

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛ Л.Г. РАМЕНСКОГО И ДСА-ОРДИНАЦИИ ДЛЯ ИНДИКАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ УСЛОВИЙ СРЕДЫ В ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЕ**

© 2010 А.Н. Бармин<sup>1</sup>, М.М. Иолин, И.С. Шаров а<sup>1</sup>, К.А. Старичкова<sup>2</sup>, А.Н. Сорокин<sup>2</sup>, Л.Ф. Николайчук<sup>2</sup>, В.Б. Голуб<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Астраханский государственный университет, г. Астрахань

<sup>2</sup>Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 20.11.2009

Результаты обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам Л.Г. Раменского и ДСА-ординации свидетельствуют о процессах ксерофитизации и пастбищной дигрессии растительности в северной части Волго-Ахтубинской поймы.

*Ключевые слова:* экологические шкалы Л.Г. Раменского, ДСА-ординация, Волго-Ахтубинская пойма, индикация.

С 1955 г. по 2008 г. в северной части Волго-Ахтубинской поймы периодически проводятся наблюдения на стационарной трансекте. Ранее был осуществлен анализ динамики флоры и растительных сообществ на трансекте за указанный период [7]. Представляет большой интерес индикация изменений экологических условий в районе исследований по данным о состоянии растительного покрова. Для этой цели были использованы шкалы Л.Г. Раменского и ДСА-ординация.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

В 1955 г. Прикаспийской экспедицией Московского государственного университета в районе г. Ленинск (Волгоградская область) была заложена геоботаническая трансекта. Линия трансекты нанесена на аэрофотоснимки, на которых обведены однородные контуры, пересекаемые ею. Сохранились полевые дневники Г.С. Шилова и Л.В. Петровой, содержащие 135 описаний геоботанических площадок, сделанных на трансекте. В дневниках имеется подробная характеристика мест геоботанических описаний на контуре и сами геоботанические описания, включающие полный флористический список видов с указанием их

обилия. После 1955 г. трансекту также посещали в 1971, 1982 и 2008 гг. Геоботанические описания в эти годы проводили примерно в тех же точках, что и в 1955 г. При подготовке описаний к обработке они были аккумулярованы в базе данных на основе программы TURBOVEG [4].

По техническим причинам в 1971 и 1982 гг. не все геоботанические площадки, заложенные в 1955 г., были описаны. Всего при подготовке настоящей статьи мы имели следующее количество описаний, сделанных на трансекте: за 1955 г. – 106, 1971 г. – 57, 1982 г. – 89, 2008 г. – 106. Геоботанические описания в 1955, 1971 и 2008 гг. проводили в августе, в 1982 г. – в июле. Следует подчеркнуть, что в 2008 г. были исследованы все сохранившиеся в естественном состоянии участки трансекты. В результате число геоботанических описаний было точно таким же, как и в 1955 г. Поэтому сопоставление описаний 1955 г. и 2008 г. мы проводим более детально, чем остальных пар лет.

Низшие растения (мхи и лишайники), отмеченные в 1982 и 2008 гг., перед обработкой были удалены из описаний, поскольку в 1955 и 1971 гг. их присутствие в сообществах не фиксировали.

Для расчета экологических ступеней по шкалам Л.Г. Раменского использовали компьютерную программу EcoScaleWin с применением «метода пересечения большинства интервалов» [5, 6]. Последний основан на определении моды в статистическом ряду распределения чисел, входящих в интервалы ограничительных ступеней экологических шкал растений [3]. Поэтому индикация условий среды не слишком сильно зависит от длины флористического списка при условии, что геоботаники описывают однородную в экологическом отношении площадку.

Сравнение распределения совокупности описаний по ступеням показателей шкал Л.Г. Раменского, рассчитанных для каждого года наблюдений, вначале проводили с помощью теста Краскела-Уоллиса. Решался

---

*Александр Николаевич Бармин*, доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, заведующий кафедрой природопользования и землеустройства, abarmin60@mail.ru. *Михаил Михайлович Иолин*, кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии, miolin76@mail.ru. *Ирина Сергеевна Шарова*, аспирант кафедры природопользования и землеустройства, kerina-best@mail.ru. *Ксения Анатольевна Старичкова*, инженер лаборатории фитоценологии, kseniya-starichkova@yandex.ru. *Сорокин Алексей Николаевич*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитоценологии, ap-sorokin@yandex.ru. *Людмила Федоровна Николайчук*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. *Валентин Борисович Голуб*, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией фитоценологии, vbgolub2000@mail.ru.

вопрос: относятся ли сопоставляемые группы к одной или к разным генеральным совокупностям? Когда нулевая гипотеза не подтвердилась (т. е., сопоставляемые выборки относились к разным генеральным совокупностям), сравнение выборок произвели попарно с использованием теста Манна-Уитни [1, 2].

Дополнительно для выявления направления изменений в растительности применили DCA-ординацию геоботанических описаний из пакета программ CANOCO 4.5 с параметрами, установленными по умолчанию и с понижением веса редких видов [8].

При всех статистических оценках величины считали достоверными, если р-значение соответствующей статистики не превышало уровень значимости 0,05.

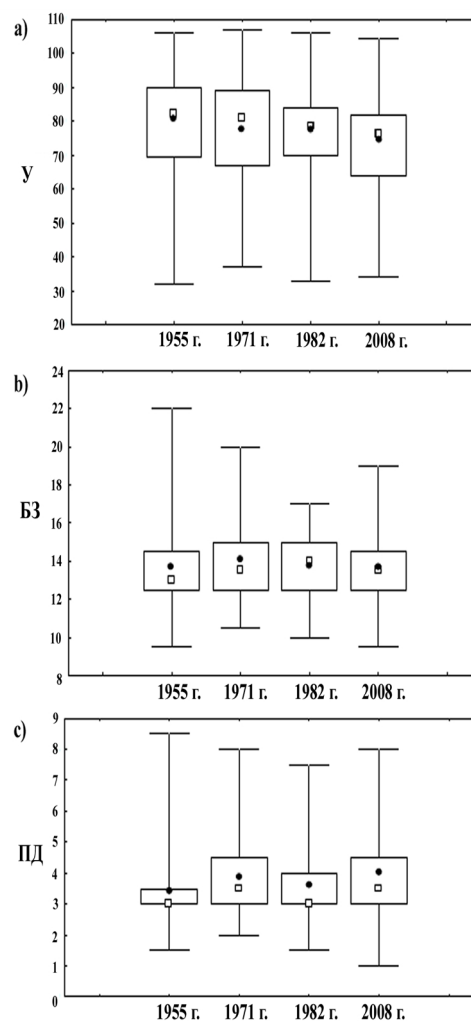
### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сопоставление распределения описаний по ступеням увлажнения шкал Л.Г. Раменского (рис. 1а) показало, что достоверно по критерию Манна-Уитни они отличались лишь между следующими парами лет: 1955-2008 и 1982-2008 гг. (табл. 1). В сумме в 1955 г. болотно-луговые, болотные и прибрежно-водные местообитания составляли 31 % всех геоботанических площадок, а в 2008 г. – 14 % (табл. 2). За счет сокращения количества этих местообитаний возросло их число, относящееся к сырлуговому увлажнению. Соответственно в 1955 г. их было 28 %, в 2008 г. – 36 %. Мало менялась во все годы встречаемость площадок с влажноруговым увлажнением: она колебалась от 27 % (2008 г.) до 31 % (1982 г.). По сравнению с 1955 г. в 2008 г. увеличилась представленность местообитаний свежелугового – сухолугового, лугово-степного и среднестепного – сухостепного увлажнения. Эти три группы местообитаний соответственно были представлены в 1955 г. в следующем соотношении (в процентах от общего числа): 2, 1, 9; в 2008 г. – 4, 4, 16. В целом можно сказать, что к 2008 г. произошло заметное иссушение местообитаний трансекты, остепнение ее растительности.

Достоверных различий по критерию Манна-Уитни распределения совокупности описаний по шкале богатства-засоления почвы обнаружено не было (рис. 1б). Во все годы наблюдений основную массу составляли местообитания с богатыми и довольно богатыми почвами.

По шкале пастбищной дигрессии (рис. 1с) достоверными оказались различия совокупности распределений описаний между теми же парами лет, что и по шкале увлажнения: 1955 и 2008, 1982 и 2008. Наименьшая представленность участков, на которых влияние выпаса было отчетливо

выражено (от умеренного до сбоя), была в 1955 г. – 7 %; максимальная – в 2008 г. – 29 %.



**Рис. 1.** Статистические параметры распределения описаний по ступеням шкал Л.Г. Раменского: а) увлажнение – У, б) богатство и засоление почвы – БЗ, с) пастбищная дигрессия – ПД. Значения:  $\perp$  – минимальное и максимальное,  $\square$  – верхний и нижний квартили,  $\bullet$  – среднее,  $\square$  – медиана.

**Таблица 1.** Достоверные (+) и недостоверные (-) различия распределения описаний по ступеням шкал Л.Г. Раменского, оцененные тестом Манна-Уитни

Шкала увлажнения			
Год	1971	1982	2008
1955	-	-	+
1971		-	-
1982	-		+
Шкала пастбищной дигрессии			
Год	1971	1982	2008
1955	-	-	+
1971		-	-
1982	-		+

**Таблица 2.** Представленность различных типов местообитаний на трансекте, определенных по шкалам Л.Г. Раменского, %

Год	1955	1971	1982	2008
<b>Шкала увлажнения</b>				
(31-39) Сухостепное (40-46)	1	2	3	3
Среднестепное (47-52) Лугово-степное (влажностепное)	1	2	-	1
(53-63) Сухолуговое (и свежелуговое) (64-76)	9	9	7	16
Влажнолуговое (77-88)	28	28	31	27
Сыролуговое (89-93) Болотно-луговое	28	26	34	36
(94-103) Болотное (104-109)	15	18	8	8
Местообитания прибрежно-водной растительности	12	9	10	4
Средний показатель увлажнения	4	2	4	2
80	77	78	74	
<b>Шкала богатства и засоленности почвы</b>				
(10-13) Довольно богатые	54	40	40	47
(14-16) Богатые	32	46	52	44
(17-19) Слабо солончаковатые	12	12	8	8
(20-21) Средне солончаковатые	1	2	-	-
(22-23) Сильно солончаковатые	1	-	-	-
Средний показатель богатства и засоления почвы	13,6	14,1	13,8	13,6
<b>Шкала пастбищной дигрессии</b>				
(1-2) Влияние выпаса не сказывается или очень слабое	3	2	2	2
(3-4) Слабое влияние выпаса, сенокосная стадия	91	72	87	69
(5) Умеренное влияние выпаса (полупастбищная стадия)	3	18	2	11
(6-7) Сильное влияние выпаса (пастбищная стадия)	2	5	8	15
(8) Полусбой	1	4	1	3
(9) Сбой	1	-	-	-
Средний показатель пастбищной дигрессии	3,6	4,0	3,8	4,2

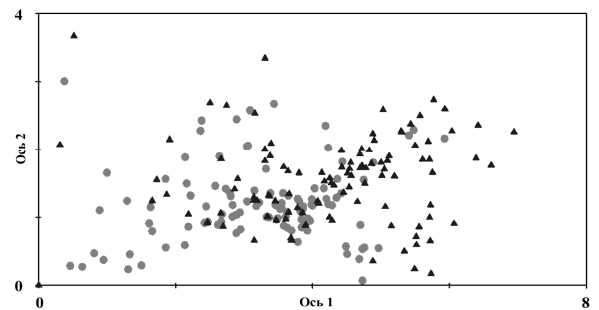
Из осей DCA-ординации хорошо интерпретировать удается только первую

(рис. 2). Положение площадок геоботанических описаний вдоль этой оси, как в 1955 г., так и в 2008 г., имеет достоверную корреляцию с показателями увлажнения (табл. 3). На диаграмме отчетливо виден сдвиг «облака» описаний 2008 г. вправо вдоль оси 1 по сравнению с 1955 г. В тоже время, если с этой осью и пастбищной дигрессией в 1955 г. не было обнаружено связи, то в 2008 г. эта связь была достаточно хорошо выражена, причем со знаком, противоположным фактору увлажнения. Что касается оси 2, то лишь в 1955 г. фиксировалась небольшая корреляция положения геоботанических площадок вдоль нее с пастбищной дигрессией.

**Таблица 3.** Коэффициенты корреляции между координатами учетных площадок в поле осей DCA-ординации и показателями шкал Л.Г. Раменского

Ось DCA-ординации	Ось 1		Ось 2	
Год	1955	2008	1955	2008
Экологическая шкала:				
увлажнения	-0,68	-0,54	-	-
пастбищной дигрессии	-	0,52	0,20	-
богатства и засоленности почвы	-	-	-	-

Примечание: недостоверные значения корреляции в таблице не приведены.



**Рис. 2.** DCA-ординация описаний 1955 г. (●) и 2008 г. (▲). Собственные значения осей, характеризующие долю общей информации: для оси 1 = 0,61, для оси 2 = 0,31; длина градиента вдоль оси 1 = 6,94, оси 2 = 3,67.

Нужно также отметить, что в 1955 г. отсутствовала корреляция между ступенями увлажнения и пастбищной дигрессии, т. е., зависимости между этими экологическими параметрами среды не было. В 2008 г. эта связь была достоверна ( $r = -0,41$ ): чем суше были местообитания, тем сильнее была выражена пастбищная дигрессия.

Итак, результаты обработки геоботанических описаний по шкалам Л.Г. Раменского в сочетании с использованием DCA-ординации свидетельствуют о том, что в

2008 г. растительный покров обследованной трансекты отличается наибольшей степенью ксерофитизации и пастбищной дигрессии. Эти явления менее всего были выражены в 1955 г.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 09-05-00183).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровиков В.А. 2003. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. 2-е изд. СПб.: Питер. 688 с.
2. Готов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. 2005. Биометрия. Учебн. пособие. Москва-Ижевск. 381 с.
3. Голуб В.Б., Добрачев Ю.П., Пастушенко Н.Ф., Яковлева Е.П. 1978. О способах оценки экологических условий местообитаний по шкалам Л.Г. Раменского // Биол. науки. Науч. доклады высшей школы. № 7. С. 131-136.
4. Голуб В.Б., Сорокин А.Н., Ивахнова Т.Л., Старичкова К.А., Николайчук Л. Ф., Бондарева В.В. 2009. Геоботаническая база данных долины Нижней Волги // Изв. Самарского науч. центра РАН. Т. 11. № 1 (4). С. 577-582.
5. Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А. 2008. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin: учебное пособие. Йошкар-Ола. 96 с.
6. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. 1956. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Гос. изд-во сельск. литературы. 471 с.
7. Старичкова К.А., Бармин А.Н., Иолин М.М., Шарова И.С., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф., Голуб В.Б. 2009. Оценка динамики растительности на трансекте в северной части Волго-Ахтубинской поймы // Аридные экосистемы. Т. 15. № 4 (40). С. 36-48.
8. Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca: Microcomputer Power. 500 p.

## USING RAMENSKIY INDICATOR VALUES AND DCA-ORDINATION FOR INDICATION OF ENVIRONMENT CHANGE IN THE VOLGA-AKHTUBA FLOOD-PLAIN

© 2010 <sup>1</sup>A.N. Barmin, <sup>1</sup>M.M. Iolin, <sup>1</sup>I.S. Sharova, <sup>2</sup>K.A. Starichkova, <sup>2</sup>A.N. Sorokin, <sup>2</sup>L.F. Nikolaychuk, <sup>2</sup>V.B. Golub

<sup>1</sup>Astrakhan State University, Astrakhan

<sup>2</sup>Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy of Sciences, Togliatti

Results of processing relevés by Rameskiy indicator values and DCA-ordination indicated processes xerophytization and pasture degradation of vegetation in the northern part of the Volga-Akhtuba flood-plain.

*Key words:* Ramenskiy indicator values, Detrended Correspondence Analysis, Volga-Akhtuba flood-plain, indication.

---

*Alexandr Nikolaevich Barmin*, Doctor of geography, Professor, head of geology-geography faculty, head of the department of nature management and land use, abarmin60@mail.ru. *Mikhail Mikhailovich Iolin*, Candidate of geography, senior lecturer, head of the department of geography, miolin76@mail.ru. *Irina Sergeevna Sharova*, post-graduate student of the department of nature management and land use, kerina-best@mail.ru. *Kseniya Anatol'evna Starichkova*, engineer of laboratory of phytocenology kseniya-starichkova@yandex.ru. *Alexey Nikolaevich Sorokin*, Candidate of biology, senior research fellow of laboratory of phytocenology an-sorokin@yandex.ru. *Lyudmila Fedorovna Nikolaychuk*, Candidate of biology, senior research fellow of laboratory of phytocenology *Valentin Borisovich Golub*, Doctor of biology, Professor, head of laboratory of phytocenology, vbgolub2000@mail.ru.