



2014, №3, с 99-105
2014, №3, pp. 99-105

УДК 595.786 (262.81)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОСОБЕННОСТЕЙ СХОДСТВА, РАЗЛИЧИЙ И ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ФАУНЫ СОВОК (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) ПРИБРЕЖНЫХ И ОСТРОВНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*Иванушенко Ю.Ю., Абдурахманов А.Г., Курбанова Н.С., Меликова Н.М.
ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», ул. Дахадаева, 21, Махачкала, Россия*

MATHEMATICAL MODEL OF PECULIARITIES OF SIMILARITY, DIFFERENCES AND GEOGRAPHICAL RELATIONS OF SCOOPS FAUNA OF COASTAL AND ISLAND ECOSYSTEMS OF THE CASPIAN SEA.

*Ivanchenko Y. Y., Abdurakhmanov A. G., Kurbanova N. S., Melikova N. M.
Daghestan State University, st. Dachadaeva 2, Makhachkala, Russia.*

ABSTRACT. Aim. The study of the material collected, as well as the construction of mathematical models of specific similarity and differences of the geographical relations of the fauna scoop coastal and island ecosystems of the North-West. **Location.** Coastal and island ecosystems. **Methods.** Traditional methods of collection (light traps, method of hand collection from the screen) and also collections of the material gathered, arranged by modern systematics are used. **Results.** Investigations of a lectors who studied scoops during 40 years are generalized but island ecosystems are considered for the first time. Fauna of the Caspian coast and island ecosystems is represented by 902 species. Mathematical model of peculiarities of similarity was constructed on the basis of the data obtained, and it helped to expose geographical relations of scoops fauna of coastal and island ecosystems of the Caspian Sea. **Main conclusions.** The results obtained together with other insects will be the basis for the composition of fauna cadastre, and will also help to realize the age and origin of islands.

Key words: islands, Caspian, ecosystems, scoops, galaxy Terentyeva.

Acknowledgements: The study was supported by The Ministry of Education and Science of the Russian Federation, agreement No. 14.574.21.0109 (the unique identifier for applied scientific research - RFMEFI57414X0032)

REFERENCES

Abdurakhmanov G.M., Tejmurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Kurbanova N.S., Melikova N.M. Novye dannye po sostavu i osobennostjam geograficheskogo rasprostraneniya sovok (Lepidoptera, Noctuidae) prikaspijskih i ostrovnyh jekosistem (Soobshhenie 1) [New data on the composition and characteristics of the geographical distribution of the scoop (Lepidoptera, Noctuidae) littoral and island ecosystems (Post 1)]. Jug Rossii: jekologija, razvitie. №2. 2014. S. 37-71.

Резюме. В статье приводится математическая модель особенностей сходства и различий фауны совков прибрежных и островных экосистем Каспийского моря, а так же рассматриваются их географические связи. Обобщаются сороколетние изучения авторов по совкам, но островные экосистемы затрагиваются впервые. Фауна Каспийского побережья и островных экосистем представлена 902 видами. Наряду с симметричными мерами сходства обсуждаются и сравнительно малоизвестные несимметричные отношения, называемые мерами включения. В самом общем виде эти меры записываются как отношение мощности пересечения сравниваемых множеств (числа общих видов в двух списках) к мощности одного из них (числу видов в одном из сравниваемых списков).

Ключевые слова: острова, Каспий, экосистемы, совки, плеяда Терентьева.

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке Министерство образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) - RFMEFI57414X0032)

1. Меры сходства и различия

В настоящее время предложено огромное число индексов общности, в которых мощность пересечения нормируются различными функциями их мощностей.



Наиболее часто применяемые коэффициенты сходства Жаккара и Серенсена-Чекановского.

В символах математической логики коэффициент Жаккара имеет следующую запись:

$$C_j(R_j, R_k) = \frac{m(R_j \cap R_k)}{m(R_j \cup R_k)}$$

где в числителе - число общих видов в двух сравниваемых списках, в знаменателе - объединенное число всех видов в обоих списках.

Коэффициент Серенсена-Чекановского:

$$C_s(R_j, R_k) = \frac{2m(R_j \cap R_k)}{m(R_j) + m(R_k)}$$

Таблица 1

Обозначение совки (Lepidoptera, Noctuidae)

Table 1

Прибрежные экосистемы			Rx	Всего
Исламская республика Иран			R1	245
Республика Азербайджан			R2	124
Российская Федерация	Республика Дагестан	Приморская низменность	R3	397
		Бархан Сарыкум	R4	173
		О. Тюлений	R5	59
		О. Чечень	R6	82
		О. Нордовый	R7	21
	Республика Калмыкия	R8	59	
	Астраханская область			R9
Республика Казахстан	Атырауская область		R10	151
	остров Кулалы		R11	28
	Мангистауская область		R12	179
Республика Туркменистан			R13	75

Таблица 2.

Меры сходства и различия

Table 2

Measures of similarity and differences				
Сообщества	по Жаккару	в %	по Серенсену-Чекановскому	в %
R1R2	0,01	1	0,02	2
R2R3	0,19	19	0,32	32
R3R4	0,33	33	0,50	50
R4R5	0,20	20	0,33	33
R5R6	0,52	52	0,68	68
R6R7	0,23	23	0,37	37
R7R8	0,07	7	0,13	13
R8R9	0,16	16	0,28	28
R9R10	0,34	34	0,51	51
R10R11	0,12	12	0,21	21
R11R12	0,11	11	0,19	19
R12R13	0,03	3	0,06	6
R13R1	0,003	0,3	0,006	0,6

Таким образом, сообщества R5R6, R9R10 и R3R4 имеют наибольшее сходство 52%, 34%, 33% (по Жаккару) и 68%, 51%, 50% (по Серенсену-Чекановскому) соответственно. Наименьшее сходство имеют сообщества R13R1, R1 R2 и R12R13-0,3%, 1%, 3% (по Жаккару) и 0,6%, 2%, 6% (по Серенсену-Чекановскому) соответственно.



2. Расчеты матрицы мер пересечения и включения

Наряду с симметричными мерами сходства обсуждаются и сравнительно малоизвестные несимметричные отношения, называемые мерами включения. В самом общем виде эти меры записываются как отношение мощности пересечения сравниваемых множеств (числа общих видов в двух списках) к мощности одного из них (числу видов в одном из сравниваемых списков). Содержательная интерпретация этого показателя проста и понятна из такого, например, сопоставления: если видовой список одного сообщества полностью входит в список другого сообщества, то мера его включения будет стопроцентной, уменьшаясь до нуля, по мере сокращения числа общих видов. Из таких сопоставлений можно заключить, что один из списков по составу видов более «оригинален» или «экзотичен», чем другой.

Математическое определение мер включения множеств (сообществ) либо по средовому градиенту, либо по разобренным местообитаниям имеет весьма важное значение для содержательного анализа данных, построения графических моделей и в целом для оценки структуры систем. Можно определенно заключить, что мера включения приносит дополнительную информацию по сравнению с мерами сходства и, следовательно, их надо рекомендовать к более широкому применению в экологических исследованиях.

Опираясь на эти суждения, пропишем меру включения множества N в множество M как отношение меры пересечения к множеству N:

$$K(M; N) = \frac{m(M \cap N)}{m(N)}, \quad [1]$$

а меру включения множества M во множество N:

$$K(N; M) = \frac{m(M \cap N)}{m(M)} \quad [2]$$

На основе этих исходных данных подсчитаем по формулам [1] и [2] меры включения сообществ друг в друга, выразив результат в процентах.

$$K(R2; R1) = \frac{m(R1 \cap R2)}{m(R1)}$$

$$K(R1; R2) = \frac{m(R1 \cap R2)}{m(R2)}$$

Таблица 3.

Матрица мер пересечения (для данных табл. 1)

Table 3

A matrix of intersection measures (for data of Table 1)

R1	245													
R2	3	124												
R3	9	83	397											
R4	7	47	142	173										
R5	4	19	52	38	59									
R6	5	27	68	48	48	82								
R7	0	7	18	9	16	19	21							
R8	2	20	51	34	25	30	5	59						
R9	9	47	139	78	41	58	14	37	208					
R10	7	33	97	59	41	49	17	33	92	151				
R11	1	8	23	17	17	19	7	6	20	19	28			
R12	6	33	90	53	38	48	17	27	72	108	20	179		
R13	3	1	5	2	1	0	0	1	3	1	1	8	75	



На основе этих данных по формулам [1] и [2] мы можем вычислить меры взаимного включения видовых списков по всем сообществам и составить матрицу порядка.

Таблица 4.

Матрица мер включения (для данных табл. 1)

Table 4

A matrix of inclusion measures (for data of Table 1)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	-	2	2	4	7	6	0	3	4	5	4	3	4
R2	1	-	21	27	32	33	33	34	23	22	29	18	1
R3	4	67	-	82	88	83	86	86	67	64	82	50	7
R4	3	38	36	-	64	59	43	58	38	39	61	13	3
R5	2	15	13	22	-	58	76	42	20	27	50	21	1
R6	2	22	17	28	81	-	90	51	28	32	68	27	0
R7	0	56	5	5	27	23	-	8	7	11	25	9	0
R8	1	16	13	20	42	37	24	-	18	22	21	15	1
R9	4	38	35	45	69	71	67	63	-	61	71	40	4
R10	3	27	24	34	69	59	81	56	44	-	68	60	1
R11	0,4	6	6	10	29	23	33	10	10	13	-	11	1
R12	2	27	23	31	64	58	81	46	35	71	71	-	11
R13	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	4	4	-

3. Группирование и моделирование сообществ. Графы и орграфы

Графы не только обеспечивают наглядность информации, но и являются удобным инструментом анализа матриц, выявления ряда отношений, порождаемых мерами пересечения и включения: «банальности», «экзотичности» (оригинальности), «эндемичности» (специфичности) и др.

Используя данные табл. 4 выясним отношение «банальности», порождаемых мерами включения.

Для этого сначала зададим порог включения – некоторое произвольное число Δ ($0 \leq \Delta \leq 100\%$) и каждое число выше этого порога, т.е. $K(R_j; R_k) \geq \Delta$ заменим единицей, а остальные – нулем. В результате этой операции мы перейдем от матрицы мер включения к матрице отношений «банальности» B_Δ в записи

$$\langle B_\Delta; R \rangle = \left\{ R_j, R_k \in \left| K(R_k; R_j) \geq \Delta \right. \right\}, \quad [3]$$

где $j, k \in J$. Выражение $R_j \Delta R_k$ означает, что список R_k «банальнее» R_j при заданном пороге Δ . Иначе говоря, R_j и R_k находятся между собой в отношении « Δ -банальности».

Исходя из этих рассуждений, зададимся порогом $\Delta = 35\%$. В результате получим матрицу отношений «65% – банальности» (табл. 5).



Таблица 5.

Матрица отношений «35% – банальности» (B 35) на множествах R1...R13

Table 5

A matrix of relations 35% - Banalities (B35) on the sets R1... R13

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	0	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
R4	0	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0
R5	0	0	0	0	-	1	1	1	0	0	1	0	0
R6	0	0	0	0	1	-	1	1	0	0	1	0	0
R7	0	1	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
R8	0	0	0	0	1	1	0	-	0	0	0	0	0
R9	0	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	0
R10	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-	1	1	0
R11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
R12	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0
R13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Непосредственный анализ табл. 6 по строкам показывает, что при заданном пороге включения (B35) список R3 и R9 являются наиболее «банальными» (по десять единиц), R4 (девять единиц), R10 и R12 (по семь единиц), а R1 и R13 – самыми оригинальными или «экзотичными» (все нули).

В самом общем виде показатели сходства как мощность пересечения двух сравниваемых множеств (выборок, сообществ) представляют собой отношение числа общих видов к некоторой функции от числа видов в этих множествах.

$$I_{cs} = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)}$$

– Отношение числа общих видов к среднему арифметическому числу видов в двух списках. [4]

Индекс сходства меняется в пределах $1 < I < 1$

число общих видов для 2 сообществ

число видов имеющихся во 2 сообществе

число видов имеющихся только в 1 сообществе.

2a

$$I = \frac{2a}{b+c} \quad [5]$$

b + c

Индекс принимает значение нуля при отсутствии общих видов в сравниваемых списках и растёт до единицы при полной идентичности списков.

Таблица 6.

Матричный анализ данных

Table 6

Matrix data analysis

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	-	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0	0,01	0,04	0,04	0,01	0,03	0,02
R2	0,02	-	0,32	0,32	0,21	0,26	0,10	0,22	0,28	0,24	0,11	0,22	0,01
R3	0,03	0,32	-	0,50	0,23	0,28	0,09	0,22	0,46	0,35	0,11	0,31	0,02
R4	0,03	0,32	0,50	-	0,33	0,38	0,09	0,29	0,41	0,36	0,17	0,30	0,02
R5	0,03	0,21	0,23	0,33	-	0,68	0,40	0,42	0,31	0,39	0,39	0,32	0,01
R6	0,03	0,26	0,28	0,38	0,68	-	0,37	0,42	0,40	0,42	0,34	0,37	0
R7	0	0,10	0,09	0,09	0,40	0,37	-	0,12	0,12	0,20	0,29	0,17	0
R8	0,01	0,22	0,22	0,29	0,42	0,42	0,12	-	0,28	0,31	0,14	0,23	0,01



R9	0,04	0,28	0,46	0,41	0,31	0,40	0,12	0,28	-	0,51	0,17	0,37	0,02
R10	0,04	0,24	0,35	0,36	0,39	0,42	0,20	0,31	0,51	-	0,13	0,65	0,01
R11	0,01	0,11	0,11	0,17	0,39	0,34	0,29	0,14	0,17	0,13	-	0,19	0,02
R12	0,03	0,22	0,31	0,30	0,32	0,37	0,17	0,23	0,37	0,65	0,19	-	0,06
R13	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0	0	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	-

Рис. 1. Плеяда Терентьева на заданных уровнях сходства
Fig. 1. The Terentjev galaxy on the given levels of similarity

Одним из видов графического анализа сходства выборок может быть построение плеяды Терентьева. Плеяда представляет собой неориентированный граф в виде «корреляционного» цилиндра с разрезами на заданных уровнях (порогах) сходства. На рисунке 1 заданы пять порогов сходства (0,68-0,46; 0,45-0,36; 0,35-0,26; 0,25-0,17; 0,15-0,01). Линии отражают связи и меру сходства объектов. По мере снижения порога сходства число связей растет, и несвязный граф преобразуется в сильно связный. Следовательно, сообщества R5 и R6, R10 и R12, R9 и R10, R3 и R4 имеют больше сходства между собой. Наименьшее сходство имеют сообщества R1 и R8, R1 и R11, R2 и R13, R5 и R13, R8 и R13, R10 и R13. Не имеют сходства сообщества R1 и R7, R6 и R13, R7 и R13.

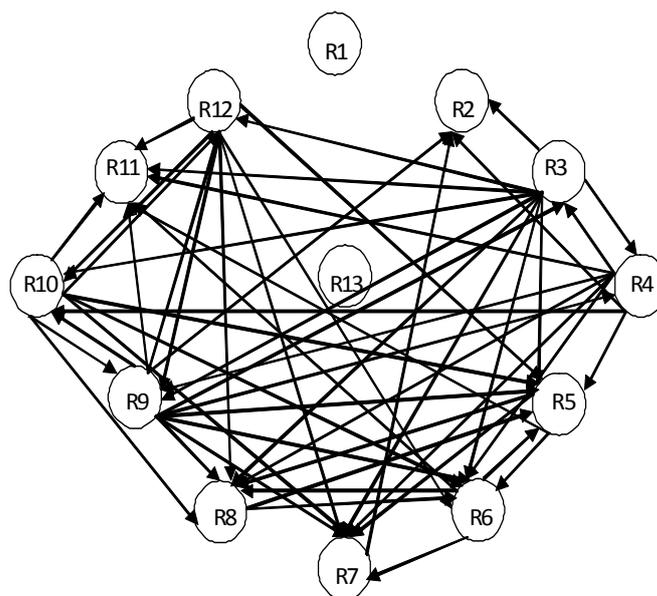


Рис. 2. Орграф отношений «банальности» B35

Более наглядное представление о мерах включения при заданном пороге Δ мы получим, если построить орграф по приведённым в табл. 1.

Fig. 2. Orgraph of the relations «banalities» B35.

We shall obtain more obvious representation on inclusion measures under the given threshold Δ , if we construct an orgraph according to the data, compiled in Table 1.

Анализируя приведенный орграф можно заметить, что:

Наибольшее число стрелок исходит из вершин R3, R9 и R4, следовательно, данные описания наиболее «банальные», наоборот, в вершины R5, R6, R7 и R11 входит наибольшее число стрелок и соответственно данные описания являются более оригинальными;

Обоюдная направленность дуг между сообществами – показатель их большого сходства.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Курбанова Н.С., Меликова Н.М. Новые данные по составу и особенностям географического распространения совков (Lepidoptera, Noctuidae) прикаспийских и островных экосистем (Сообщение 1). Юг России: экология, развитие. №2 . 2014. С. 37-71.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванушенко Ю.Ю. студент 1-го года обучения магистратура эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия, e-mail: ecodag@rambler.ru

Абдурахманов Абдурахман Гайирбекович – к.б.н., (8722) 56-21-40, Дагестанский государственный университет, эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия, e-mail: abqairbeg@rambler.ru

Курбанова Наида Сеферуллаевна – к.б.н., (8722) 56-21-40, Дагестанский государственный университет, эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия, e-mail: idda79@mail.ru

Меликова Наида Муминовна – к.б.н., (8722) 56-21-40, Дагестанский государственный университет, эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия, e-mail: naika8626@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ivanushenko Yulia Yurevna - student, 1st year master's eco-geographical faculty, Ul. Mahadeva 21, , Makhachkala, 367001 Russia, e-mail: ecodag@rambler.ru

Abdurakhmanov Abdurahman Gairbekovich - candidate of biological Sciences, (8722) 56-21-40, Dagestan state University, ecological-geographical faculty, st. Mahadeva 21, Makhachkala, 367001 Russia, e-mail: abqairbeg@rambler.ru

Kurbanova Naida Seferullaevna - candidate of biological Sciences (8722) 56-21-40, Dagestan state University, ecological-geographical faculty, st. Mahadeva 21, , Makhachkala, 367001 Russia, e-mail: idda79@mail.ru

Melikova Naida Muminovna -. candidate of biological Sciences, (8722) 56-21-40, Dagestan state University, ecological-geographical faculty, st. Mahadeva 21, Makhachkala, 367001 Russia, e-mail: naika8626@mail.ru