

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ И ФИТОИНДИКАЦИЯ БИОТОПОВ

© 2022

Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М., Малаев А.В., Дерягин В.В., Анухина А.В.
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(г. Челябинск, Российская Федерация)

Аннотация. Для флоры сосудистых растений Южного Зауралья 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. 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 региона. Лучшая оценка экофлоры региона реализуется при совместном использовании нескольких систем эколого-ценотических групп одновременно. Установлены ведущие экологические факторы, определяющие дифференциацию эколого-ценотических групп и критические для формирования конкретных групп в условиях Южного Зауралья. Сильвантную группу в условиях Южного Зауралья формируют бореальные (индикаторы кислых почв) и неморальные сциофиты и гелиосциофиты, при этом неморальная группа должна пониматься как группа теневых лесов на богатых почвах. Боровая группа сильвантов гетерогенная и ценотически слабо выражена. Степная ценоморфа формируется факультативными и облигатными гелиофитами самых сухих биотопов, пратантная ценомофа характеризуется низкой эколого-ценотической специфичностью и определяется преимущественно как влажнолуговая, сухолуговая группа для флоры региона не является специфической. Для Южного Зауралья рекомендуется использование объединенной болотной ценоморфы, но с выделением олиготрофной группы. Статистически обосновано выделение рудеральной ценоморфы – индикаторов богатых азотом биотопов сухолуговых режимов увлажнения. Установлены ведущие режимы факторов для стенотопных групп флоры Южного Зауралья. Для эколого-ценотических групп Южного Зауралья определены биотопические «центры» и ряды биотопического и ценотического замещения, связанные с режимами почвенного увлажнения, аэрацией и солевым режимом почв и освещенностью.

Ключевые слова: ценоморфы А.Л. Бельгарда; эколого-ценотические группы; биотопы; биоэкологический анализ; экоморфический анализ; фитоиндикация; экспертно-статистическая оценка; дискриминантный анализ; абиотические факторы; Южное Зауралье.

ECOLOGICAL AND COENOTIC GROUPS OF SOUTHERN TRANS-URALS VASCULAR PLANTS FLORA AND BIOTOPES PHYTOINDICATION

© 2022

Nazarenko N.N., Pokhlebayev S.M., Malaev A.V., Deryagin V.V., Anukhina A.V.
South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

Abstract. The expert and statistical assessment of ecological and coenotic groups of Southern Trans-Urals vascular plants flora has been done for A.L. Belgard's coenomorphs scheme and scheme of vascular plants flora of temperate forest zone of European Russia. Both suggested schemes of groups give adequate and similar assessment of biotopes. The proposed groups of vascular plants flora are identified in phytometer scales space definitely and can be used for regional assessment of biotopes. The best assessment of ecological flora of region is realized by combined coenomorphs and coenotic group schemes approach at the same time. The authors have established regimes of principal ecological factors that identified differentiation flora by coenotic groups and ultimate for specific groups forming in Southern Trans-Urals habitats. Sylvant coenomorph has been formed by boreal (acidic soils phytometers) and nemoral sciophytes and heliosciophytes, moreover a nemoral group must be understood as a group of shady forests on rich soils. The sylvant pine forest group is heterogeneous and not coenotically specific. The steppe coenotic group has been formed of obligate and facultative heliophytes of mostly dry biotopes, pratal coenomorph is heterogeneous and not coenotically specific and made up of humidity-meadow flora, dry-meadow coenotic group is not specific. For Southern Trans-Urals region it is recommended to use unite paludal coenomorphs but with a separation of coenotic group of oligotrophic bogs. The separation of ruderal coenomorph (phytometers of dry-meadow moistening and rich of nitrogen soils) is confirmed statistically. The authors have established regimes of principal ecological factors for stenotopic ecological and coenotic groups of Southern Trans-Urals region. For coenotic groups of Southern Trans-Urals region the authors have identified biotopical «centres» and biotopic and coenotic series which are associated with moistening, aeration and saline soil conditions and brightness regime.

Keywords: coenomorphs of A.L. Belgard; ecological and coenotic groups; biotopes; bio-ecological analysis; ecomorphs analysis; phytoindication; expert and statistical assessment; discriminant analysis; Southern Trans-Urals region.

Введение

Эколого-ценотические группы сосудистых растений достаточно часто используются в оценке ведущих экологических факторов биотопов [1–6], сукцессионного статуса [7] и классификации растительных сообществ [8]. Обычно такие группы определяются для конкретных регионов на основании исследования региональных флор и встречаемости видов в тех или иных типах местообитания и типах растительных сообществ.

Особый интерес в такого рода исследованиях представляет оценка эколого-ценотических групп флоры Южного Зауралья как одного из наиболее сельскохозяйственно освоенного и густозаселенного региона Западной Сибири, географически охватывающего территории восточной части Челябинской и Свердловской областей, Курганскую область и южную часть Тюменской области, а также сопредельные территории Северного Казахстана [9]. Флора Южного Зауралья не только характеризуется сравнительно молодостью (сформировалась в позднем плейстоцене – голоцене), но также комплексностью формирования в несколько последовательных инвазий, в том числе в связи с активным сельскохозяйственным освоением этой территории с конца XVII по XX век включительно (освоение целинных земель) [9]. В связи с этим оценка эколого-ценотических групп флоры сосудистых растений этого региона является важным для определения характера формирования биотопов и экосистем региона в условиях такого своеобразного и достаточно длительного «плавленного котла» инвазивных флористических элементов.

Также оценка эколого-ценотических групп флоры Южного Зауралья завершает поволжско-южноуральский географический широтный градиент оценок эколого-ценотических групп сосудистых растений Поволжья [10], Оренбуржья [11] и Южного Урала [12; 13] в восточной его части, в том числе восточной части географического ареала Степной зоны (исключая восточно-сибирские степные анклавы).

Цель данного исследования – выделение и оценка эколого-ценотических групп флоры сосудистых растений Южного Зауралья и анализ возможности их использования для фитоиндикации биотопов.

Материалы и методы

При анализе флоры Южного Зауралья использовались две системы эколого-ценотических групп. Система ценоморф А.Л. Бельгарда [1], в настоящий момент несколько расширенная [3; 14], которая для флоры Южного Зауралья включала ценоморфы: внутриводная – акванты (Aq), болотная – палюданты (Pal), луговая – пратанты (Pr), песчаных субстратов – псаммофиты (Ps), сорная – рудеранты (Ru), лесная – сивльванты (Sil), степная – степанты (St) и галофитная (Hal), тундровых биотопов – тундранты (Tu) [6], меловых обнажений – кретофиты (Cr), скальных обнажений – петрофиты (Ptr), горных местообитаний – монтанты (Mont). Система эколого-ценотических групп (ЭЦГ), разработанная для умеренной лесной зоны Европейской России [15–17], в рамках которой лесная, луговая и болотная флоры были детализированы на группы: бореальных темнохвойных лесов (Br), боровую светлохвойных лесов (Pn), Nt – нитрофильную черноольшаников и заболоченных мелколиственных лесов, сухо- (MDr) и свежелуговую (MFr),

олиготрофных (Olg) и мезотрофных (Sw) болот и прибрежно-водную (Wt). В этой системе разработана своя индексация для тундро-арктической (Aa) и аквальной групп (InW). Помимо этого, часть видов в системе ЭЦГ определялись как неморальные широколиственных лесов (Nm), характерных для Европейской России, но не представленных в Зауралье, и степных лесов и кустарниковых ценозов (OX). Данные группы были оставлены в системе, в том числе для оценки адекватности используемого в анализе подхода. Флористические списки выверялись по Н.И. Науменко [9] и П.В. Куликову [18].

Группы оценивались экспертно-статистически [19; 20] с использованием пошагового алгоритма классификации Discriminant Function Analysis пакета Statistica по минимальным и максимальным балльным значениям режимов экологических факторов по унифицированным фитоиндикационным шкалам [21]: 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).

Результаты и обсуждение

В анализе представлено 1601 вид флоры сосудистых растений Южного Зауралья (табл. 1). Исключены виды культивируемые (кроме дичающих), а также виды, не представленные в шкалах по большинству (или по всем) экологическим факторам в связи с их неопределенным фитоиндикационным статусом. Отличия между численностью палюдантной, пратантной и сивльвантной групп и сумм соответствующих ЭЦГ связана с тем, что часть палюдантов была выделена в нитрофильную ЭЦГ, часть пратантов отнесены к лесным ЭЦГ, и наоборот, часть видов луговых ЭЦГ по результатам экспертной оценки попала в сивльванты как виды лесных полей.

По результатам статистической оценки точность классификации на ценоморфы составила 59,1%, а на ЭЦГ – 50,8%, что отвечает точности для изученных регионов России [10–13] и оценке, приведенной в методике экспертно-статистического анализа ЭЦГ флоры Европейской России [15; 19]. Меньшая точность экспертного анализа по ЭЦГ объясняется тем, что как «ошибка» отмечаются переходы между луговыми, лесными и болотными ЭЦГ, исключаются в объединенных соответствующих ценоморфах. Сопоставление результатов экспертной оценки ценоморф и ЭЦГ показало, что для одних и тех же стенотопных групп результаты анализа практически идентичные. По группам видов с более широкими валентностями по экологическим факторам (степанты и рудеранты) результаты отличаются не сильно (порядка 10%).

Независимое использование двух методических подходов для одного флористического списка дает возможность перекрестной классификации наложением двух матриц распределения видов, что особенно ценно для детализированных луговых, лесных и болотных групп (табл. 2). Такое сопоставление сделано и для «ядер» выделяемых групп, которые показывают как объективность выделения группы, так и ее экологическую специфичность. Вид для группы определялся «ядерным», если по результатам дискриминантного анализа вероятность его отнесения к группе составляла 0,6 и выше [9].

Таблица 1 – Результаты классификации видов флоры сосудистых растений Южного Зауралья

Ценоморфа / ЭЦГ	Число видов в анализе	Точность оценки, %	Число видов после анализа	Число «ядерных» видов
St	197	73,5 (76,1)	288 (301)	143 (142)
Pr	261	42,9	270	28
MDr	84	11,9	31	–
MFr	178	43,3	201	19
Sil	408	60,0	346	213
Br	124	54,0	110	69
Nm	49	55,1	67	47
Pn	133	27,8	100	–
Nt	78	37,2	61	20
OX	18	5,6	10	–
Ps	47	21,3 (21,3)	25 (28)	6 (8)
Pal	234	72,6	246	191
Olg	36	83,3	45	43
Sw	152	60,5	156	82
Wt	50	30,0	37	17
Aq (InW)	60	88,3 (85,0)	67 (65)	65 (61)
Ptr	47	17,0 (14,9)	19 (20)	4 (3)
Cr	6	16,7 (16,7)	3 (3)	2 (3)
Mont	8	50,0 (50,0)	14 (14)	9 (9)
Ru	230	59,6 (63,5)	234 (265)	119 (128)
Tu (Aa)	11	54,5 (54,5)	13 (13)	8 (10)
Hal	93	60,2 (58,1)	76 (74)	66 (66)

Примечание. В скобках для одинаковых групп приведены результаты по системе ЭЦГ.

Таблица 2 – Перекрестная классификация видов флоры Южного Зауралья на ценоморфы и ЭЦГ

ЭЦГ	Ценоморфа											
	St	Pr	Sil	Ps	Ru	Pal	Aq	Tu	Ptr	Mont	Cr	Hal
St	284/142	10/–	3/–		1/–				1/–			2/–
MDr	1/–	22/–	8/–									
MFr		160/18	35/1		1/–	5/–						
Br			110/69									
Nm			67/47									
Pn	1/–	35/–	59/–		3/–				2/–			
Nt		3/–	37/15		1/–	20/5						
OX	1/–	6/–	3/–									
Ps		2/–	1/–	24/8	1/–							
Ru		24/–	14/–	1/–	226/128							
Olg		1/1	1/1			40/38	2/2	1/1				
Sw		1/–	4/–			151/82						
Wt		2/1	2/–		1/–	29/14	1/–					2/1
InW						1/–	64/61					
Aa		1/–						12/10				
Ptr		2/–	2/–						19/3			
Mont										14/9		
Cr											3/3	
Hal	1/–	1/–										72/66

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

Аквальная (внутриводная) группа характеризуется самой высокой точностью экспертной оценки, близкой для обеих вариантов. В ценоморфу попали два «ядерных» вида ЭЦГ олиготрофных болот и один переходный вид между внутриводной и прибрежно-водной ЭЦГ. Во внутриводную ЭЦГ попал один «ядерный» палюдант. Группа характеризуется очень высокой экологической специфичностью (практически все виды «ядерные»). В результате статистического анализа из первоначального списка аквантов 7 видов перешло в близкую палюдантную ценоморфу (они же перешли в ЭЦГ олиготрофных и мезотрофных болот – по 2 вида и прибрежно-водную – 3 вида), в ЭЦГ-варианте в олиготрофную группу перешли 4 вида. Пополнилась аквальная ЭЦГ за счет 10 палюдантов (7 из прибрежно-водной ЭЦГ и 3 – мезотрофных болот), 3 аквантов соленых озер, отнесенных предварительно к галофитам, и одного силванта нитрофильной ЭЦГ заболоченных лесов. В ЭЦГ-варианте 13 этих же видов (за исключением 1 прибрежно-водного) перешли во внутриводную группу, к ним еще добавился один вид, который остался в палюдантной ценоморфе. Таким образом, выделение аквальной группы является адекватным, независимо от методики классификации, а некоторые отличия объясняются как аутоэкологией отдельных видов, так и определенной формальностью вероятности включения вида в группу.

Второй по точности экспертной оценки является степная ценоморфа, которая по результатам статистического анализа почти в 1,5 раза увеличила свой состав и характеризуется достаточно высокой экологической специфичностью (половина состава группы – «ядерные» виды). В ценоморфу попало 4 переходных степных вида, по величинам апостериорной вероятности в системе ЭЦГ отнесенные в другие группы (табл. 2). При классификации в системе ЭЦГ численность степной группы больше на 13 видов, фактически, разница в 17 видов переходных ценоморф степно-луговых (10), степных галофитов (2), опушечных степно-лесных (3) и по 1 степному петрофиту и рудеранту. Разница определяется формальным критерием апостериорной вероятности, чуть превышающим вероятность отнесение к степной группе. Из ценоморфы ушло 52 вида, в частности, в луговую (18), рудеральную (18), галофильную (7), псаммофильную (6) и лесную ценоморфы – большинство этих видов также перешли в соответствующие ЭЦГ. Пополнилась ценоморфа за счет 144 видов, лесной (32), луговой (28), рудеральной (28), галофильной (17), псаммофильной (17), а также петрофитной (16) и кретофитной (4) групп. По системе ЭЦГ в степные перешел 151 вид, включая вышеуказанные 144 вида. Таким образом, выделение степной группы также является адекватным, независимо от методики классификации, а отличия объясняются не только аутоэкологией видов и формальностью критерия вероятности, но и более широкой амплитудой группы по факторам среды.

Сходная по точности экспертной оценки со степной палюдантная ценоморфа, к которой относятся практически все (подавляющее большинство «ядерных») виды ЭЦГ прибрежно-водной, олиготрофных

и мезотрофных болот. Общее число палюдантов несколько выше, чем сумма болотных ЭЦГ, за счет включения порядка 40% видов заболоченных лесов, отнесенных к нитрофильной ЭЦГ (включая 5 «ядерных») и формирующих флору болотных «окон» в заболоченных лесах. Ценоморфа несколько увеличила свой состав и характеризуется высокой экологической специфичностью (почти 80% «ядерных» видов). Из ценоморфы по результатам классификации исключено 64 вида: 28 в силванты (17 из них также перешли в лесные ЭЦГ как виды мокрых типов лесов), 11 – в пратанты (8 – в близкую по увлажнению свежелуговую ЭЦГ) 10 в акванты (и во внутриводную ЭЦГ как амфибийные виды), 6 – в рудеранты (переувлажненные нарушенные местообитания, в том числе и по ЭЦГ), 4 – в галофиты (и в ЭЦГ как амфибийные соленых водоемов) – фактически подавляющее большинство переходов идет в близкие по увлажнению группы. В ценоморфу перешло 76 видов: 38 силвантов (преимущественно (28) нитрофитов и 6 видов мокрых бореальных лесов), 23 пратанта (из свежелуговой ЭЦГ) и 7 аквантов, фактически, также из близких по увлажнению групп. Следовательно, классификация палюдантной группы также является адекватной.

Если рассматривать болотные ЭЦГ, то олиготрофная оказалась наиболее устойчивой (в группе осталось 30 видов из 36 экспертных, практически все из которых – «ядерные»). При этом из нее переходы были преимущественно в группы мезотрофных болот и влажнолуговую, а пополнилась группа за счет преимущественно видов мезотрофных болот. ЭЦГ мезотрофных болот, численно практически не изменившись, существенно обновила свой состав – из группы наблюдались переходы практически во все ЭЦГ, но переходов в не палюдантные группы сравнительно немного, пополнилась ЭЦГ примерно на такое же количество видов также за счет практически всех остальных ЭЦГ, но примерно половина – из других палюдантных ЭЦГ. Прибрежно-водная ЭЦГ оказалась наименее устойчивой и наиболее гетерогенной – от экспертной оценки осталось только 15 видов, остальные перешли практически во все ЭЦГ (половина – в палюдантные), а пополнилась группа за счет 22, преимущественно внутриводных видов и видов мезотрофных болот.

Для галофитов, несмотря на практически совпадающую точность оценки и состава ценоморфы и ЭЦГ (совпадение «ядерных» видов 100%), наблюдаются небольшие различия в составе. В частности, два вида в системе ЭЦГ были отнесены к галофитно-степным и к галофитно-прибрежно-водным, в том числе и «ядерный» для прибрежно-водной ЭЦГ *Bolboschoenus planiculmis* (Fr. Schmidt) Egor. Также два вида, отнесенных к галофильной ЭЦГ, в системе ценоморф по вероятности определялись как галофитно-луговой и галофитно-степной. По результатам статистической оценки из галофильной ценоморфы исключено 37 видов: 17 в степанты, 11 – рудеранты, по 3 – пратанты и акванты, по 1 в палюданты, кретофиты и монганты виды. Эти же виды были исключены из галофитов в те же группы и в системе ЭЦГ. Пополнилась галофитная ценоморфа 20 видами (18 опеределелись как галофиты и в системе ЭЦГ) – 7 из

степной, по 4 рудеральной и палюдантной, по 2 псаммофильной и пратантной, 1 петрофитной. Еще 2 вида, перешедших в галофильную ЭЦГ, в системе ценоморф по величине вероятности определяются как галофитно-степной и галофитно-луговой. Следовательно, определение галофитов также является точным и адекватным, независимо от методики классификации.

Сильвантная ценоморфа является наиболее многочисленной и сложной, особенно в рамках системы ЭЦГ. По результатам экспертной оценки она несколько уменьшила свою численность, но при этом все виды, отнесенные экспертной оценкой к бореальной и неморальной ЭЦГ (в том числе «ядерные»), попали в сильванты, как и чуть больше половины видов, отнесенных к боровой, и 60% (в том числе большинство «ядерных») нитрофильной ЭЦГ. «Выпало» из сильвантов 163 вида, в частности, 67 в пратанты (20 из них в системе ЭЦГ оказались в составе боровой группы и еще 14 – переходные борово-влажнолуговые), 38 в палюданты (12 из них в системе ЭЦГ остались в составе нитрофильной группы) и 36 – в степанты. Среди сильвантных видов, не попавших в «лесные» ЭЦГ, значительная часть переходных борово-луговых (как сухо-, так и свеже-), нитрофильно-луговых, нитрофильно-болотных и бореально-луговых. Фактически – это виды, формирующие опушечно-полянны комплексы соответствующих лесов, а также лесные рудеранты – виды нарушенных лесных местообитаний. Пополнилась сильвантная ценоморфа 101 видом, в частности, 49 луговыми (большинство из них также перешли из луговых в лесные ЭЦГ) и 28 болотными (большинство из них также перешли из болотных в лесные ЭЦГ). Таким образом, классификация сильвантной ценоморфы также является адекватной, однако высокая гетерогенность создается за счет видов лесных опушечно-полянны комплексов, не всегда однозначно определяющихся за счет высокой экологической валентности по части факторов.

Детализация по лесным ЭЦГ дает следующую картину. Бореальная ЭЦГ обновила свой состав практически наполовину, при этом половина видов перешла в лесные ЭЦГ: боровую (13), неморальную (14, большинство в «ядерные») и нитрофильную (4), еще 15 видов – в переходные борово-свежелуговые (виды опушечно-полянны комплексов зауральских боров) и 6 видов – болотные. Пополнилась группа 43 видами, преимущественно за счет экспертно отнесенных к боровым (19), нитрофильным (6) и свежелуговым (6). Неморальная ЭЦГ также почти наполовину обновила свой состав: половина переходов была в рудеральную (6) и свежелуговую (5) ЭЦГ – виды нарушенных лесов и лесных опушечно-полянны комплексов – несколько меньше переходов внутри лесных групп: 6 в боровую, 3 – бореальную и 1 – нитрофильную ЭЦГ. Пополнилась ЭЦГ преимущественно за счет других лесных видов. Также неморальная ЭЦГ характеризуется высокой экологической специфичностью и ценотической устойчивостью (70% «ядерных» видов). Нитрофильная группа четко образует две ценотических подгруппы – заболоченных мокрых лесов, и болотных лесных «оконов» с двумя

ценотическими «ядрами» (табл. 2). Боровая ЭЦГ – гетерогенная и ценотически слабо выраженная (в группе нет сильвантного «ядра» и треть группы в системе ценоморф определяется как пратантная). Фактически, можно предполагать, что боры Южного Зауралья значительно трансформированы и не являются ценозами боров, а их флора является совокупностью лесной и луговой флоры без формирования однозначных и четких ценотических боровых связей. Выделение же ЭЦГ степных лесов и кустарниковых ценозов для Южного Зауралья является нецелесообразным, поскольку группа по результатам оценки является сборной из лесо-луговых и боровых опушечных видов.

Отдельно необходимо рассмотреть вопрос главных лесообразующих пород и их оценки в системе ценоморф и ЭЦГ. Так *Abies sibirica* Ledeb, *Picea abies* (L.) Karst., *Picea obovata* Ledeb и *Pinus sibirica* Du Roi однозначно определяются как «ядерные» бореальные сильванты. Как «ядерный» сильвант (бореальный) определяется инвазивный вид *Acer negundo* L., что указывает на характер его натурализации в лесах Южного Зауралья. *Pinus sylvestris* L. и *Populus tremula* L. по результатам статистической оценки определены как переходные лугово-лесные (влажнолугово-боровая и влажнолугово-нитрофильный, соответственно). *Ulmus glabra* Huds., *Ulmus laevis* Pall. и *Acer tataricum* L. – «ядерные» неморальный сильванты, *Betula pendula* Roth – переходный лугово-лесной (свежелугово-боровая), *Betula pubescens* Ehrh. – лугово-болотно-лесной (борово-свежелуговой). *Alnus incana* (L.) Moench определяется как переходный болотный сильвант (мезотрофноболотно-нитрофильный), но из сильвантов в палюдантную группу как «ядерные» попали *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и ольха гибридная пушистая *Alnus × pubescens* Tausch (с вероятностью по сильвантам 0,25), при этом в системе ЭЦГ они определяются как переходные нитрофильно-болотные виды (0,55–0,58 вероятности ЭЦГ мезофильных болот). *Populus nigra* L., *P. alba* L. («ядерный») определяются как рудерально-луговые.

Сходная картина была выявлена и для флоры Оренбургской области [11]. С одной стороны, это может объясняться тем, что подавляющее большинство недревесных сильвантов тенелюбы, а взрослые особи лесообразующих пород – светолюбивы и имеют иные требования к эдафическим и климатическим факторам среды (виды ольхи, например, более гигрофильны). Это и приводит к такой неоднозначности определения в группах. Для тополей отнесение к рудерантам может объясняться типом экологической стратегии (эксплеренты), а для берез – их положением в сукцессионных сериях как лесообразующих пород вторичных лесов и первых стадий сукцессий лесных ценозов, биотопы которых характеризуются более луговыми, чем лесными условиями среды. Наконец, необходимо отметить, что анализ ценотических групп подтверждает теорию географического соответствия леса зональным условиям [22]; в частности, бореальные лесообразующие породы в бореальных и близких к ним условиях четко формируют соответствующее ценотическое бореальное «ядро».

Луговая (пратантная) ценоморфа характеризуется низкой эколого-ценотической специфичностью (очень

мало «ядерных» видов) и более чем наполовину обновила свой состав при низкой точности экспертной оценки – особенно сухолуговая ЭЦГ. Пратантная ценоморфа характеризуется большей численностью, чем сумма луговых ЭЦГ, попавших в состав пратантной ценоморфы. Ее формируют практически все виды сухолуговой ЭЦГ и подавляющее большинство влажнолуговой (в том числе почти все «ядерные»). Большинство пратантных видов нелуговых ЭЦГ – переходные во влажнолуговую. Это указывает на то, что луговая флора Южного Зауралья характеризуется высокой ценотической гетерогенностью, широкой экологической валентностью видов и приурочена преимущественно к влажным биотопам лугового типа, значительно трансформированным. При этом в составе луговой группы определяются ценотические группы, приуроченные к опушечным комплексам преимущественно свежих и влажных боров (см. табл. 2 сопоставление пратантов с боровой ЭЦГ и свежелуговой ЭЦГ с сивлантами), перманентно нарушенных луговых биотопов (рудеральные пратанты), экотон болот и заболоченных лесов и экотон степей (табл. 2). Оценка переходов в пратанты и луговые ЭЦГ и из них показывает их тесную взаимосвязь со всеми ценотическими группами видов сосудистых растений Южного Зауралья, а переходы идут преимущественно по рядам гигрогенного замещения и по ряду смены режима освещенности, а также нарушенности (рудеранты).

Рудеральная ценоморфа во флоре Южного Зауралья характеризуется высоким видовым составом. Это связано с тем, что часть видов, относимых в системе ценоморф и ЭЦГ Европейской России (в ней рудеральная группа вообще изначально не выделялась, поскольку постулируется, что рудеранты маркируют природные нарушения и входят в состав соответствующих ЭЦГ как обитатели специфических микроместообитаний [7]) в Южном Зауралье устойчиво приурочено к антропогенным биотопам. В связи с этим нами рудеранты выделены не только как ценоморфа, но и ЭЦГ. Статистический анализ показал правильность такого подхода. Поскольку, во-первых, примерно половина видов группы для обеих вариантов классификации определились как «ядерные». Во-вторых, подавляющее большинство рудерантов по системе ЭЦГ (в том числе все «ядерные») вошли в состав рудеральной ценоморфы. Расхождения с небольшими группами рудерально-лесных и рудерально-луговых видов (см. табл. 2) описаны выше и, фактически, связаны с величиной формального вероятностного критерия. Оценка переходов в рудеранты и из них также показывает их тесную взаимосвязь практически со всеми ценоморфами и ЭЦГ, что обусловлено крайне широким спектром антропогенных воздействий на все экосистемы региона.

Наконец, стенотопные ценоморфы флоры Южного Зауралья (табл. 2). Кретофиты (виды меловых обнажений) от первоначального состава сохранили 3 вида, одинаково определяемых и являющимися «ядерными» в обеих системах классификации, большинство видов, экспертно отнесенных к кретофитам, в обеих системах перешли в экологически близкую степную группу. Монтанные виды, в том числе «ядер-

ные», полностью совпали в обеих системах классификации. При этом от первоначально состава осталось только 4 вида, а группа выросла в три раза за счет петрофитов, псаммофитов, тундровых и лесных видов. Для псаммофитов численность видов (в том числе и «ядерных») в системе ЭЦГ несколько больше, чем в системе ценоморф, при этом все виды (и «ядерные») псаммофильной ЭЦГ попали в состав соответствующей ценоморфы, а различия связаны с величиной формального критерия вероятности. Группа коренным образом поменяла свой состав (от экспертного осталось 10 видов) – большинство видов перешло в близкие по экологии степную и луговую ценоморфы, а также в рудеранты, пополнилась группа также за счет видов этих же ценоморф. Для петрофитов видовой состав ценоморфы и ЭЦГ несколько не совпадает, однако большинство видов определяются в обеих системах. Группа не является специфической (незначительное число «ядерных» видов) и состоит из переходных, преимущественно степных, лесных и кретофильных петрофитов. Для тундровой группы большинство видов определяются в обеих системах, а «ядерные» виды по ЭЦГ полностью вошли в ценоморфу тундрантов. В тундровую ценоморфу попал «ядерный» вид ЭЦГ олиготрофных болот *Rubus chamaemorus* L. Группа чуть менее, чем наполовину, обновила свой состав за счет переходов в луговую, болотную, бортовую и монтанную, а пополнилась за счет петрофитов, монтанных и луговых видов. Таким образом, для Южного Зауралья статистические методы также адекватно дали оценку узкоспециализированным по экологической нише видам стенотопных ценотических групп.

По результатам дискриминантного анализа пятеркой ведущих экологических факторов являлись (по убыванию) минимальные режимы почвенного увлажнения, содержания солей в почве, освещенности, почвенной аэрации (рост порозности и аэрированности почв) и содержания в почве азота. В системе ЭЦГ в пятерке ведущих отмечены те же факторы, только по почвенной аэрации определяющим являются максимальные величины (снижение порозности и аэрированности).

Дискриминантный анализ с редукцией переменных показал, что наименьшая точность классификации в обеих вариантах анализа наблюдается при исключении режима почвенного увлажнения. Точность классификации степной ценоморфы и ЭЦГ определяется режимом континентальности климата, рудерантов – режимом почвенного азота, галофитов – омброрежимом в обеих вариантах и режимом аэрации почв как ценоморфы и терморегимом, континентальностью и освещенностью – для варианта ЭЦГ; для петрофитов критическим является режим континентальности в обеих вариантах и еще азотный режим как ЭЦГ, точность классификации псаммофитов и кретофитов определяется содержанием в почве кальция, аквальной группы – режимом аэрации, монтанной – переменностью почвенного увлажнения (только в варианте ценоморф) и тундровой – терморегимом для обеих вариантов и еще режимом почвенного увлажнения как ценоморфы. Точность классификации объединенной сивлантной ценоморфы

определяется почвенным увлажнением, ЭЦГ бореальных лесов – еще и аэрацией почв, для других лесных ЭЦГ классификацию определяют режим освещенности для неморальной, освещенность и кислотный режим почв для боровой, азотный режим для нитрофильной и аэрация почв, континентальность и освещенность для ЭЦГ степных лесов и кустарниковых ценозов. Точность классификации объединенной пратантной ценоморфы и сухолуговой ЭЦГ определяется режимом освещенности, а влажнолуговая – почвенным увлажнением. Наконец, точность классификации палюдантной ценоморфы связана с почвенным увлажнением, прибрежно-водной ЭЦГ – еще и его переменностью, а для болотных ЭЦГ ведущими факторами являются режим аэрации почв для группы мезотрофных болот и азотный режим и омброрегим – олиготрофных болот. Таким образом, использование фитоиндикационных шкал является адекватным для оценки выделенных групп растений, отражает особенности экологии видов, слагающих эти группы, и характер формирования режимов ведущих факторов биотопов, характерных для ценологических групп.

Оценка центроидов минимальных и максимальных режимов экологических факторов групп в фитоиндикационных шкалах позволяет дать оценку экологической специфики групп Южного Зауралья и возможности их использования как фитоиндикаторов биотопов. Поскольку центроиды одних и тех же групп, независимо от варианта анализа, определяются абсолютно одинаково, то для ЭЦГ приведены только режимы лесных, луговых и болотных групп (табл. 3).

Биотопы ценоморф и ЭЦГ характеризуются следующими оптимумами ведущих экологических факторов:

– степная группа характеризуется биотопами с режимом почвенного увлажнения в пределах переходного от полупустынного к сухостепному – свежелугового (гигромезофильного), относительно постоянного до достаточно переменного, почв от нейтральных до слабощелочных, богатых солями – слабозасоленных с содержанием карбонатов от незначительного до богатых карбонатами, очень бедных – достаточно обеспеченных азотом, значительно – умеренно аэрированных с умеренным промачиванием корнеобитаемого слоя; как индикаторная группа характеризует самые сухие биотопы с наименее промачиваемыми наиболее аэрированными почвами, а также климатопами с наименьшими режимами атмосферного увлажнения, группу формируют факультативные и облигатные гелиофиты;

– луговая ценоморфа характеризуется биотопами с режимом суховатого луговостепного – сырлугового почвенного увлажнения от слабо до достаточно переменного, почвы слабокислые – слабощелочные, небогатые солями – слабозасоленные со следами карбонатов – обогащенные карбонатами, очень бедные – достаточно обеспеченные азотом, значительно – слабо аэрированные с постоянным капиллярным промачиванием корнеобитаемого слоя; группу формируют сциогелиофиты и гелиофиты; сухолуговая ЭЦГ отличается смещением оптимума почвенного увлажнения к сухостепному – влажнолуговому, кислотности почв – к слабокислым – слабощелочным и обога-

щенным солями – слабозасоленным, расширением верхнего оптимума до богатыми карбонатами почв и климатопами с меньшими режимами атмосферного увлажнения; влажнолуговая – смещением нижнего оптимума почвенного увлажнения к влажноватому лесо-луговому и верхнего оптимума солевого режима к богатым солями незасоленных почв и климатопами с меньшими режимами атмосферного увлажнения в пределах ценоморфы;

– сильвантная ценоморфа характеризуется режимами почвенного увлажнения лугового – сыроресного сравнительно постоянного – неравномерно переменного типов, почвами кислыми – нейтральными, бедными – богатыми солями с незначительным содержанием – богатыми карбонатами, очень бедными – относительно обеспеченными азотом, значительно – слабо аэрированными со стабильным капиллярным увлажнением; группа характеризуется максимальным числом сциофитов и гелиосциофитов; в пределах ценоморфы бореальная ЭЦГ является индикатором кислых бедных солями почв, теневых биотопов, а также наибольшими режимами атмосферного увлажнения, неморальная ЭЦГ – смещением нижнего оптимума почвенного увлажнения к свежеватому, самыми высокими показателями содержания азота в почве и теневыми биотопами, боровая ЭЦГ – смещением нижнего оптимума почвенного увлажнения к суховатому, почвенной аэрации к значительно – умеренно аэрированному и режимом освещенности сциогелиофитов; нитрофильная ЭЦГ – самых влажных (свежих – мокрых) лесов с наименее аэрированными бедными карбонатами и богатыми азотом почвами; ЭЦГ семиаридных степных лесов – самые сухие (ксерофильные – мезофильные) биотопы на значительно аэрированных нейтральных – щелочных богатых солями почвах с термотопами степного типа, факультативные гелиофиты;

– палюдантная ценоморфа связана с влажнолуговыми – болотными эдатопами сравнительно постоянного – неравномерно переменного увлажнения, почвами кислыми – нейтральными, достаточно обеспеченными – богатыми солями, очень бедными – относительно обеспеченными азотом с наименьшим (незначительным) содержанием кальция, слабо или минимально аэрированными, группа сциогелиофитно – гелиофитная; прибрежно-водная ЭЦГ связана с режимом увлажнения от неравномерного до чрезвычайно неравномерного и нейтральными – слабощелочными, обеспеченными – богатыми азотом наименее аэрированными почвами, более теплыми влажными и контрастными климатопами; ЭЦГ олиготрофных болот является индикатором наименьших режимов переменности почвенного увлажнения (постоянное – умеренно неустойчивое), кислотности (очень кислые – слабокислые), солевого режима (очень бедные – небогатые), кальция (отсутствует – следы) и азота (безазотные – бедные азотом) и слабо- и неаэрированных почв, а также смещением терморегима к холодным типам, омброрегима – к более гумидным и одними из самых широких амплитуд континентальности и суровости зим;

– рудеральная ценоморфа отличается от пратантной показателями оптимума по почвенному увлаж-

нению, солевому режиму и кислотности почв сухолуговой ЭЦГ и богатыми азотом почвами (сухолуговые нитрофилы), а также смещением оптимумов термо- и криорежима к более высоким типам;

– галофильная ценоморфа отличается от пратантной максимальными величинами режимов переменности почвенного увлажнения (от неравномерного до резко неравномерного), кислотности (нейтральные – очень щелочные) и солевого режима (обеспеченные солями – засоленные) почв, а также смещением омброрежима к аридным типам, группу составляют факультативные и облигатные гелиофиты;

– петрофиты и псаммофиты отличаются от степной ценоморфы оптимумом почвенного увлажнения близким к сухолуговой ЭЦГ, смещением нижней границы оптимума к кислым и слабокислым (соответственно) типам, меньшим солевым режимом и режимом кальция (особенно псаммофиты) и крайне низким азотным режимом (сравнимым с ЭЦГ олиготрофных болот);

– кретофиты отличаются от степной ценоморфы более узкой амплитудой режима переменности почвенного увлажнения (смещен в сторону почв с высокой порозностью) и содержания солей (смещен к богатым солями почвам), максимальными показателя-

ми режима кальция и облигатными гелиофитами в составе группы;

– тундровая группа отличается от бореальной ЭЦГ низкими показателями солевого (сравнимыми с ЭЦГ олиготрофных болот) и азотного режима (сравним с псаммофитами) почв и смещением омброрежима к наиболее гумидным типам, наименьшими режимами термо- и криоклимата и самой большой амплитудой режима континентальности, группа сформирована факультативными и облигатными гелиофитами;

– монтанная группа сходная по экологии с тундровой, отличаясь от нее более высокими режимами кислотности почв (сравнимый с сивлантным), несколько более высокими режимами содержания солей и азота в почвах и криорежимами сходными со степной ценоморфой, а также максимально высокими показателями омброрежима (самые гумидные в регионе климаты) и самыми низкими режимами континентальности, состоит из факультативных и облигатных гелиофитов;

– акванты – наибольшие для флоры показатели влажности, почвенной аэрации (гипераэрофобы, растущие на субстратах с анаэробным окислением) и азота при минимальных режимах переменности почвенного увлажнения (почвенные аэрофобы).

Таблица 3 – Центриды (минимальное и максимальное значение) ЭЦГ и ценоморф Южного Зауралья в фитоиндикационных шкалах

	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
St	4 12	4 9	7 11	6 12	6 11	3 7	4 7	7 12	8 13	7 15	6 10	7 9
Ru	6 14	5 9	6 11	5 11	5 9	4 9	5 8	6 13	7 16	4 14	5 12	6 9
Hal	7 15	6 10	8 13	9 15	5 9	3 8	5 9	7 12	6 14	6 14	5 11	7 9
Ptr	6 13	3 7	6 11	5 10	6 10	2 7	4 7	6 11	8 15	6 14	5 10	6 9
Ps	5 13	5 9	5 11	5 11	5 9	2 6	4 7	6 12	8 14	6 15	5 11	7 9
Sil	8 16	4 8	5 10	4 9	4 9	3 8	5 9	5 11	9 16	4 14	4 11	4 8
Br	9 16	3 7	4 9	3 9	4 9	3 8	5 9	4 11	10 16	4 15	3 11	4 7
Nm	8 15	4 7	6 10	4 9	5 9	4 9	5 9	5 12	9 15	4 13	6 11	4 7
Pn	7 15	4 8	5 10	4 10	5 9	3 7	4 8	5 11	9 16	5 14	4 11	5 8
Nt	10 18	3 8	5 10	4 9	4 8	4 9	7 11	5 12	9 16	3 15	4 11	4 8
OX	6 14	4 8	7 11	5 10	7 11	3 8	4 7	7 12	9 14	5 14	5 11	6 9
Pr	7 16	5 9	5 10	4 11	5 9	3 8	5 9	5 12	8 16	4 14	4 11	6 9
MFr	8 16	5 9	5 10	4 10	5 9	3 8	5 9	5 12	9 16	3 14	4 11	6 9
MDr	6 14	5 9	6 11	5 11	5 10	3 8	4 8	5 11	8 15	5 14	5 11	6 9
Pal	12 19	4 8	5 9	4 10	3 7	3 8	8 12	4 11	9 16	3 14	4 11	6 9
Wt	12 19	5 9	6 11	4 11	3 7	4 9	7 11	5 12	7 16	4 15	4 11	6 9
Sw	12 19	4 8	5 10	4 10	4 7	3 8	8 12	4 11	9 16	3 14	4 11	6 9
Olg	12 19	2 5	2 7	2 6	2 5	1 5	9 13	3 9	10 16	3 15	2 11	6 9
Tu/Aa	8 16	4 7	4 9	2 8	4 8	2 6	4 8	2 8	11 17	4 16	2 9	6 9
Mont	8 16	3 7	6 10	3 8	4 9	3 7	4 8	3 9	12 18	2 12	5 10	7 9
Cr	4 12	4 7	8 13	8 12	9 12	2 7	4 7	7 11	8 13	8 15	6 10	8 9
Aq/InW	18 22	2 7	6 11	6 11	4 8	4 9	12 15	4 12	6 16	3 15	3 12	6 8

Таким образом, выделенные ценоморфы и ЭЦГ отличаются экологической специфичностью и адекватностью определенных режимов ведущих экологических факторов как биотопам Южного Зауралья, так и экологии самих групп. Необходимо отметить, что выделенная неморальная лесная ЭЦГ для флоры Южного Зауралья в связи с отсутствием лесов неморального типа, может быть определена как силвантная свежеватых – сырых лесов на богатых азотом почвах лесов теневой экологической структуры.

Ординация ценоморф и ЭЦГ флоры Южного Зауралья выполнялась в пространстве квадрата расстояния Махаланобиса (рис. 1) с визуализацией методом максимального корреляционного пути [23] и в пространстве первых двух дискриминантных функций (рис. 2).

Во-первых, и в системе ценоморф, и ЭЦГ четко определяется тундрово-монтажный биотопический «центр» (рис. 1). Во-вторых, центральное положение в системе ценоморф Южного Зауралья занимают пратанты, которые наиболее тесно связаны с силвантной и рудеральной ценоморфами. Указанные ценоморфы образуют второй биотопический «центр» флоры региона. Наконец, третий биотопический «центр» образуют степная и тесно связанные с ними псаммофильная, петрофильная и кретофитная ценоморфы. Га-

лофиты и палюдантно-аквальный ряд образуют отдельные группы, достаточно слабо связанные со степным и пратантными «центрами», соответственно.

В системе ЭЦГ (рис. 1: Б) ситуация выражена менее четко. Во-первых, в болотно-водный ряд включены нитрофильные силванты, которые более тесно связаны с влажнолуговой ЭЦГ, а не с лесным (в частности, бореальной). Во-вторых, биотопический «центр» определяет сухолуговая ЭЦГ, с которой тесно связаны все остальные не лесные группы, а также лесная боровая ЭЦГ. Фактически, силванты, с одной стороны, формируют бореально-неморальный «центр», с другой – распадаются в связи с режимом увлажнения и освещенности, формируя переходы по соответствующим рядам биотопического замещения. Наконец, в системе ЭЦГ не определяется степной биотопический «центр» со связанными с ними группами. Таким образом, система ценоморф позволяет более точно давать описание различий и специфики биотопов Южного Зауралья, а использование системы ЭЦГ позволяет лучше выявлять ценотические и экологические связи между биотопами.

Ординация ЭЦГ и ценоморф в пространстве первых двух ведущих дискриминантных функций (рис. 2) дает возможность определить ведущие ряды биотопического и ценотического замещения в регионе.

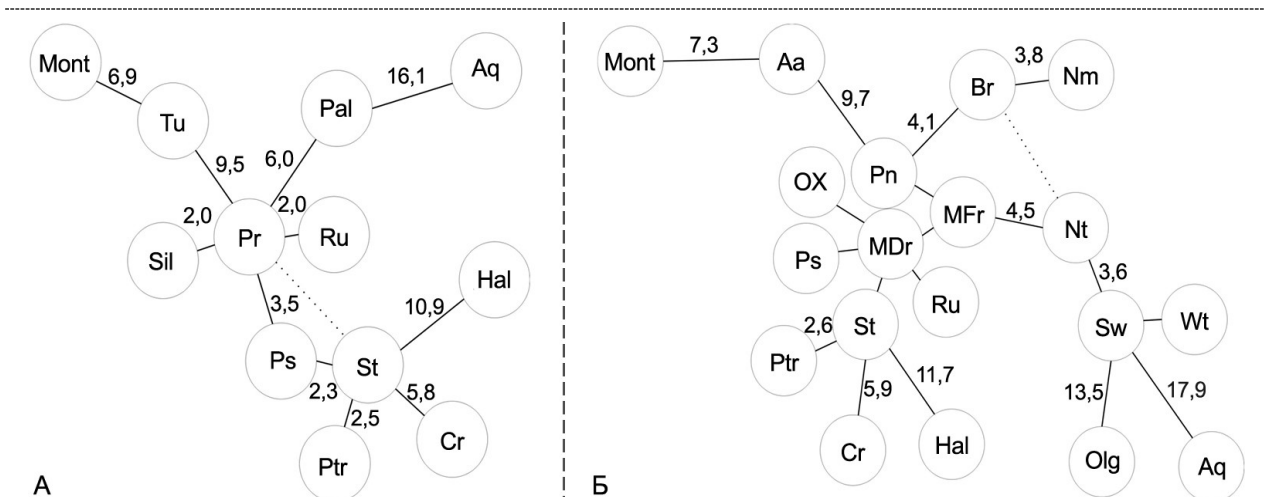


Рисунок 1 – Дендрограмма распределения ценоморф (А) и ЭЦГ (Б) Южного Зауралья в факторном пространстве по матрице квадрата расстояния Махаланобиса (показаны на дендрограмме)

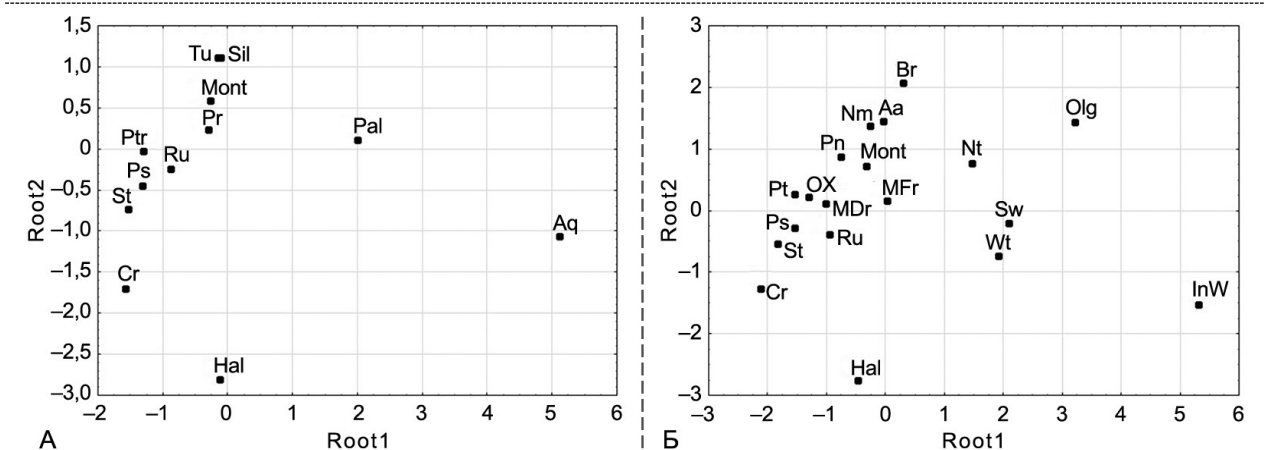


Рисунок 2 – Ординация ценоморф (А) и ЭЦГ (Б) Южного Зауралья в пространстве первых дискриминантных функций (Root1 и Root2)

В системе ценоморф (рис. 2: А) четко определяется ряд эколого-ценотического замещения, связанный с почвенным увлажнением и аэрацией (Root1) и солевым режимом и освещенностью (Root2), идущий от кретофитов через степанты и пратанты, и связанные с ними ценоморфы до лесных и тундровых видов. Галофиты, палюданты и акванты образуют отдельные по экологии и биотопической приуроченности группы. В системе ЭЦГ (рис. 2: Б) ряд более детализирован, в частности, более четко в ряду определяются по экологии неморальная и бореальная лесные группы, влажнолуговая ЭЦГ определяется как переходная к детализированному болотному ряду, в который также включается лесная нитрофильная ЭЦГ.

Выводы

Системы эколого-ценотических групп и ценоморф, разработанные для других регионов, являются адекватными для оценки флоры и биотопов Южного Зауралья. Сходные ценотические группы идентично и адекватно определяются в пространстве экологических факторов и характеризуют соответствующие им биотопы независимо от выбранного подхода. 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 Южного Зауралья. Некоторые отличия в отнесении видов к той или иной группе связаны с формальностью критерия вероятности включения вида в группу, что не является обоснованием неадекватности выделения групп или методики их оценки.

Для эколого-ценотических групп флоры Южного Зауралья ведущими режимами факторов являются: минимумы почвенного увлажнения, содержания солей в почве, освещенности и содержания в почве азота, а также режим почвенной аэрации (уменьшение или рост в зависимости от выбранной системы классификации). Для Южного Зауралья установлены ведущие и критические экологические факторы, определяющие группировку видов в ценоморфы и ЭЦГ.

Сильвантная ценоморфа является наиболее многочисленной во флоре Южного Зауралья, ядро которой формируют бореальная, неморальная и, частично, нитрофильная ЭЦГ. Сильванты боров являются гетерогенной и ценотически слабо выраженной группой, что, возможно, связано со значительной трансформацией зауральских боров. Выделение группы степных лесов и кустарниковых ценозов для Южного Зауралья не является критическим. Ценоморфа сильвантов формируется как группа сциофитов и гелиосциофитов. Бореальная ЭЦГ также является индикатором кислых бедных солями почв. Неморальная ЭЦГ для Южного Зауралья в виду отсутствия широколиственных лесов неморального типа должна пониматься как группа теневых лесов на богатых (в первую очередь азотом) почвах, преимущественно ксеромезофильного и мезофильного увлажнения. Нитрофильная ЭЦГ – индикатор мокрых лесов с богатыми азотом почвами.

Бореальные лесообразующие породы в фитоиндикационных шкалах однозначно определяются как

бореальные сильванты, экстразональные для Южного Зауралья лесообразующие породы также определяются преимущественно как сильванты. Это подтверждает теорию географического и экологического соответствия леса зональным условиям А.Л. Бельгарда. Азональные породы при статистической оценке могут определяться не как сильванты, а как представители «переходных» лесных групп к луговым и болотным. Это связано с их географическим несоответствием лесорастительным условиям и с тем, что взрослые особи древесных пород отличаются гораздо большим светолубием и иными требованиями к эдафическим и климатическим факторам среды, не отвечающими оптимумам сильвантной группы в фитоиндикационных шкалах, а также с типом экологической стратегии и доминированием на первых стадиях сукцессионных серий лесных ценозов. В связи с этим требует дополнительного изучения методическая проблема оценки древесных пород в экологических шкалах и проблема объединения древесных эдификаторов и ассектаторов в рамках одной ценоморфы.

Вторая по численности для Южного Зауралья степная ценоморфа формируется факультативными и облигатными гелиофитами самых сухих биотопов с наименее промачиваемыми наиболее аэрированными почвами, а также климатопами с наименьшими режимами атмосферного увлажнения. Тесно с ней связаны ценоморфы петрофитов (индикаторы суховатых кислых бедных кальцием и азотом биотопов), псаммофитов (индикаторы суховатых слабокислых бедных кальцием и азотом биотопов) и кретофитов (значительно аэрированные богатые солями почвы с максимальным содержанием кальция, облигатные гелиофиты).

Третья по численности для Южного Зауралья пратантная ценоморфа характеризуется низкой эколого-ценотической специфичностью, высокой гетерогенностью, широкой экологической валентностью видов и приурочена преимущественно к влажным биотопам лугового типа и опушечно-полянному комплексам свежих и влажных лесов (в первую очередь боров). Ценоморфа ценотически связана практически со всеми остальными группами, формируя большое число переходных между ними групп. Наименее ценотически выражена сухолуговая ЭЦГ, выделение которой не является критическим.

Палюдантную ценоморфу формируют практически все виды ЭЦГ прибрежно-водной, олиготрофных и мезотрофных болот, а также виды «окоп» в заболоченных лесах нитрофильной ЭЦГ. Выделение прибрежно-водной ЭЦГ является не критическим, поскольку она наименее устойчива и гетерогенна, а по экологии отличается от ЭЦГ мезотрофных болот только смещением оптимума к наименее аэрированным вариантам переувлажненных биотопов с наибольшей переменностью увлажнения. Наиболее устойчивой и экологически специфической группой палюдантов является ЭЦГ олиготрофных болот, связанная с переувлажненными биотопами наименьших режимов переменности почвенного увлажнения кислых очень бедных солями и азотом безкальциевых слабо- и неаэрированных почв и одними из самых холодных климатопов.

Высоким видовым составом во флоре Южного Зауралья характеризуется рудеральная ценоморфа. Статистический анализ показал обоснованность ее выделения для обеих вариантов анализа. При этом около половины состава группы – «классические» рудеранты антропогенных биотопов, а остальные приурочены к антропогенно нарушенным биотопам. С точки зрения аутоэкологии рудеранты Южного Зауралья являются сухолуговыми нитрофилами сравнительно теплых климатов, что и обуславливает их широкую представленность во флоре городских и сельских поселений и сорной растительности сельскохозяйственных угодий.

Высокой экологической специфичностью характеризуется галофильная ценоморфа, состоящая из факультативных и облигатных гелиофитов, индикаторов наиболее засоленных щелочных почв с самой высокой для региона переменностью увлажнения самых аридных для региона климатов.

Две малочисленные стенотопные группы – тундровая и монтанная – формируют отдельный биотопический «центр» из факультативных и облигатных гелиофитов наиболее гумидных климатов региона со сравнительно бедными эдафотопами. Ценоморфы различаются между собой по режимам трофности и кислотности почв.

Водная (аквантная) ценоморфа связана с наибольшими показателями влажности, почвенной аэрации и азота и является группой эдафическими аэрофобов.

Ценоморфы и ЭЦГ флоры Южного Зауралья формируют четкие ряды биотопического и ценоценологического замещения, связанные с режимами почвенного увлажнения, аэрацией и солевым режимом почв и освещенностью с формированием степного, пратантно-борового, тундрово-монтанного бореально-неморального силвантного и палюдантно-нитрофильного биотопических центров.

Лучшая оценка экофлоры реализуется при совместном использовании нескольких систем эколого-ценотических групп одновременно, которая позволяет уточнять экологию некоторых групп и видов сосудистых растений.

Список литературы:

1. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ, 1950. 263 с.
2. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. Брянск: Изд-во Брян. гос. пед. ун-та, 1996. 104 с.
3. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособие. Самара: Издательство «Самарский университет», 2006. 311 с.
4. Matveev N.M. Methodology of using the floristic structure of afforestation for characterization of biotopes in the steppe zone // *Biology Bulletin of Russian Academy of Sciences*. 2012. Vol. 39, № 10. P. 794–799. DOI: 10.1134/S1062359012100020.
5. Крышень А.М., Гнатюк Е.П., Геникова Н.В., Рыжкова Н.И. Сравнительный анализ эколого-ценотических групп в структуре парциальных флор антропогенно фрагментированной территории // *Ботанический журнал*. 2016. Т. 10, № 5. С. 489–516. DOI: 10.1134/S0006813616050021.
6. Lebedeva M.V., Yamalov S.M., Korolyuk A.Y. Ecological cenotic groups of species in Bashkir Trans-Ural

steppes in relation to key ecological factors // *Contemporary Problems of Ecology*. 2017. Vol 10, № 5. P. 455–463. DOI: 10.1134/S1995425517050079.

7. Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Оценка и прогноз сукцессионных процессов в лесных ценозах на основе демографических методов // *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 2001. Т. 106, вып. 5. С. 25–33.

8. Евстигнеев О.И., Горнова М.В. Ельники высоко-травные – климаксные сообщества на низинных болотах Брянского полесья // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2017. Vol. 2, № 3. DOI: 10.21685/2500-0578-2017-3-3.

9. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья: монография. Курган: Курганский государственный университет, 2008. 512 с.

10. 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. DOI: 10.17816/snvt202091112.

11. Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М., Малаев А.В., Третьякова 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/snvt202094117.

12. Назаренко Н.Н. Эколого-ценотические группы флоры Южного Урала // *Экология в средней и высшей школе: синтез науки и образования: мат-лы IV всерос. науч.-практ. конф. (Челябинск, 18–19 февраля 2016 г.)*. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2016. С. 89–94.

13. 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. DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-5-1889-1896.

14. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге, доп. та вип. Дніпропетровськ: Ліра, 2012. 296 с.

15. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1 / под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. 479 с.

16. Расширенная система эколого-ценотических групп видов сосудистых растений для бореальной, гемибореальной и умеренной лесных зон Европейской России [Электронный ресурс] // Институт математических проблем биологии РАН. <https://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg>.

17. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России» (2004) [Электронный ресурс] // Институт математических проблем биологии РАН. <https://www.impb.ru/eco>.

18. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург–Миасс: Геотур, 2005. 537 с.

19. 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 Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 2006. Т. 111, вып. 2. С. 36–47.

20. Смирнов В.Э. Функциональная классификация растений методами многомерной статистики // *Математическая биология и биоинформатика*. 2007. Т. 2, № 1. С. 1–17.

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

22. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 321 с.

23. Терентьев П.В. Применение метода итераций в количественном учете животных // Применение математических методов в биологии: сб. третий. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1964. С. 105–110.

Статья подготовлена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» по договору на выполнение НИР от 28.04.2022 г. № МК-04-2022/76 по теме «Алгоритмизация студенческой учебно-исследовательской деятельности во время проведения полевых практик естественнонаучного цикла».

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>Дерягин Владимир Владиславович, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и методики обучения географии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: vderyagin@mail.ru.</p> <p>Анухина Анастасия Витальевна, студент естественно-технологического факультета; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: anukhinaanastasia@gmail.com.</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>Pokhlebayev Sergey 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>Deryagin Vladimir Vladislavovich, candidate of geographical sciences, associate professor of Geography and Geography Methodology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: vderyagin@mail.ru.</p> <p>Anukhina Anastasia Vitalyevna, student of Natural Sciences and Technologies Faculty; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: anukhinaanastasia@gmail.com.</p>

Для цитирования:

Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М., Малаев А.В., Дерягин В.В., Анухина А.В. Эколого-ценотические группы флоры сосудистых растений Южного Зауралья и фитоиндикация биотопов // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 2. С. 85–96. DOI: 10.55355/snv2022112112.