

УДК 574.21
DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-5-1889-1896

ЦЕНОМОРФЫ ФЛОРЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

© Н.Н. Назаренко

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
E-mail: nnazarenko@hotmail.com

Рассмотрена система ценоморф видов сосудистых растений А.Л. Бельгарда как индикаторов биотопов. Оценка индикативной ценности ценоморф выполнялась для 813 видов сосудистых растений флоры Челябинской области. Использованы унифицированные фитоиндикационные шкалы по 12 экологическим факторам. Дискриминантный анализ показал высокую точность классификации – большая часть ценоморф достаточно точно определяется в шкалах. Наименее гомогенной была петрофильная ценоморфа. Ведущими факторами классификации видов на ценоморфы являются (по убыванию значимости): максимальная освещенность – бедность почвенного раствора солями – высокая порозность почвы – режим почвенного увлажнения (минимальные и максимальные показатели). Ординация ценоморф определяет ряды биотопического и ценотического замещения: почвенного увлажнения, освещенности и солевого режима. Указанные ряды соответствуют зональным факторам распределения биотопов. Определены интервалы оптимумов ценоморф в фитоиндикационных шкалах, характеризующие ценоморфы как фитоиндикаторы биотопов. Анализ апостериорных вероятностей отнесения видов к ценоморфам указывает на обоснованность выделения переходных ценоморф.

Ключевые слова: эколого-ценотические группы; ценоморфы; фитоиндикация биотопов

ВВЕДЕНИЕ

Ценоморфы – эколого-ценотические группы, рассматриваемые с точки зрения адаптации вида к фитоценозу в целом [1]. Система ценоморф была разработана А.Л. Бельгардом для юго-востока Украины и успешно применяется при анализе экофлоры и экологической структуры растительных сообществ степной зоны Украины [2] и российского степного Поволжья [3].

Современная рабочая схема ценоморф включает в себя следующие базовые эколого-ценотические группы [2]: Aq – акванты, виды водных ценозов; Chs – хасмофиты, виды щебнистых осыпей; Cr – кретофиты, виды меловых обнажений; Ds – дезертанты, полупустынные и пустынные виды; Hal – галофиты, виды засоленных биотопов; Ptr – петрофиты, виды скальных обнажений; Lit – литоранты, виды морских побережий; Mont – монтанты, виды горных местообитаний; Pal – палюданты, виды прибрежно-водных и болотных местообитаний; Pr – пратанты, луговые виды; Ps – псаммофиты, виды песчаных ценозов; Sil – сивланты, лесные виды; St – степанты, степные виды. Помимо этого выделяется ценоморфа сорных растений рудерантов (Ru) как система адаптаций видов к различным агроценозам и нарушенных хозяйственной деятельностью человека природных экосистем, а также культивируемые дичающие виды (Cu).

Фитоценоз формируется в определенном биотопе как результат адаптации к комплексу экологических факторов; таким образом, ценоморфы отражают также и приспособления как к отдельным факторам среды, так и их комплексам, определяющим ценоз. Нами была проведена проверка этого положения на примере фло-

ры Украины и Крыма, а также лиственных лесов степной зоны Украины [4–7].

Задачей данной работы является оценка возможности и адекватности применения системы ценоморф А.Л. Бельгарда в условиях степной зоны Южного Урала на примере степной флоры Челябинской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа характера распределения видов по ценоморфам в зависимости от экологических факторов использовался метод экспертно-статистической оценки, алгоритм которой разработан для лесной зоны Европейской России [8–9]. Виды сводились в единую базу данных. Для каждого вида ценоморфа определялась на основе анализа встречаемости в различных типах фитоценозов (согласно рабочей системе ценоморф, предложенной для флоры степей Украины [2; 7]). Также для видов в базе указывались показатели их оценок в фитоиндикационных шкалах. В работе использовались унифицированные шкалы [10], которые соответствуют шкалам Цыганова [11] для режимов термо- (Tm) и криоклимата (Cr), почвенного увлажнения (Hd), солевого (Tr, Sl), азотного (Nt) режимов и переменности увлажнения (H), а также с небольшой детализацией соответствуют балльные оценки кислотного режима (Rc), континентальности (Kn) и омброрежима (Om). Шкала освещенности (Lc) также является шкалой освещенности Цыганова [11] с отсчетом от теневых местообитаний к освещенным. Шкала аэрации (Ae) соответствует одноименной шкале Л.Г. Раменского с небольшой детализацией. Принятые шкалы являются интервальными, поэтому для анализа были ис-

пользованы минимальное и максимальное балльные значения в каждой из шкал.

Дискриминантный анализ в рамках статистической оценки выполнялся по алгоритму Discriminant Function Analysis (DFA) статистического пакета Statistica v.10. Процедура классификации была итерационной.

Данная классификация является предварительной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно одной из последних флористических сводок, флора степной зоны Челябинской области насчитывает 1027 видов сосудистых растений [12]. При этом для части видов показатели в фитоиндикационных шкалах отсутствуют, а для части – представлены только по некоторым экологическим факторам. Таким образом, в анализе использовались 813 видов флоры (79 %). Наиболее проблемными группами, требующими дополнительных исследований с целью определения их положения в фитоиндикационных шкалах (табл. 1), являются галофиты и петрофиты (не представлено в шкалах порядка половины видов), а также степная (не представлено в шкалах около 20 % видов).

Точность экспертной классификации флоры на ценоморфы составляет 65,2 % (при последующих итерациях – 97,0 %). Отсутствие абсолютной точности указывает на объективное существование так называемых переходных ценоморф, характерных для различного типа экотон.

Наиболее проблемной в плане точности экспертной оценки является группа петрофильных видов (это же характерно для ценоморф флоры Украины и Крыма [7]), требующая дополнительных исследований. Также низкий уровень точности экспертной классификации характерен для малочисленной группы кретофитов и псаммофитов. Группа культурных и дичающих видов полностью исчезла, а виды перешли преимущественно в степную ценоморфу, что указывает на особенности натурализации дичающих видов в пределах природной зоны. Достаточно многочисленная группа рудерантов сохранилась, что подтверждает правильность выделения этой ценоморфы [4–7] и объективность существования рудеральных ценозов в растительности зоны

[12]. Наиболее точно экспертно были определены хасмофиты, водные и водно-болотные виды, а также зональная ценоморфа степных видов.

Некоторые ценоморфы после анализа увеличили численный состав, что связано с переходом видов между группами. Особенно характерно это для степной ценоморфы, размер которой увеличился более чем в полтора раза. Это связано с тем, что анализируется флора конкретной природной зоны, в результате чего виды с достаточно широкой амплитудой толерантности по лимитирующим для этой зоны факторам тяготеют к зональным местообитаниям и наиболее многочисленным зональным экологическим группам. Это явление, с одной стороны, ограничивает объективность статистической классификации, но с другой – обосновывает необходимость выделения эколого-ценотических групп исключительно в пределах конкретных природных зон.

Для оценки устойчивости выделенных экспертных групп определялись «ядерные» виды – апостериорная вероятность отнесения к экспертно выделенной группе для них составляла 0,6 и выше [8]. Наиболее устойчивыми являются ценоморфы водных, болотных и степных групп, для которых характерны наибольшие доли «ядерных» видов, определенных при экспертной оценке. Наиболее гетерогенными являются ценоморфы луговая и лесная, для которых число «ядерных» видов составляло около 30 % от экспертной оценки. Также необходимо отметить, что для экологически специфичных ценоморф степной зоны (сильвантов, галофитов, аквантов и хасмофитов) число «ядерных» видов сопоставимо с числом видов в группах, выделенных по результатам оценки апостериорных вероятностей (табл. 1).

При уточнении видового состава ценоморф были характерны такие переходы видов между группами: водные виды – исключительно в болотную группу; галофиты – преимущественно в степную и сорную; болотные – преимущественно в луговую; луговые – преимущественно в степную и в меньшей степени в болотную и сорную; петрофиты – преимущественно в степную; рудеранты – преимущественно в степную и в меньшей степени в луговую; лесные – в степную и луговую и в меньшей степени в болотную. Для видов

Таблица 1

Характеристика ценоморф флоры степи Челябинской области

Ценоморфа	Число видов				
	в базе	в анализе	точно оцененных, %	после анализа	«ядерных»
Aq	34	32	87,5	33	28
Chs	2	2	100,0	2	2
Cr	4	4	25,0	3	1
Cul	15	5	–	–	–
Hal	96	56	67,9	43	35
Pal	118	110	80,0	120	83
Pr	137	119	46,2	129	36
Ps	13	12	50,0	8	3
Ptr	86	38	37,5	17	9
Ru	143	121	66,1	104	65
Sil	148	132	53,8	57	48
St	231	182	80,8	297	120
Итого	1027	813	65,2	813	–

степной ценоморфы характерна наименьшая доля перехода видов в другие ценоморфы (преимущественно в луговую и сорную). Следовательно, характер переходов видов между группами определяется исключительно зональными особенностями выбранного района исследования и отвечает как экологии изученных видов, так и экологическим особенностям территории. Для остальных ценоморф переходы сравнительно небольшие и преимущественная группа не выделяется.

Также необходимо отметить проблемы использования шкал для оценки характера распределения видов на ценоморфы, что проявляется преимущественно для древесно-кустарниковых видов. Например, силвантные виды *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *B. pubescens* Ehrh., *Populus tremula* L. и *Padus avium* Mill. классифицируются по величинам апостериорной вероятности как луговые, *Populus alba* L. и *P. nigra* L. – как рудеральный и лугово-рудеральный. С одной стороны, это связано с необходимостью учитывать в классификации ценометрические факторы [8–9], с другой – необходимо уточнение положения этих видов в фитоиндикационных шкалах, поскольку силванты и пратанты в рамках предлагаемого экспертно-статистического подхода резко отличаются исключительно по фактору освещенности (табл. 2), либо это связано с произрастанием в географически несоответствующих условиях на границе ареала. Также необходимо отметить, что такой вид, как *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. попадает в болот-

ную группу, а *Ulmus pumila* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Amygdalus nana* L., *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron., *Caragana frutex* (L.) C. Koch и *Rhamnus cathartica* L. – в степную. В связи с этим выделение в качестве отдельных эколого-ценотических групп нитрофильной (ольшаников) и ксерофильно-дубравной [13], вероятно, является обоснованным.

По результатам классификации было выделено 36 видов, относящихся к переходным ценоморфам: лугово-степные (8 видов) лугово-степные сорные (5 видов); лугово-лесные (полянно-опушечные) и сорно-степные (по 5 видов); болотно-луговые (3 вида); сорно-луговые, болотно-лесные и галофильно-болотные (берегов засоленных озер и переувлажненных понижений засоленных почв) – по 2 вида; по 1 виду сорно-лесному, галофильно-степному, лесо-степному и петрофильно-галофитному. Определенные переходные ценоморфы соответствуют характеру растительности и связаны преимущественно с существующими природными экотонами.

При дискриминантном анализе ценоморф в пространстве фитоиндикационных шкал практически все переменные оказались статистически значимыми для классификации. Ведущими факторами классификации являются (по убыванию): максимальная освещенность – минимальный солевой режим (бедность почвенного раствора солями) – минимальный режим почвенной

Таблица 2

Положение ценоморф в фитоиндикационных шкалах

Фактор	Ценоморфа										
	St	Ru	Hal	Ptr	Ps	Sil	Pr	Pal	Aq	Cr	Chs
Почвенное увлажнение	5	6	8	4	5	8	8	12	18	3	5
	13	15	16	11	13	16	17	19	22	10	13
Переменность увлажнения почвы	4	4	7	4	6	3	5	4	2	4	2
	9	9	10	7	10	7	9	8	6	9	5
Кислотность почвы	6	6	9	7	4	5	5	5	7	6	2
	11	11	13	12	10	10	10	10	11	10	7
Солевой режим почвы	5	5	11	7	4	3	4	4	6	3	3
	12	12	16	12	10	9	11	11	12	7	7
Содержание в почве кальция	6	4	5	10	3	4	4	3	4	8	1
	11	9	9	13	8	9	8	7	8	12	5
Азотный режим почвы	2	5	3	2	1	3	4	4	5	1	2
	7	9	8	6	5	8	9	8	9	5	6
Режим почвенной аэрации	4	5	5	4	3	5	5	9	12	3	3
	7	8	10	7	7	9	9	12	15	7	6
Терморегим	6	5	7	6	5	5	4	4	4	8	4
	12	13	12	10	11	12	12	12	13	12	11
Омброрегим	8	5	6	7	7	9	8	9	5	5	8
	14	17	13	13	14	16	16	16	16	12	18
Континентальность	6	3	6	8	8	3	3	3	3	9	2
	15	14	14	16	16	15	15	15	15	15	17
Криорегим	5	5	5	6	3	4	3	3	3	7	4
	11	13	11	10	11	12	11	12	13	11	11
Освещенность	7	7	8	8	7	3	6	6	6	7	6
	9	9	9	9	9	7	9	9	8	9	9

Примечание: в таблице по каждому фактору в верхней строке и нижней, соответственно, минимальное и максимальное значения оптимума ценоморф.

Точность классификации при исключении фактора, %

Фактор	Ценоморфа										
	St	Ru	Hal	Ptr	Ps	Pr	Pal	Sil	Aq	Cr	Chs
hd	96,6	89,6	90,9	100,0	100,0	87,3	92,6	74,6	97,0	100,0	100,0
fh	97,9	92,5	93,2	75,0	100,0	92,9	97,5	77,8	100,0	100,0	100,0
rc	99,7	97,2	95,5	100,0	75,0	96,0	99,2	74,6	100,0	100,0	100,0
sl	98,6	96,2	79,5	81,3	100,0	89,7	97,5	74,6	100,0	100,0	100,0
Ca	96,2	92,5	95,5	62,5	75,0	88,9	96,7	77,8	100,0	100,0	100,0
nt	97,6	85,8	95,5	100,0	75,0	91,3	98,3	71,4	100,0	100,0	100,0
ae	97,6	93,4	93,2	100,0	100,0	85,7	86,8	76,2	93,9	100,0	100,0
tm	98,3	96,2	93,2	75,0	100,0	95,2	100,0	71,4	100,0	100,0	100,0
om	98,6	91,5	95,5	87,5	100,0	95,2	99,2	76,2	100,0	100,0	100,0
Kn	98,3	89,6	93,2	100,0	87,5	94,4	96,7	73,0	100,0	100,0	100,0
Cr	99,0	91,5	93,2	100,0	100,0	94,4	99,2	76,2	100,0	100,0	100,0
lc	97,9	95,3	97,7	93,8	100,0	89,7	99,2	49,2	100,0	100,0	100,0

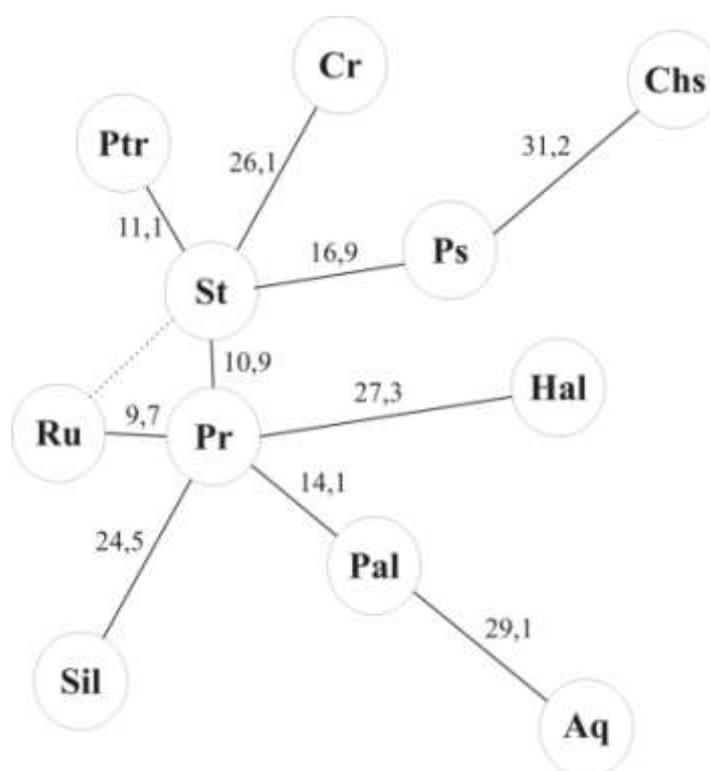


Рис. 1. Распределение ценоморф в факторном пространстве по матрице квадрата Махаланобиса

аэрации (высокая порозность почвы) – режим почвенного увлажнения (минимальные и максимальные показатели). Анализ характера группировки видов в ценоморфы с редукцией фактора (табл. 3) показал, что ведущими факторами, определяющими устойчивость ценоморфы, являются: для степных видов – содержание в почве кальция (его максимальные величины) и несколько в меньшей степени режим почвенного увлажнения; для рудерантов – содержание в почве азота; для галофитов – солевой режим (минимальные величины); для петрофитов – содержание в почве кальция; для псаммофитов – кислотный режим (минимальные величины pH), содержание в почве кальция и содержание в

почве азота (максимальные величины); для луговых и болотных видов – режим почвенной аэрации; для лесных видов – режим освещенности; для водных – режим аэрации (высокая насыщенность воздухом).

При этом наименьшая точность классификации отмечается при исключении из анализа режимов почвенной аэрации и почвенного увлажнения. Следовательно, указанные факторы являются лимитирующими для соответствующих фитоценозов степной зоны.

Анализ распределения ценоморф в пространстве квадрата расстояния Махаланобиса (рис. 1), построенного методом максимального корреляционного пути, [14] показывает, что характер взаимодействия групп

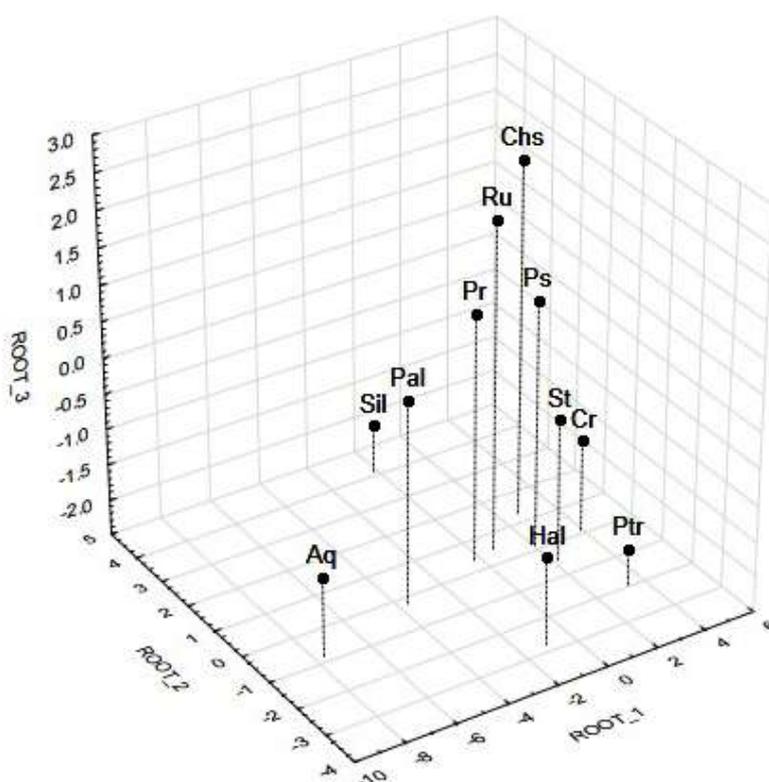


Рис. 2. Распределение ценоморф в факторном пространстве первых трех дискриминантных функций

степного юга Челябинской области соответствует таковым для флоры Украины и Крыма [7]. Выделяется лугово-рудерально-степной единый ценоотический комплекс. Также видны несколько рядов биотопического и ценоотического замещения: 1) почвенного увлажнения от аквантов – палюдантов через центр к петрофитам и отдельно к псаммофитам и хасмофитам и кретофитам; 2) солевого режима и почвенной аэрации (от петрофитов через степанты и псаммофиты к хасмофитам и от сивлантов через пратанты и степанты к петрофитам, с одной стороны, а также псаммофитам и хасмофитам, с другой. Также выделенные ряды являются рядами биотопического замещения освещенности. Отличиями от флоры Украины и Крыма является прямая связь между кретофитами и степантами, а не с петрофитами и хасмофитов с псаммофитами, не с петрофитами, что связано с характером зональных местообитаний степи Южного Урала.

Существование рядов биотопического замещения подтверждается характером распределения ценоморф в первых трех дискриминантных осях (Root1, Root2, Root3) – рис. 2. Во-первых, идентифицируются два ряда биотопического замещения – 1) от аквантов через палюданты, пратанты и рудеранты до хасмофитов и 2) от аквантов через галофитов и сивлантов к степантам, петрофитам и кретофитам. Первый представляет собой ряд замещения по почвенному увлажнению, а второй – почвенной аэрации. Достаточно четко идентифицируется ряд биотопического замещения освещенности от сивлантов через рудеранты и пратанты к степантам, галофитам и петрофитам, преимущественно определяющий вторую дискриминантную функцию. Наконец, третья дискриминантная функция, идентифи-

цирующая третий ряд биотопического замещения, определяется комплексом эдафических факторов, среди которых ведущим является солевой режим.

Центроиды ценоморф в фитоиндикационных шкалах (табл. 2) соответствуют следующим ведущим экологическим факторам.

1. Хасмофиты (Chs) – наименьшие значения оптимума режима переменности почвенного увлажнения (стенотопные гидроконтрастофобы), кислотности почв (стенотопные перацидофилы – экотопы достаточно кислых почв и альпийских лугов), солевого режима при его узкой амплитуде (стенотопные семиолиготрофы – бедные солями сильно выщелоченные почвы), кальция (стенотопные карбонатофобы), почвенной аэрации (стенотопные аэрофилы – экотопы с расщелинами и пустотами в субстрате) и терморегима (стенотопные микротермы). Также группа характеризуется максимальными показателями омброрегима (евритопные субомброфиты) и чрезвычайно широкой амплитудой режима континентальности.

2. Кретофиты (Cr) – наименьшие величины оптимума почвенного увлажнения (стенотопные эуксерофиты), солевого режима при его узкой амплитуде (стенотопные семиолиготрофы – бедные солями сильно выщелоченные почвы), азотного режима (стенотопные субанитрофилы), почвенной аэрации (стенотопные аэрофилы – экотопы с расщелинами и пустотами в субстрате), омброрегима при узкой его амплитуде (стенотопные семиаридофиты). Для ценоморфы характерны максимальные показатели терморегима при его узкой амплитуде (субмезотермные стенотопы), континентальности при его узкой амплитуде (стенотопные субконтиненталы), криорегима при узкой его ампли-

туде (стенотопные гемикриофиты) и высокие показатели режима кальция (стенотопные гемикарбонатофилы). Кроме того, группа характеризуется узкой амплитудой режима кислотности почв (стенотопные нейтрофилы) и широкой амплитудой переменности увлажнения (эвритопные гемигидроконрастофилы).

3. Петрофиты (Ptr) – характеризуются наибольшими величинами оптимума освещенности при крайне узкой его амплитуде (облигатные гелиофиты) и режима кальция при крайне узкой его амплитуде (стенотопные карбонатофилы). Группа характеризуется узкими амплитудами режимов переменности почвенного увлажнения (стенотопные гемигидроконрастофобы), кислотности почв (стенотопные нейтрофилы), терморегима (стенотопные субмикротермы) и криорежима (стенотопные субкриофиты).

4. Псаммофиты (Ps) – наименьшие величины режима почвенного азота при его узкой амплитуде (стенотопные субаниторфилы) и высокие значения величины режима переменности почвенного увлажнения (стенотопные гемигидроконрастофилы). Также группа характеризуется широкой экологической амплитудой по режимам кислотности почв (эвритопные субацидофилы) и содержанию кальция (эвритопные гемикарбонатофобы).

5. Рудеранты (Ru) – максимальные величины оптимума азотного режима (эвтрофные нитрофилы) и криорежима (эвритопные гемикриофиты). При этом группа характеризуется широкой экологической амплитудой по режиму переменности почвенного увлажнения (эвритопные гемигидроконрастофилы) и омброрежима (эвритопные субаридофиты).

6. Галофиты (Hal) – характеризуются наибольшими величинами оптимума освещенности при крайне узкой его амплитуде (облигатные гелиофиты), кислотного при узкой его амплитуде (стенотопные базифилы), солевого (гликотрофы – галотрофы) режима и режима переменности почвенного увлажнения (стенотопные гидроконрастофилы). Также для группы характерна широкая амплитуда азотного режима почв и широкий оптимум режима почвенного увлажнения (эвритопные мезофиты и гигромезофиты).

7. Сильванты (Sil) – отличительной чертой группы является наименьшие величины освещенности (сциофиты – гелиосциофиты) при самой широкой его амплитуде.

8. Палюданты (Pal) – характеризуются как стенотопные гигрофиты с широкой амплитудой по солевому режиму почвы (эвритопные семиэвтрофы).

9. Пратанты (Pr) – характеризуются широким оптимумом режима почвенного увлажнения (эвритопные гигромезофиты) и солевого режима почвы (эвритопные семиэвтрофы).

10. Акванты (Aq) – характеризуются максимальными оптимумами режима увлажнения при узкой его амплитуде (стенотопные гидрофиты) и аэрации субстрата при узкой его амплитуде (стенотопные мегааэрофобы) при самых широких амплитудах термо-, омбро- и криорежима.

ВЫВОДЫ

Разработанная для степи Украины рабочая система ценоморф А.Л. Бельгарда применима для анализа эко-

систем степи Южного Урала. По результатам экспертно-статистической оценки для степной флоры Южного Урала выделено 11 ценоморф. Статистическими методами доказана обоснованность выделения переходных ценоморф, связанных с существующими экотонами между зональными и интразональными экосистемами. Число таких групп небольшое, при небольшом видовом составе самих переходных групп.

Выполненная классификационными методами оценка ценоморф в пространстве фитоиндикационных шкал позволила выделить оптимумы групп по 12 эдафическим и климатическим факторам, которые соответствуют ведущим экологическим факторам степи Южного Урала. Определенные показатели экологических оптимумов для ценоморф степи Южного Урала преимущественно соответствуют оптимумам ценоморф флоры Украины и Крыма. При этом некоторые ценоморфы флоры степи Южного Урала характеризуются специфическими режимами лимитирующих факторов.

Характер распределения ценоморф в биотопах степи Южного Урала определяется показателями освещенности в биотопах, бедностью почвенного раствора солями, высокой порозностью почв и величинам почвенного увлажнения. Данные факторы в целом соответствуют факторам ординации ценоморф флоры Украины и Крыма. Характер зонального и интразонального распределения выделенных лимитирующих факторов определяет биотопические ряды замещения ценоморф степи Южного Урала. Выделенные ценоморфы могут использоваться в качестве фитоиндикаторов экологических режимов биотопов степи Южного Урала.

Необходимы дополнительные исследования петрофильных, галофильных и степных видов флоры Южного Урала с целью уточнения их положения в фитоиндикационных шкалах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бельгард А.Л.* Лесная растительность юго-востока УССР. Казань: КГУ, 1950. 263 с.
2. *Тарасов В.В.* Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене. Дніпропетровськ: Ліра, 2012. 296 с.
3. *Матеев Н.М.* Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара: Самарский университет, 2006. 311 с.
4. *Назаренко Н.М., Стадник А.П.* Листяні ліси північно-степового Придніпров'я (екологія, типологія фіторізноманіття). Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С., 2011. 376 с.
5. *Назаренко Н.Н., Дидур О.А.* Ценоморфы естественных лиственных лесов северной степи Украины // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. 2012. Вип. 20. Т. 1. С. 66-77.
6. *Назаренко Н.Н.* Эколого-ценотические группы или экоморфы А.Л. Бельгарда – сравнительный анализ на примере лиственных лесов северной степи Украины // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2013. Т. 18. Вып. 6. С. 3203-3207.
7. *Назаренко Н.Н.* Ценоморфы как фитоиндикаторы биотопов // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2016. Вип. 24. Т. 1. С. 8-14.
8. *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.
9. *Смирнов В.Э.* Функциональная классификация растений методами многомерной статистики // Математическая биология и биоинформатика. 2007. Т. 2. № 1. С. 1-17.
10. *Didukh Ya.P.* The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.

11. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.
12. Рязанова Л.В. Конспект флоры степного юга Челябинской области. Челябинск: ЧГПУ, 2006. 445 с.
13. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн. 1. 479 с.
14. Терентьев П.В. Метод корреляционных плеяд // Вестник Ленинградского государственного университета. 1959. № 9. С. 137-141.

Поступила в редакцию 22 мая 2016 г.

Назаренко Назар Николаевич, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор биологических наук, доцент, зав. кафедрой природопользования и землеустройства, e-mail: nnazarenko@hotmail.com

UDC 574.21

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

COENOMORPHS OF SOUTH URAL STEPPE FLORA (BASING ON THE EXAMPLE OF CHELYABINSK REGION)

© N.N. Nazarenko

Tambov State University named after G.R. Derzhavin
33 Internatsionalnaya St., Tambov, Russian Federation, 392000
E-mail: post@tsutmb.ru

The A.L. Belgard system of vascular plants species coenomorphs as indicators of biotopes by using standardized Y.P. Didukh phytometer scales by the 12 environmental factors is described. The analysis is based on 813 species of South Ural (Chelyabinsk region) steppe vascular plants flora. The classification has shown high accuracy, the least homogenous was petrophyte coenomorph. The principal factors of species discrimination by the coenomorphs are (in descending order of significance): maximum illumination intensity, impoverishment of soil solution salts, high porosity of soil, minimum and maximum soil moisture. The ordination of coenomorphs has determined the coenomorph ranks of biotope and coenotic substitution: soil moisture, illumination intensity, and salt regime. The type of coenomorphs ordination corresponds to vegetation of zonal factors of the biotopes distribution and their limiting factors. The coenomorph optimums for principal factors have defined in phytometer scales. Analysis of posterior probabilities enabled us to determine the transient cenomorphs, that typical for ecotones between zonal and intrazonal ecosystems of vegetation.

Key words: ecological-coenotical groups; coenomorphs; habitats phytoindication

REFERENCES

1. Bel'gard A.L. *Lesnaya rastitel'nost' yugo-vostoka USSR* [Forest vegetation of South-East of the USSR]. Kazan, Kazan University Publ., 1950. 263 p. (In Russian).
2. Tarasov V.V. *Flora Dnipropetrovs'koi' i Zaporiz'koi' oblastej* [The flora of Dnipropetrovsk Oblast and Zaporizhzhia Oblast]. Dnepropetrovsk, Lira Publ., 2012. 296 p. (In Ukrainian).
3. Matveev N.M. *Bioekologicheskij analiz flory i rastitel'nosti (na primere lesostepnoy i stepnoy zony)* [Bioecological analysis of flora and vegetation (basing on the example of forest steppe and steppe zones)]. Samara, Samara State University Publ., 2006. 311 p. (In Russian).
4. Nazarenko N.M., Stadnik A.P. *Lystjani lisy pivnichno-stepovogo Prydniprov'ja (ekologija, typologija fitoriznomanittja)* [Deciduous forests of northern-steppe near Don region]. Korsun-Shevchenkivskiy, Майдаченко I.C. Publ., 2011. 376 p. (In Ukrainian).
5. Nazarenko N.N., Didur O.A. *Tsenomorfy estestvennykh listvennykh lesov severnoy stepi Ukrainy* [Coenomorphs of natural deciduous forests of northern steppe of Ukraine]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Biologija. Ekologija* [Herald of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology], 2012, vol. 20, no. 1, pp. 66-77. (In Russian).
6. Nazarenko N.N. *Ekologo-tsenoticheskie grupy ili ekomorfy A.L. Bel'garda – sravnitel'nyy analiz na primere listvennykh lesov severnoy stepi Ukrainy* [Ecological-coenotical groups of A.L. Belgard's ecomorphs – comparative analysis by example of northern-steppe of Ukraine deciduous forests]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2013, vol. 18, no. 6, pp. 3203-3207. (In Russian).
7. Nazarenko N.N. *Tsenomorfy kak fitoindikatory biotopov* [Coenomorphs as fito-indicators of biotopes]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Biologija. Ekologija* [Herald of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology], 2016, vol. 24, no. 1, pp. 8-14. (In Russian).
8. Smirnov V.E., Khanina L.G., Bobrovskiy M.V. *Obosnovanie sistemy ekologo-tsenoticheskikh grupp vidov rasteniy lesnoy zony Evropejskoy Rossii na osnove ekologicheskikh shkal, geobotanicheskikh opisaniy i statisticheskogo analiza* [Validation of the Ecological-Coenotical groups of vascular plant species for European Russian forests on the basis of ecological indicator values, vegetation re-

- leves and statistical analysis]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskoy – Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*, 2006, vol. 111, no. 2, pp. 36-47. (In Russian).
9. Smirnov V.E. Funktsional'naya klassifikatsiya rasteniy metodami mnogomernoy statistiki [Functional Classification of Plants by Multivariate Analysis]. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika – Mathematical Biology and Bioinformatics*, 2007, vol. 2, no. 1, pp. 1-17. (In Russian).
 10. Didukh Ya.P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv, Phytosociocentre Publ., 2011. 176 p.
 11. Tsyganov D.N. *Fitoindikatsiya ekologicheskikh faktorov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov* [Fito-indicators of ecological factors in subzone of coniferous and deciduous forests]. Moscow, Nauka Publ., 1983. 198 p. (In Russian).
 12. Ryazanova L.V. *Konspekt flory stepnogo yuga Chelyabinskoy oblasti* [Flora summary of steppe south of Chelyabinsk oblast]. Chelyabinsk, Chelyabinsk State Pedagogical University Publ., 2006. 445 p. (In Russian).
 13. *Vostochnoevropeyskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost'* [Eastern-European forests: history in Holocene and modern world]. Moscow, Nauka Publ., 2004. Book 1. 479 p. (In Russian).
 14. Terent'ev P.V. Metod korrelyatsionnykh pleyad [Method of correlative Pleiades]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta – Pushkin Leningrad State University*, 1959, no. 9, pp. 137-141. (In Russian).

Received 22 May 2016

Nazarenko Nazar Nikolaevich, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Doctor of Biology, Associate Professor, Head of Wildlife Management and Land Management Department, e-mail: nnazarenko@hotmail.com

Информация для цитирования:

Назаренко Н.Н. Ценоморфы флоры степной зоны Южного Урала (на примере Челябинской области) // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2016. Т. 21. Вып. 5. С. 1889-1896. DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-5-1889-1896.

Nazarenko N.N. Tsenomorfy flory stepnoy zony Yuzhnogo Urala (na primere Chelyabinskoy oblasti) [Coenomorphs of South Ural steppe flora (basing on the example of Chelyabinsk region)]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Review. Series: Natural and Technical Sciences*, 2016, vol. 21, no. 5, pp. 1889-1896. DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-5-1889-1896. (In Russian).