоспецифичную (все виды «ядерные») ЭЦГ видов олиготрофных болот, самую крупную из около половины палюдантов группу мезотрофных болот (61% «ядерных» видов в группе) и группу видов прибрежно-водных местообитаний (71% «ядерных» видов). При этом «ядра» этих трех групп суммарно меньше «ядер» объединенной палюдантной ЭЦГ, что связано с наличием «переходных» видов между болотными ЭЦГ, отсутствующих при анализе объединенной палюдантной ценоморфы. Сами ЭЦГ, за исключением группы олиготрофных болот, практически не изменили свою численность, а рост численности объединенной палюдантной ценоморфы связан с тем, что часть видов свежелуговой ЭЦГ при статистическом анализе отнесены к видам, близким к болотным (табл. 2).

По результатам статистической оценки из палюдантной ценоморфы было исключено 37 видов, большинство из которых перешло в луговую (18 видов) и аквальную (6 видов) ценоморфы, связанные с палюдантами гидросерией. Также 7 видов, связанных с заболоченными лесами, перешли в сylvантную ценоморфу, 2 вида ив (*Salix*) – в псаммофильную, 3 – рудеральную и 1 – галофильную. Пополнилась ценоморфа на 48 видов, преимущественно за счет пратантов (34 вида) и нескольких галофитов, сylvантов и аквантов. Таким образом, выделение объединенной палюдантной ценоморфы также является адекватной и отвечает аутоэкологии болотных видов флоры.

Для трех болотных ЭЦГ ситуация сложнее. Из ЭЦГ олиготрофных болот было исключено три вида, два из которых – «ядерные» для ЭЦГ мезотрофных

болот (остались как «ядерные» в палюдантной ценоморфе), и один вид перешел в свежелуговую ЭЦГ (он же перешел из палюдантной в пратантную ценоморфу). Пополнилась олиготрофная ЭЦГ за счет 5 видов мезотрофных болот, 2 аквантов, 2 нитрофильных видов и 1 псаммофита. Из ЭЦГ мезотрофных болот по результатам статистической оценки было исключено 48 видов, которые перешли в девять других ЭЦГ. При этом большая часть переходов была в близкие ЭЦГ олиготрофных болот – 5 видов (они остались в палюдантной ценоморфе как «ядерные») и прибрежно-водную – 17 видов (почти все остались в палюдантной ценоморфе, кроме одного, как «ядерные»). В свежелуговую ЭЦГ перешло 12 видов (почти все они же перешли из палюдантной ценоморфы в пратантную). Еще 5 видов перешло в близкую по гигротопам нитрофильную ЭЦГ (2 из них перешли в сylvантную ценоморфу из палюдантной), 2 вида – в бореальную и 3 вида – неморальную лесные ЭЦГ (они же перешли в сylvанты из палюдантной ценоморфы). Остальные переходы единичные. Из прибрежно-водной ЭЦГ было исключено 32 вида, перешедшие преимущественно в ЭЦГ мезотрофных болот (15 видов – они же остались как «ядерные» в палюдантной ценоморфе) и в аквальную ценоморфу (5 видов как «ядерные» для нее), также 6 видов перешло в свежелуговую (почти все перешли из палюдантов в пратанты) и 4 вида – в нитрофильную ЭЦГ (остались в палюдантной, почти все как «ядерные»). Остальные переходы единичные. Сама прибрежно-водная ЭЦГ пополнилась за счет 32 видов – также преимущественно из ЭЦГ мезотрофных болот (17 видов – все остались в палюдантной ценоморфе как «ядерные», кроме одного), остальные переходы из аквальной, свежелуговой, нитрофильной и галофильной групп (все эти виды также представлены объединенной палюдантной ценоморфе). Таким образом, выделенные болотные ЭЦГ однозначно соотносятся с объединенной палюдантной ценомор-

фой. Более низкая точность классификации при декомпозиции палюдантов на болотные ЭЦГ преимущественно связана с переходами внутри этих ЭЦГ, а не с ошибками методики. В целом, выделение из палюдантной ценоморфы ЭЦГ мезотрофных болот и прибрежно-водную не критическое.

Третьей по точности с близкими величинами правильности классификации для обоих вариантов анализа является ценоморфа галофитов. Несмотря на то что число видов в группе несколько уменьшилось, для нее наблюдается практически полное совпадение как числа видов в группе, так и числа «ядерных» видов. Группа характеризуется высокой специфичностью (87% «ядерных» видов). Из галофитной ценоморфы наблюдалось 30 (31 в варианте с ЭЦГ) переходов в 6 других ценоморф (эти же виды перешли в 9 других ЭЦГ). Подавляющее большинство (17 видов, часть как «ядерные») переходов – в степную ценоморфу (и почти все эти виды перешли в степную ЭЦГ), 4 вида в обоих вариантах анализа перешли в рудеранты (два – как «ядерные») и 5 галофильных гигрофитов – в палюданты (3 в прибрежно-водную, из которых 2 как «ядерные» и 2 – в ЭЦГ мезотрофных болот), остальные переходы единичные. Пополнилась ценоморфа галофитов за счет 26 (25 в варианте ЭЦГ) видов, преимущественно за счет пратантов и степантов, а также псаммофитов и кретофитов. Эти же виды почти все дополнили галофитную группу в варианте классификации на ЭЦГ. Таким образом, выделение группы галофитов является адекватным и дает практически идентичные результаты, независимо от применяемой методики классификации.

Достаточно высокую точность экспертной оценки показало выделение рудеральной и степной ценоморф, но при разных подходах выявляются особенности оценки этих групп. Для рудерантов классификация с детализацией болотной, лесной и луговой ценоморф дает более высокую точность выделения рудеральной компоненты флоры (точность классификации выше на 5,5%) с большим числом как «ядерных», так и общего числа видов группы. Но при кросс-классификации наблюдается очень высокое совпадение видов, относимых к рудерантам при разных методических подходах, и идентичная специфичность группы – доля «ядерных» видов при разных подходах практически одинакова (около 55%). Как артефакт, в рудеральной ценоморфе по результатам статистического анализа оказалась группа папоротников (*Woodsia ilvensis* (L.) R. Br., *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm. и *A. trichomanes* L.) как «переходные» петрофильный рудерант, псаммофильный рудерант и лесо-петрофильный рудерант, соответственно. В системе ЭЦГ по результатам статистической оценки эта группа отнесена к «ядру» боровой группы. Это указывает на то, что статистические методы не всегда могут адекватно давать биоэкологическую оценку узкоспециализированным по экологической нише видам. По результатам статистического анализа из ценоморфы рудерантов было исключено 75 видов, при этом большая часть переходов (46 видов) было в пратантную ценоморфу (при ЭЦГ-варианте из рудерантов было исключено 37 видов, большинство также в луговые ЭЦГ). Оставшиеся 9 видов по величинам апостериорной вероятности определяются как сорно-луговые (в системе ЭЦГ –

как луговые рудеранты). Еще 19 видов перешло в степную ценоморфу (большинство из них – также в степную ЭЦГ). Остальные переходы незначительные. Пополнилась рудеральная ценоморфа за счет 70 видов, преимущественно за счет луговой (26 видов, они же перешли в рудеранты из луговых ЭЦГ), степной (15 видов, они же почти все перешли в рудеранты в ЭЦГ-варианте), лесной (9 видов, они же почти все перешли в рудеранты в ЭЦГ-варианте), псаммофильной (6 видов, также перешли в рудеранты в ЭЦГ-варианте) и галофильной (4 вида, также перешли в рудеранты в ЭЦГ-варианте) ценоморф. Интересно отметить, что по результатам статистической оценки тополь (*Populus alba* L.) определяется как «ядерный» рудерант, что, возможно, связано с его эксплерентным типом экологической стратегии для изучаемого региона.

Таким образом, рудеральная ценоморфа, несмотря на свою специфичность (наличие ценотического «ядра») показала сложный характер формирования из нескольких ценофлор ненарушенных местообитаний, прежде всего, степной и луговой, а также наличием достаточно большого количества «переходных» ценотических групп. При этом объективность существования рудеральной ценоморфы подтверждается независимо от методических подходов классификации.

Степная ценоморфа занимает второе место по численности во флоре области, но, как и для рудерантов, классификация по ЭЦГ-варианту дает по сравнению с ценоморфами немного более высокую точность выделения с несколько большим числом видов в группе. Однако в классификации без детализации на ЭЦГ число «ядерных» степных видов выше. При кросс-классификации наблюдается очень высокое совпадение видов, относимых к степантам при разных методических подходах. Группа значительно выросла численно, но для нее отмечается крайне низкое число «ядерных» видов (19%), что гораздо ниже, чем для оценок по близлежащим регионам – степям Южного Урала (40%) [12] и особенно Поволжью (74%) [15]. В связи с этим степная эколого-ценотическая группа флоры Оренбургской области требует отдельного изучения.

Из степной ценоморфы по результатам статистического анализа было исключено 84 вида, которые перешли в 7 других ценоморф: кретофитную, галофильную, луговую, псаммофильную, петрофильную, рудеральную и лесную. В ЭЦГ-варианте из группы ушло 74 вида (оставшиеся в степной ЭЦГ 10 видов – переходные между степной и другими группами). В данном случае разница объясняется формально – разной апостериорной вероятностью отнесения в группу при разных вариантах анализа. Пополнилась степная ценоморфа на 171 вид (почти все эти виды также перешли в степную группу в ЭЦГ-варианте). При этом в степные перешли 11 видов монтанной группы (виды горных степей), почти все дезертанты (5 видов), почти половина хасмофитов (8 видов), почти половина кретофитов (25 видов) и петрофитов (23 вида), почти треть псаммофитов (23 вида), 31 вид луговой ценоморфы, 19 рудерантов, 17 галофитов и 9 сивлантов (большая часть которых определялась в рамках ЭЦГ семиаридных степных лесов). Для ЭЦГ-варианта анализа наблюдается аналогичная картина.

Таким образом, несмотря на то что для флоры Оренбургской области степная ценоморфа является зональной и одной из самых многочисленных, большинство степантов не формируют четкой приуроченности именно к степным ценозам, характеризуются широкой ценотической амплитудой и способны формировать не только степные, но и специфические сообщества горных, скальных, псаммофильных, карбонатных, галофильных, опушечных лесных и остепненных луговых местообитаний.

Высокая точность экспертной оценки и высокая специфичность (86% «ядерных» видов) характерна для обобщенной силвантной ценоморфы, хотя по результатам статистического анализа она и уменьшила свой состав. В ЭЦГ-варианте подавляющее большинство (93%) силвантных видов было отнесено к лесным ЭЦГ, а 86% «ядерных» силвантов формируют бореальное, неморальное, боровое и нитрофильное «ядра». Для ЭЦГ-варианта необходимо отметить следующие особенности. Большая часть силвантов Оренбургской области – виды бореальных и неморальных (широколиственных) лесов, а сами эти группы являются устойчивыми и специфичными (высокая доля «ядерных» видов). ЭЦГ семиаридных степных лесов (ОХ) резко уменьшилась по числу видов и не является специфичной («ядерные» виды отсутствуют), представляя собой сборную группу преимущественно лугово-степных и лесо-луговых видов. Во флоре области отмечается очень небольшое число нитрофильных силвантов (виды ольховых ценозов), а сама нитрофильная группа является сборной из болотных, луговых видов и видов заболоченных лесов, формирующих небольшие специфические ценотические «ядра». Это же характерно и для боровой ЭЦГ, характеризующейся маленьким силвантным «ядром» с небольшим числом сателлитов. При этом в боровой группе, кроме силвантной, определяются пратантная (виды разреженных светлых боров и их опушек) и псаммофильная компоненты с небольшими ценотическими «ядрами». В целом для лесных ЭЦГ наблюдается небольшое изменение числа видов в группах, однако боровая и нитрофильная ЭЦГ характеризуются низкой точностью оценки и значительно обновили свой состав.

Из силвантной ценоморфы по результатам статистической оценки исключено 75 видов. В ЭЦГ-варианте из них в нелесные ЭЦГ перешло 54 вида. Большая часть переходов (47 видов) была в пратантную ценоморфу. Еще две достаточно большие группы видов перешли в рудеральную ценоморфу (9 видов, из которых 4 – «ядерные»), в ЭЦГ-варианте они также были исключены из лесных ЭЦГ, преимущественно в рудеранты, и степную (9 видов, преимущественно ксерофильных степных лесов, также перешедших из этой ЭЦГ в степную). Остальные переходы незначительные, за исключением видов, перешедших в «ядерные» палюданты – *Humulus lupulus* L. (болотно-нитрофильный и «ядерный» нитрофильный, соответственно) и *Eupatorium cannabinum* L. Пополнили объединенную силвантную ценоморфу 42 вида за счет 8 других ценоморф, но, преимущественно луговой (17 видов) и палюдантной (7 видов). При классификации с учетом системы ЭЦГ в лесные группы из указанных 42 перешли 36 видов.

Особо необходимо отметить оценку статистическими методами как не силвантов некоторых древесных пород, особенно лесообразующих. Так, *Pinus sylvestris* L. определяется как лесо-луговой (в системе ЭЦГ он боровой «ядерный»). Как «ядерный» пратант («ядерный» свежелуговой) определяется *Populus tremula* L., а *P. nigra* L. – как рудерально-луговой. Для тополей, как и для *P. alba*, это, возможно, связано с их эксплерентным типом экологической стратегии для изучаемого региона. Березы *Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth определяются как лесо-луговой (бореально-борово-свежелуговой) и луговой «ядерный» (свежелугово-боровой) виды, соответственно. *Quercus robur* L. – как луговой (свежелуговой) «ядерный», *Ulmus minor* Mill. – как степо-луговой (рудерально-свежелуговой), а *Malus sylvestris* Mill. – как лесо-луговой (ксерофильнодубравно-свежелуговой). Ольха *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. определялась как «ядерный» палюдант (в системе ЭЦГ как «ядерный» нитрофильной группы). Это может объясняться тем, что подавляющее большинство травянистых и кустарниковых силвантов являются сциофитами и гелиосциофитами, а взрослые особи лесообразующих пород (для которых и определяются показатели в шкалах) отличаются гораздо большим светолюбием и иными требованиями к эдафическим и климатическим факторам среды. В связи с этим констатируется методическая проблема оценки древесных пород в экологических шкалах. Кроме того, определяется проблема объединения видов в рамках одной ценоморфы. В частности, корректно ли объединять виды с разной экологией в одну ценоморфу в сложных географических условиях при наличии на изучаемой территории зон географического несоответствия условиям формирования ценозов определенного типа.

Отдельно для лесных ЭЦГ: 1) бореальная ЭЦГ потеряла 24 вида, из которых половина перешла в другие лесные ЭЦГ – неморальную, боровую и нитрофильную (6, 5 и 1 вид соответственно), остальные виды – преимущественно в свежелуговую, пополнилась группа 15 видами, из которых 10 перешли из боровой (5 видов), нитрофильной и неморальной лесных ЭЦГ; 2) из неморальной ЭЦГ было исключено 28 видов, которые перешли преимущественно в свежелуговую (10 видов) и рудеральную (6 видов) группы, только 6 видов перешли в другие лесные ЭЦГ, преимущественно в ЭЦГ семиаридных степных лесов, пополнили неморальную ЭЦГ 37 видов практически из всех остальных групп, при этом 10 видов перешли из других лесных ЭЦГ, а еще 6 – из свежелуговой; 3) боровая ЭЦГ потеряла 24 вида, 10 из которых – в другие лесные ЭЦГ, преимущественно в бореальную, большинство остальных переходов – в близкие по гигротопам сухолуговую и степную группы, пополнилась ЭЦГ на 27 видов, преимущественно за счет сухолуговой (6 видов) и бореальной и влажнолуговой (по 5 видов); 4) из нитрофильной ЭЦГ было исключено 24 вида, половина из которых перешли в болотные и прибрежно-водную ЭЦГ, а 7 видов – в неморальную и бореальную (4 и 3, соответственно), пополнилась ЭЦГ на 17 видов, преимущественно за счет ЭЦГ свежелуговой, мезофильных болот и прибрежно-водной; 5) самая неустойчивая ЭЦГ семиаридных степных лесов потеряла практи-

чески весь свой первоначальный состав (41 вид), большинство переходов было в группы, близкие по гигротопам – степную (14 видов) и сухолуговую (11 видов), пополнилась ЭЦГ 17 видами из 7 других групп. Таким образом, большинство переходов видов определяются, во-первых, между лесными ЭЦГ и наиболее связанными между собой бореальной и боровой ЭЦГ. Также переходы видов в не лесные ЭЦГ происходят в близкие по гигротопам группы: из боровой в с сухолуговую, неморальной – свежелуговую, нитрофильной – болотные ЭЦГ.

Для объединенной луговой ценоморфы точность экспертной оценки составляет 59%, и при этом группа сильно выросла по числу видов. Число «ядерных» видов-пратантов составляет около 48%, а большинство видов (и «ядерных») ценоморфы входят в свежелуговую ЭЦГ. Сухолуговая ЭЦГ гораздо менее численная и не является специфичной (только один «ядерный») вид. Сама пратантная группа также является гетерогенной по составу – в ее состав попадает часть видов степной и рудеральной ЭЦГ, небольшое число (в том числе «ядерных») боровых видов (упомянутая выше группа видов разреженных светлых боров и их опушек), видов нитрофильной ЭЦГ (виды опушек заболоченных лесов), «ядерный» бореальный вид *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl., а также некоторое число видов семиаридных степных лесов и псаммофитов. Необходимо отметить, что виды опушек и полян неморальных лесов, определяемых в рамках свежелуговой ЭЦГ, попадают в силвантную, а не пратантную ценоморфу. В целом, специфичность (число «ядерных» видов) значительно выше для объединенной пратантной ценоморфы, чем для отдельных луговых ЭЦГ, что связано как с числом определяемых статистическим анализом «переходных» видов между сухо- и свежелуговой ЭЦГ, так и с низкой представленностью в Оренбургской области классических суходольных лугов.

По результатам статистического анализа для объединенной пратантной ценоморфы наблюдалось самое большое число исключенных видов (128), перешедших в галофильную, палюдантную, псаммофильную, рудеральную, лесную и степную ценоморфы, также несколько видов перешло в кретофиты и петрофиты. Из них 112 видов были отнесены к не луговым и в ЭЦГ-варианте анализа. Пополнилась группа 174 видами, практически из всех ценоморф, но преимущественно из палюдантной, псаммофильной, рудеральной, лесной и степной. Для отдельных луговых ЭЦГ: 1) из сухолуговой было исключено 68 видов, преимущественно в степную, рудеральную и свежелуговую, пополнилась группа на 44 вида, преимущественно за счет видов семиаридных степных лесов и видов степной и свежелуговой ЭЦГ; 2) из свежелуговой ЭЦГ было исключено 94 вида, преимущественно в рудеральную, степную и ЭЦГ мезотрофных болот, пополнилась группа 113 видами из лесных, болотных, сухолуговой, рудеральной и псаммофильной групп.

Таким образом, луговая ценоморфа является не только самой многочисленной во флоре области, но и связанной ценотическими связями практически со всеми остальными (кроме горной, петрофильной и хасмофитной) ценотическими группами, формиру-

большое число переходных между этими группами форм.

Достаточно низкую точность экспертной оценки статистический анализ показал для ценоморф псаммофитов и кретофитов (видов сообществ на субстратах, богатых карбонатами и т.н. «меловой флоры»). Группа псаммофитов на треть уменьшила свой состав, при этом оба варианта анализа дали сходную точность и численность видов группы, в том числе «ядерных», и совпадение самих видов. Помимо этого в псаммофильную ценоморфу попало небольшое «ядро» боровой ЭЦГ. Для кретофитов характерна тесная связь со степной группой, и при этом число видов в группе различается, в зависимости от варианта анализа. В случае ЭЦГ-варианта, кретофитная группа увеличивает не только свой состав (в группу включается 11 видов «переходных» между степантами и кретофитами), но и почти в два раза возрастает число «ядерных» видов за счет «переходных» к степантам. Анализ апостериорных вероятностей показывает, что это формальное явление (выше оно уже отмечалось для степной группы), поскольку вероятности этих видов без отсутствия детализации незначительно (на сотые величины) отличаются от пороговой вероятности 0,6. Таким образом, необходимо осторожное применение статистических методов при анализе близких по экологии групп.

Наконец, статистическими методами практически не подтверждается выделение трех специфических ценоморф: петрофитов (по результатам анализа группа представлена около 10 видами с 1–2 «ядерными»), а переходы из группы наблюдались преимущественно в степанты; хасмофитов – группа практически не выражена, от первоначального ее состава остался только один вид *Melica transsilvanica* Schur, а большинство переходов из группы наблюдалось также в степанты; полупустынной (дезертанты) – практически вся группа перешла в степную ценоморфу, от первоначального состава остался только один вид *Atraphaxis replicata* Lam., который определяется как кретофитно-полупустынный. Таким образом, петрофильные, хасмофильные и полупустынные ценозы области во многом формируют степные виды. Необходимость выделения монтанного элемента во флоре Оренбургской области (виды горных степей) статистически не подтверждается, а большинство видов горных степей области относятся к степной эколого-ценотической группе.

По результатам классификаций в модели дискриминантного анализа первые пять ведущих экологических факторов для обоих вариантов классификации практически идентичные (по уменьшению эффекта): минимум почвенного увлажнения – нарастание сухости, минимум освещенности – затенение, минимум солевого режима почв, максимум (в ЭЦГ-варианте – минимум) почвенной аэрации и минимум в почве минерального азота. Дискриминантный анализ с редукцией переменных показал, что наименьшая точность классификации в обоих вариантах анализа наблюдается при исключении режима почвенного увлажнения. Также при исключении этого режима падает точность классификации степной, галофильной и болотной ценоморф. В ЭЦГ-варианте для галофильной группы точность классификации зависит также от режима почвенной аэрации. Почвенное

увлажнение является определяющим для классификации прибрежно-водной ЭЦГ и группы семиаридных степных лесов. В обоих вариантах анализа для рудеральной группы точность классификации определяет режим почвенного азота, а для псаммофитов и кретофитов – почвенного кальция. Точность классификации для объединенной луговой ценоморфы и свежелуговой ЭЦГ определяется режимом освещенности, а для сухолуговой определяющим является континентальность климата. Режим почвенной аэрации определяет точность классификации аквальной группы и ЭЦГ нитрофильной, мезотрофных и олиготрофных болот, последняя ЭЦГ также определяется и азотным режимом. Точность классификации лесной ценоморфы определяется режимом освещенности и азотным режимом почв, при этом освещенность является определяющей для ЭЦГ неморальных лесов, а азотный режим – для бореальных. Точность классификации боровой ЭЦГ в наибольшей степени связана с режимом кислотности почв. Наиболее специфическими выявились деэртанты – в обоих вариантах анализа влияют режимы переменности почвенного увлажнения, атмосферного увлажнения (омброрежим) и азотный режим почв, а также хасмофитов – в обоих вариантах анализ влияет почвенное увлажнение, его переменность и аэрация почв, режим азота и кальция, а также континентальность в ЭЦГ-варианте и криорежим (суровость зим) и освещенность в варианте ценоморф. Наименее однозначная петрофильная группа – в одном варианте точность ее классификации определяет режим освещенности, а в другом – переменности почвенного увлажнения.

Таким образом, использование фитоиндикационных шкал является адекватным для оценки выделенных групп растений и отражает особенности экологии видов, слагающих эти группы, а также особенно-

сти формирования соответствующих этим группам ценозов и биотопов.

Ординация изученных ценоморф и ЭЦГ флоры Оренбургской области выполнялась двумя способами: в пространстве квадрата расстояния Махаланобиса (рис. 1) с визуализацией методом максимального корреляционного пути [16] и в пространстве первых двух дискриминантных функций (рис. 2).

На дендрограмме (рис. 1) видно четкий ряд гигрогенного замещения от групп самых засушливых биотопов (деэртанты) через кретофиты и степанты до мезофильных пратантов и, далее, палюдантов и аквантов. При этом ксерофильные и гелиофитные группы (деэртанты, кретофиты, степанты, псаммофиты, петрофиты и хасмофиты) в обоих случаях анализа формируют единую структуру близких видов с центральным положением степной группы. В ЭЦГ-варианте к этой ксерофильной группе близки ЭЦГ семиаридных степных лесов (ОХ) и сухолуговая. Галофиты в обоих вариантах анализа определяются как специфические и наиболее близкие в первую очередь к степным и псаммофильным видам, а рудеральные – близкие к луговым (свежелуговым). Сильванты формируют отдельный биотопический ряд боровой – бореальной и неморальной ЭЦГ (две последние образуют единое лесное «ядро»), связанный со свежелуговой группой. Нитрофильная ЭЦГ наиболее тесно связана с болотными группами, при этом водно-болотная ЭЦГ и ЭЦГ мезотрофных болот близки между собой, формируя «ядро» палюдантных биотопов, от которых отличается ЭЦГ олиготрофных болот.

Ординация ЭЦГ и ценоморф в пространстве первых двух ведущих дискриминантных функций (рис. 2) подтверждает как формирование биотопических групп, так и наличие рядов биотопического замещения.

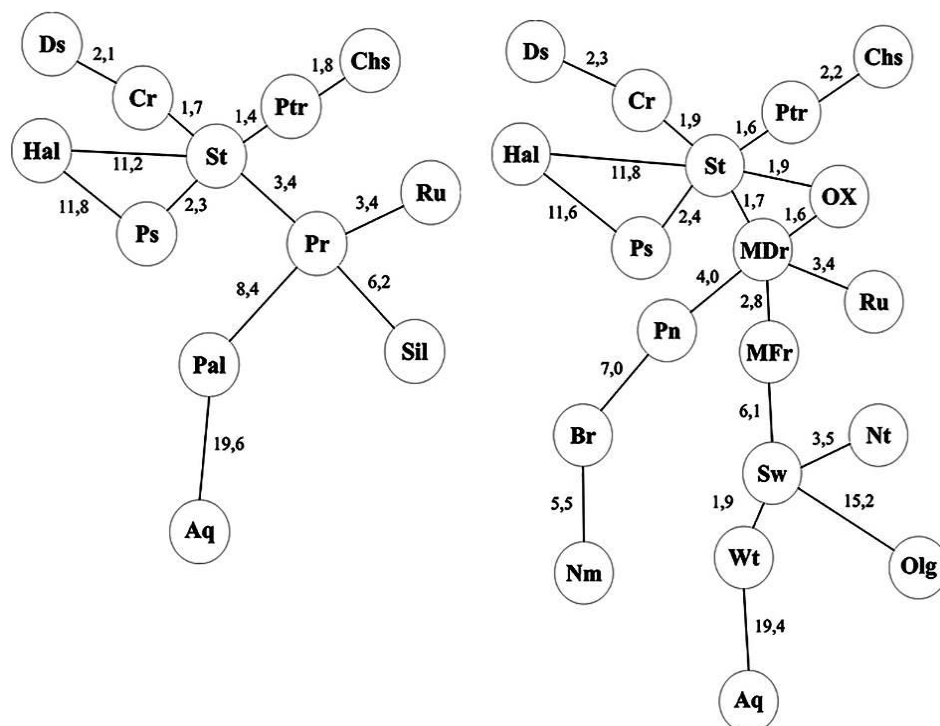


Рисунок 1 – Дендрограмма распределения ценоморф (слева) и ЭЦГ (справа) в факторном пространстве по матрице квадрата расстояния Махаланобиса (показаны на дендрограмме)

Первый ряд (первая дискриминантная ось Root1) соответствует описанному выше ряду гигрогенного замещения, а второй (Root2) связан с освещенностью в биотопах. При этом для ценоморф это рост освещенности, в связи с чем галофиты, как облигатные гелиофиты, расположены сверху диаграммы, а сивланты, как группа с самым большим числом сциофитов, – внизу. В ЭЦГ-варианте фактор освещенности меняет свою направленность (рост затенения), соответственно, галофиты располагаются внизу диаграммы, а самые теневые бореальные сивланты – сверху. Подобный эффект от-

мечался нами и ранее [6] при использовании совместно данных методических подходов. Также четко выделяется ксерофитное «облако» ценоморф, формирующих ряд от пустынных до хасмофитных биотопов, и подтверждается близость нитрофильной группы прежде всего к болотным, а не лесным биотопам.

Наконец, сравнение центроидов ведущих экологических факторов ЭЦГ и ценоморф в пространстве фитоиндикационных шкал (табл. 3) показало, что одни и те же группы в шкалах, независимо от варианта анализа, определяются абсолютно одинаково.

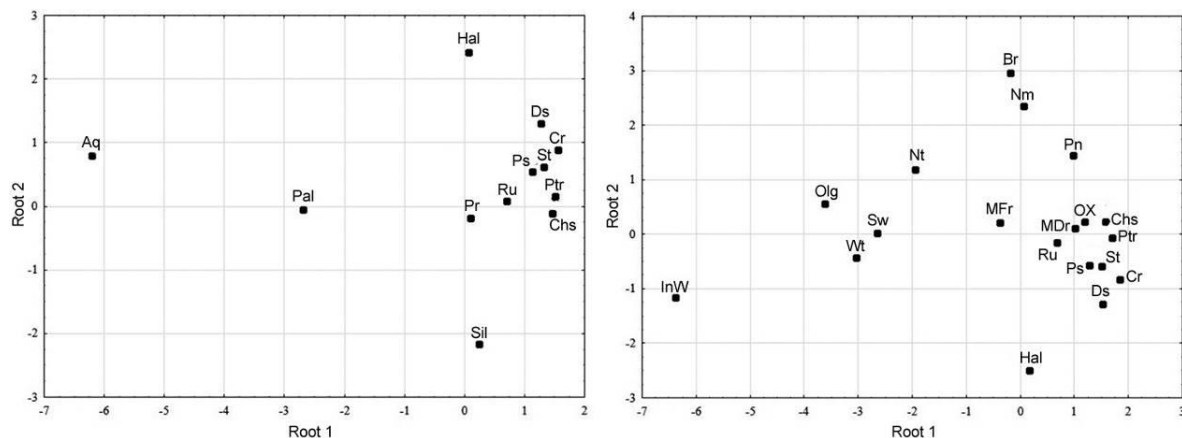


Рисунок 2 – Ординация ценоморф (слева) и ЭЦГ (справа) в пространстве первых дискриминантных функций (Root1 и Root2)

Таблица 3 – Центроиды (минимальное и максимальное значение) ЭЦГ и ценоморф в фитоиндикационных шкалах

	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
St	5	13	5	9	7	11	6	12	6	10	3	7
St	5	13	5	9	7	11	6	12	6	10	3	7
Pr	7	16	5	9	6	10	4	11	5	9	3	8
MFr	8	16	5	9	5	10	4	11	4	9	3	8
MDr	6	14	5	9	6	11	5	11	5	10	3	7
Sil	8	16	4	7	5	10	4	9	4	9	4	8
Br	9	16	4	7	4	8	3	8	4	8	3	8
Nm	8	16	3	7	6	10	4	9	5	9	4	9
OX	6	14	4	8	6	11	5	11	6	10	3	8
Nt	11	18	3	7	5	9	4	10	3	8	4	9
Pn	6	14	4	8	4	9	3	9	4	9	2	7
Pal	12	19	4	8	5	10	4	10	8	12	4	8
Wt	13	19	5	9	6	10	4	11	4	7	4	9
Sw	12	19	4	8	5	10	4	10	3	7	3	8
Olg	13	20	2	5	3	8	2	6	2	5	1	6
Ru	6	15	5	9	6	11	5	11	5	9	4	9
Ru	6	15	5	9	6	11	5	11	5	9	4	9
Hal	7	15	7	10	9	13	10	16	5	9	3	8
Hal	7	15	7	10	9	13	10	16	5	9	3	8
Ptr	5	12	4	8	6	11	5	10	6	11	2	7
Ptr	5	12	4	8	6	11	5	10	6	11	2	7
Aq	18	22	2	6	6	11	6	11	4	8	4	9
InW	18	22	2	6	6	11	6	11	4	8	4	9
Ps	5	13	5	10	5	10	5	11	5	9	2	7
Ps	5	13	5	10	5	10	5	11	5	9	2	7
Chs	5	12	4	8	6	11	5	11	7	11	3	7
Chs	5	12	4	8	6	11	5	11	7	11	3	7
Cr	5	12	4	8	7	12	6	11	8	12	2	7
Cr	5	12	4	8	7	12	6	11	8	12	2	7
Ds	4	12	4	8	7	12	7	12	6	12	3	7
Ds	4	12	4	8	7	12	7	12	6	12	3	7

Примечание. Полу жирным показаны величины для ценоморф без декомпозиции на ЭЦГ.

Для групп определяются следующие показатели оптимумов ведущих экологических факторов:

– степная ценоморфа характеризуется биотопами с режимом почвенного увлажнения в пределах сухостепного – влажнолугового от слабо до достаточно переменного, нейтральных – слабощелочных богатых солями – слабозасоленных обогащенных карбонатами очень бедных – достаточно обеспеченных азотом значительно – умеренно аэрированными с умеренным промачиванием корнеобитаемого слоя почвами, группу формируют факультативные и облигатные гелиофиты;

– луговая ценоморфа связана с биотопами с режимом степного – сыролугового почвенного увлажнения от слабо до достаточно переменного, при этом для сухолуговой ЭЦГ он смещается в зону сухостепного – влажнолугового, а для свежелуговой ЭЦГ нижний оптимум находится в пределах лугостепного типа; почвы слабокислые (влажнолуговая ЭЦГ) – слабощелочные (сухолуговая) близкие к нейтральным небогатые солями – слабозасоленные со следами карбонатов (влажнолуговая) – обогащенные карбонатами (сухолуговая) очень бедные – достаточно обеспеченные азотом, при этом сухолуговая ЭЦГ отличается режимом почвенной аэрации значительно – умеренно аэрированными с полным промачиванием корнеобитаемого слоя почвами, а свежелуговая – умеренно – слабо аэрированными почвами с постоянным капиллярным промачиванием корнеобитаемого слоя, группу формируют сциогелиофиты и гелиофиты;

– сильвантная ценоморфа характеризуется режимами почвенного увлажнения лугового – сыролесного типа сравнительно постоянного – умеренно переменного, при этом такой тип режима характерен для бореальной и неморальной ЭЦГ, другие лесные ЭЦГ достаточно резко отличаются по показателю почвенного увлажнения: для боровой и семиаридных степных лесов он соответствует сухостепному – влажнолесному, а для нитрофильной – до мокроболотнолесного; почвы сильвантной группы слабокислые – нейтральные (наиболее кислые характерны для бореальной и боровой ЭЦГ) небогатые – обеспеченные солями (наиболее бедные солями характерны для бореальной и боровой ЭЦГ) со следами карбонатов (ЭЦГ семиаридных степных лесов по солевому режиму соответствует сухолуговой ЭЦГ, а по карбонатному – степантам) достаточно обеспеченные азотом (неморальная и нитрофильная группа характеризуется максимальными показателями содержания азота в почве) умеренно – слабо аэрированные с постоянным капиллярным промачиванием корнеобитаемого слоя, при этом оптимумы ЭЦГ семиаридных степных лесов и боровой смещены к более аэрированным менее промачиваемым, а нитрофильной – максимально капиллярно увлажненным; группа характеризуется максимальными показателями омбродрежима (атмосферное увлажнение) и максимальным числом сциофитов и гелиосциофитов, при этом наибольшая доля теневой группы характерна для бореальной и неморальной ЭЦГ;

– палюдантная ценоморфа связана с влажнолуговыми – болотными эдафотопами с преимущественно постоянным характером увлажнения, но при этом наиболее контрастный характер увлажнения харак-

терен для прибрежно-водной ЭЦГ, а наименее (постоянное либо слабо переменное) – ЭЦГ олиготрофных болот, ценоморфа, как и сильванты, связана с наиболее кислыми почвами, при этом для ЭЦГ олиготрофных болот характерны самые кислые варианты, почвы для группы характерны от небогатых до обеспеченных солями (олиготрофная ЭЦГ – самые бедные солями) достаточно обеспеченные азотом (олиготрофная ЭЦГ – самые бедные азотом вплоть до безазотных) максимально капиллярно увлажненные слабоаэрированные (олиготрофная ЭЦГ – почвенные аэрофобы); группа характеризуется минимальными показателями терморегима, формируют ее сциогелиофиты и гелиофиты;

– рудеральная ценоморфа отличается от пратантной наибольшими показателями оптимума по почвенному азоту и является, по сути, группой луговых нитрофилов;

– галофильная ценоморфа отличается от луговой наибольшими для флоры показателями переменности почвенного увлажнения (от умеренно до резко переменного), кислотности (нейтральные – щелочные) и солевого режима (слабо – резко засоленные) почв и смещением оптимума омбродрежима к более аридным климатопам, группу формируют облигатные гелиофиты;

– петрофиты, хасмофиты, псаммофиты и кретофиты от степной ценоморфы отличаются более узким (сухостепной – сухолуговой) оптимумом почвенного увлажнения и смещением оптимума азотного режима в зону бедных (безазотным и с наименьшим содержанием азота – псаммофиты и петрофиты) азотом и солями и богатых кальцием почв, при этом кретофиты характеризуются наибольшими для флоры показателями режима кальция (карбонатифилы);

– дезертанты связаны с самыми сухими (минимумы для флоры режимы почвенного и атмосферного увлажнения) и наиболее узким режимом континентальности;

– акванты – наибольшие для флоры показатели влажности (почвенное и атмосферное увлажнение), почвенной аэрации (гипераэрофобы, растущие на субстратах с анаэробным окислением), переменности почвенного увлажнения (почвенные аэрофобы).

Выводы

Эколого-ценотические группы и ценоморфы флоры Оренбургской области, независимо от выбранных классификационных подходов, идентично определяются в пространстве экологических факторов и характеризуют соответствующие им биотопы. Использование фитоиндикационных шкал является адекватным для оценки выделенных групп растений и отражает особенности экологии видов, слагающих эти группы, а также особенности формирования соответствующих этим группам биотопов.

Несмотря на то, что для флоры Оренбургской области степная ценоморфа является зональной и одной из самых многочисленных, она характеризуется широкой ценотической амплитудой, и степанты определяют не только степные, но и специфические сообщества горных, скальных, псаммофильных, карбонатных, галофильных, опушечных лесных и остепненных луговых местообитаний. Необходимость выделения монтанного элемента во флоре Оренбургской области статистически не подтверждается, а

большинство видов горных степей области относятся к степной эколого-ценотической группе.

Сильвантную ценоморфу области образуют бореально-неморальные сциофиты и гелиосциофиты. Сами сильванты формируют четкий биотопический ряд освещенности боровой – бореальной – неморальной ЭЦГ. Группа семиаридных степных лесов не является биотопически специфичной, а представляет собой сборную группу преимущественно лугово-степных и лугово-лесных видов. Нитрофильная группа резко отличается по режиму увлажнения от других лесных, близка к болотным, а не лесным биотопам, и является сборной из видов заболоченных лесов, болотных и луговых гигрофитов. Боровая ЭЦГ характеризуется маленьким сильвантным «ядром» с небольшим числом сателлитов и входит преимущественно в состав пратантной (виды разреженных светлых боров и их опушек) и псаммофильной ценоморфы.

Луговая ценоморфа является самой многочисленной во флоре области и ценотически связана практически со всеми остальными группами, формируя большое число переходных между ними групп. Определяется пратантная ценоморфа преимущественно влажнолуговой флорой и практически совпадает по экологии со свежелуговой ЭЦГ. Сухолуговая ЭЦГ гораздо менее численная, не является экологически специфичной и выделение ее не критическое.

ЭЦГ мезотрофных болот и прибрежно-водная являются практически идентичными по экологии и могут быть объединены в одну палюдантную ценоморфу, но выделение группы олиготрофных болот из палюдантов является обязательным и критически важным, поскольку данная группа является специфической по нескольким ведущим факторам, что подтверждается ее положением в пространстве ведущих экологических факторов.

Исследование экофлоры области показало правильность выделения рудеральной ценоморфы, а сами рудеранты являются устойчивой ценотической группой из луговых нитрофилов.

Ценоморфы и ЭЦГ флоры Оренбургской области формируют ряд гигрогенного замещения, в котором ксерофильные гелиофитные элементы (дезертанты, кретофиты, степанты, псаммофиты, петрофиты и хасмофиты) образуют единую структуру близких по экологии видов с центральным положением степной группы. К этой ксерофильной группе близки ЭЦГ семиаридных степных лесов и сухих лугов. Второй биотопический ряд связан с ростом освещенности в биотопах. При декомпозиции видов на ЭЦГ фактор освещенности меняет свою направленность (рост затенения).

Для эколого-ценотических групп флоры Оренбургской области четко определяются ведущие режимы факторов (по уменьшению значимости): минимум почвенного увлажнения (нарастание сухости), минимум освещенности (затенение), минимум солевого режима почв, почвенная азрация и минимум в почве минерального азота. Выделенные ЭЦГ и ценоморфы однозначно и статистически достоверно связаны с определенными ведущими экологическими факторами и могут быть использованы в качестве фитоиндикаторов соответствующих биотопов и экологических режимов при региональных экологических исследованиях.

Лучшая оценка экофлоры региона реализуется при совместном использовании нескольких систем эколого-ценотических групп одновременно. Кросс-классификация ценоморф и ЭЦГ и их оценка в фитоиндикационных шкалах позволяет уточнять экологию некоторых групп и видов сосудистых растений. При этом установлены методические проблемы использования статистических методов при фитоиндикационной оценке и проблемы «переходных» групп, которые требуют дальнейшего изучения.

Наиболее проблемными при фитоиндикации биотопов Оренбургской области являются древесные породы, которые при статистической оценке могут определяться не как сильванты, а как представители других (луговых и болотных) ценоморф и ЭЦГ. Это связано с тем, что сильвантные виды, произрастая под пологом леса, являются сциофитами или гелиосциофитами, а взрослые особи древесных пород отличаются гораздо большим светолюбием и иными требованиями к эдафическим и климатическим факторам среды, не соответствующим оптимумам сильвантной группы в фитоиндикационных шкалах. В связи с этим возникает методическая проблема оценки древесных пород в экологических шкалах и проблема объединения древесных эдификаторов и видов-ассектаторов в рамках одной ценоморфы, которые требуют дальнейшего исследования.

Список литературы:

1. Чибилёв А.А. Природное наследие Оренбургской области. Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1995. 172 с.
2. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. К.: КГУ, 1950. 263 с.
3. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара: Издательство «Самарский университет», 2006. 311 с.
4. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене. Дніпропетровськ: Ліра, 2012. 296 с.
5. Рябина З.Н., Князев М.С. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 758 с.
6. Назаренко Н.Н., Пасечнюк Е.Ю. Различные методические подходы к классификации эколого-ценотических групп (на примере флоры сосудистых растений Ханты-Мансийского автономного округа – Югра) // Acta Biologica Sibirica. 2019. Т. 5, № 2. С. 119–133.
7. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1 / под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. 479 с.
8. Расширенная система эколого-ценотических групп видов сосудистых растений для бореальной, гемибореальной и умеренной лесных зон Европейской России (2008) [Электронный ресурс] // <https://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg>.
9. Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2006. Т. 111, вып. 2. С. 36–47.
10. Смирнов В.Э. Функциональная классификация растений методами многомерной статистики // Математическая биология и информатика. 2007. Т. 2, № 1. С. 1–17.

11. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.

12. Назаренко Н.Н. Ценоморфы флоры степной зоны Южного Урала (на примере Челябинской области) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Т. 21, вып. 5. С. 1889–1896.

13. Дрогунова М.С., Назаренко Н.Н. Ценоморфы флоры Тамбовской области и фитоиндикация биотопов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2017. Т. 22, вып. 5. С. 780–786.

14. Назаренко Н.Н. Ценоморфы как фитоиндикаторы биотопов // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2016. Вип. 24, Т. 1. С. 8–14.

15. Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М. Эколого-ценотические группы (ценоморфы) А.Л. Бельгарда – Н.М. Матвеева для лесостепи и степи Поволжского региона // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 1 (30). С. 79–84.

16. Терентьев П.В. Применение метода итераций в количественном учете животных // Применение математических методов в биологии. Л.: ЛГУ, 1964. С. 105–110.

Статья подготовлена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» по договору на выполнение НИР от 01.06.2020 г. № 16-293 от 01.06.2020 г. по теме «Техногенные поллютанты в природных экосистемах как фактор активизации когнитивного аспекта социализации студентов в экологических экспедициях».

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Назаренко Назар Николаевич, доктор биологических наук, профессор кафедры химии, экологии и методики обучения химии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: nnazarenko@hotmail.com.</p> <p>Похлебаев Сергей Михайлович, доктор педагогических наук, профессор кафедры общей биологии и физиологии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: istina48@mail.ru.</p> <p>Малаев Александр Владимирович, кандидат географических наук, заведующий кафедрой географии и методики обучения географии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: malaev2@mail.ru.</p> <p>Гретьякова Ирина Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и физиологии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: tretyakovaia@cspu.ru.</p> <p>Ходжаев Асхат Кобланович, студент естественно-технологического факультета; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: drago210@bk.ru.</p>	<p>Nazarenko Nazar Nikolayevich, doctor of biological sciences, professor of Chemistry, Ecology and Chemistry Methodology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: nnazarenko@hotmail.com.</p> <p>Pohlebaev Sergei Mikhailovich, doctor of pedagogical sciences, professor of General Biology and Physiology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: istina48@mail.ru.</p> <p>Malaev Aleksandr Vladimirovich, candidate of geographical sciences, head of Geography and Geography Methodology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: malaev2@mail.ru.</p> <p>Tretyakova Irina Anatolyevna, candidate of biological sciences, associate professor of General Biology and Physiology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: tretyakovaia@cspu.ru.</p> <p>Khodzhayev Askhat Koblanovich, student of Natural Sciences and Technologies Faculty; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: drago210@bk.ru.</p>

Для цитирования:

Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М., Малаев А.В., Гретьякова И.А., Ходжаев А.К. Эколого-ценотические группы флоры сосудистых растений Оренбургской области и фитоиндикация биотопов // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 4. С. 109–120. DOI: 10.17816/snv202094117.