

участков линий эффективными птицевозащитными устройствами либо принимать иные согласованные со специально уполномоченными государственными органами Волгоградской области по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания неотложные меры, исключающие поражение птиц электрическим током».

### Литература

Салтыков А.В., Гугуева Е.В. Руководство по обеспечению орнитологической безопасности электросетевых объектов средней мощности на примере Волгоградской области (методическое пособие). - Волгоград, 2017. – 76 с. Красная книга Волгоградской области. Книга в двух томах. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 1. Животные. - Воронеж, 2017. – 216 с.

---

## Применение статистической программы Past при сравнительном изучении трофических ниш хищных птиц

Application of the past statistical program in a comparative study of trophic niches of birds of prey

**В.В. Ивановский**

V. V. Ivanovski

*Витебская государственная «Знак Почёта» академия  
Ветеринарной медицины, Республика Беларусь  
e-mail: ivanovski.46@mail.ru*

Адаптации и механизмы разделения трофических ресурсов в сообществе хищных птиц всегда было одним из приоритетных направлений изучения их экологии. Обширная группа хищных птиц остаётся в этом плане ещё недостаточно изученной (Newton, 1976; Галушин, 1982; Ивановский, 2012 и др.). В данной области биологии остаётся ряд нерешенных задач, как теоретического, так и практического характера. Это касается и концепции трофической ниши, которая, несмотря на значительный объем теоретических обобщений и фактических данных, ещё недостаточно разработана (Уиттекер, 1980; Шенброт, 1986; Галушин, 1982; Джиллер, 1988 и др.).

Применение статистической программы Past для анализа адапционных механизмов разделения трофических ресурсов в сообществе хищных птиц мы начали с 2013 г. Почему именно Past? Во-первых, потому что программа бесплатная, во-вторых, что она запускается с флешки на любом компьютере и ноутбуке, и, в-третьих, программа постоянно совершенствуется (уже имеется версия Past 4.15). Особенно удобна

программа Past для молодых исследователей, ввиду простоты использования и дружественного интерфейса. В ней имеются блоки по расчёту целой серии индексов биоразнообразия (Diversity), значительное количество индексов, описывающих перекрывание трофических ниш (Similarity and distance indices), и, самое главное, имеется большой набор инструментария для визуализации таблиц по питанию и перекрыванию ниш.

### Материал и методика

Основным показателем для отнесения вида к генералистам или специалистам является ширина трофической ниши. Для оценки разнообразия потребляемых кормовых объектов наиболее часто используется индекс видового разнообразия Симпсона (D). Формула для расчёта данного показателя, модифицированная Левинсом, имеет следующий вид:

$$B = 1/D = (\sum p_i^2)^{-1},$$

где  $p_i$  – доля кормовых категории в питании вида.

Значение этого индекса будет тем больше, чем больше число фактически потребляемых кормовых категорий, и чем больше выравненность их долей в рационе. В качестве показателя перекрывания трофических ниш чаще используют информационные индексы Морисито, Брея-Кюртиса и ряд других. Формула Морисито имеет следующий вид:

$$C_H = (2\sum p_{ij} * p_{ik}) / (\sum p_{ij}^2 + \sum p_{ik}^2),$$

где  $p_{ij}$  и  $p_{ik}$  – доли соответствующих кормовых категорий в сравниваемых рационах.

Индексы Брея-Кёртиса и Морисито изменяются от 0 до 1. Значение  $C_H > 0,6$  говорит о статистически значимом перекрывании трофических ниш. В практике подобных расчётов принято для контроля использовать нескольких индексов, чтобы убедиться в правильности выводов.

Так как, в обеих формулах фигурируют не проценты, а доли, которые в сумме дают единицу, то и исходную таблицу в MSExcel следует представлять в долях единицы.

При сравнительном анализе трофических ниш нескольких видов хищных птиц, не следует использовать состав рациона до вида, так как, вы получите огромную таблицу, с которой будет трудно работать. В данной публикации, например, мы все виды добычи хищных птиц разбили на 22 группы. Анализ проведён для 13 видов хищных птиц, гнездящихся в Белорусском Поозерье: ястреб-тетеревятник (*Accipiter gentilis*), ястреб-перепелятник (*Accipiter nisus*), малый подорлик (*Clanga pomarina*), чеглок (*Falco subbuteo*), осоед (*Pernis apivorus*), дербник (*Falco columbarius*), чёрный коршун (*Milvus migrans*), канюк (*Buteo buteo*), беркут (*Aquila chrysaetus*), болотный лунь (*Circus aeruginosus*), змеяд (*Circaetus gallicus*), пустельга (*Falco tinnunculus*), большой

подорлик (*Clanga clanga*). В остатках добычи и погадках определено более 6050 экземпляров жертв.

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты расчётов индексов биологического разнообразия добычи и ширины трофической ниши приведены в таблице 1. Из таблицы следует, что к генералистам можно отнести канюка, чёрного коршуна и малого подорлика. Очень близок к этой группе болотный лунь (ширина ниши 5,88).

**Таблица 1**

Расчёт индексов биологического разнообразия добычи и ширины трофической ниши хищных птиц

Индексы // Виды	Кол-во групп пищи	Доминирование $D$	Индекс Симпсона $1-D$	Индекс Шеннона $H$	Выравненность $J$	Ширина ниши $1/D$
Тетеревятник	6	0,78	0,22	0,53	0,30	1,28
Перепелятник	4	0,83	0,17	0,39	0,28	1,20
Малый подорлик	14	0,13	0,87	2,26	0,86	7,47
Чеглок	5	0,48	0,52	0,94	0,59	2,10
Осоед	4	0,73	0,27	0,57	0,41	1,37
Дербник	1	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Коршун	21	0,12	0,88	2,49	0,82	8,56
Канюк	16	0,11	0,89	2,43	0,88	8,89
Беркут	12	0,23	0,77	1,83	0,73	4,30
Болотный лунь	13	0,17	0,83	2,03	0,79	5,72
Змееяд	5	0,38	0,62	1,16	0,72	2,66
Пустельга	5	0,78	0,22	0,52	0,33	1,28
Большой подорлик	11	0,25	0,75	1,74	0,73	4,05

Далее, чтобы продолжить анализ, рассчитаем перекрытие трофических ниш, переходя в раздел Statistics по вставке «Similarity and distance indicis». Здесь мы имеем возможность выбрать из целого ряда индексов (Index) тот, который нам наиболее подходит. Результаты расчётов представлены в таблице 2.

Полученная таблица очень информативна и в тоже время весьма объёмна, что затрудняет её анализ. Попробуем визуализировать таблицу для облегчения анализа. С этой целью вставим в программу PAST таблицу 2, выделим числовые значения, а далее перейдём по следующей цепочке: multivar → cluster analysis.

Программа позволяет получить целую серию гистограмм, из которых мы выберем ту, которая наиболее точно визуализирует таблицу 2. В данном случае, выбираем парные группы (Paired group) и метрику Брея-Кёртиса (Brey-Curtis). Полученная нами дендрограмма (рис. 1) довольно точно визуализировала перекрытие трофических ниш хищных птиц.



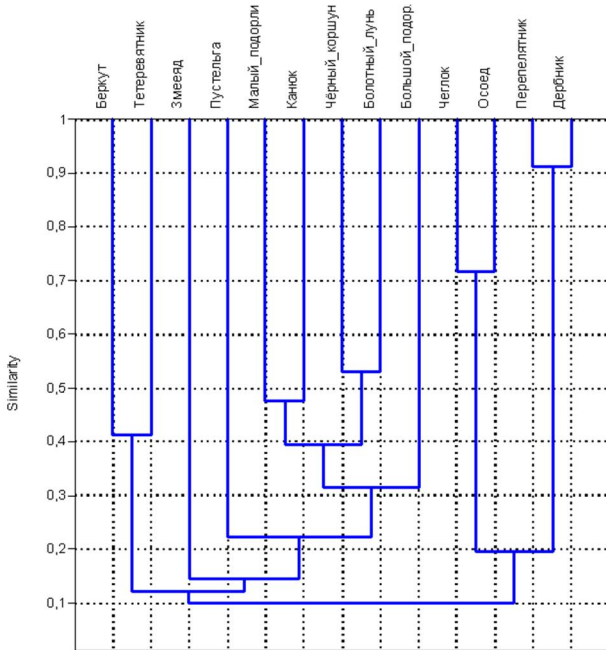


Рис. 1. Дендрограмма перекрытия трофических ниш хищных птиц (выполнена по метрике Брея-Кёртиса)

Из дендрограммы (рис.1) видно о статистически значимом перекрытии трофических ниш ( $CH > 0,6$ ) у пар осоед-чеглок, при питании насекомыми, и у пары перепелятник-дербник, при питании мелкими воробьиными птицами. Зная экологию этих хищных птиц, можно расшифровать адаптационные механизмы уменьшения трофической конкуренции между видами первой пары. Чеглок ловит взрослых насекомых в воздухе, а осоед раскапывает гнёзда общественных насекомых и забирает расплод. У пары перепелятник-дербник, ещё проще: перепелятник адаптирован к охоте в лесу, а дербник на более открытых просторах верховых болот. То есть, мы видим практически полное разделение охотничьих биотопов.

Возможности PAST позволяют нам также довольно близко к истине разделить хищных птиц на гильдии по преобладающей в питании категории добычи. Опять работаем с таблицей 2, выделяем числовые значения, а далее по той же цепочке: Multivar  $\rightarrow$  Cluster analysis. Опять выбираем парные группы (Paired group), но уже метрику Джаккара (Jaccard) или метрику Дайса (Dice). Результат представлен на рисунке 2.

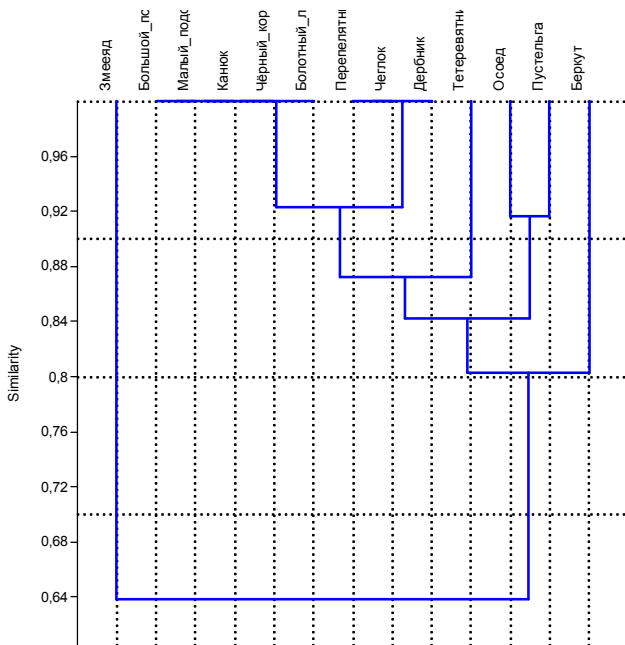


Рис. 2. Дендрограмма разделения хищных птиц на гильдии по преобладающим в питании категориям пищи (выполнено по метрике Жаккара)

Дендрограмма чётко выделила стенофага змеяеда, группу генералистов (малый подорлик, канюк, чёрный коршун, болотный лунь и близкого к ним большого подорлика), группу орнитофагов (перепелятник, чеглок дербник и близкого к ним тетеревятника) и отдельно беркута, пустельгу и осеода, в добыче которых преобладает, в основном, по две группы значимой добычи.

**Заключение**

Таким образом, мы показали только минимум возможностей статистического пакета программ PAST при сравнительном изучении и анализе трофических ниш хищных птиц. Безусловно, в рамках объёма данной публикации, невозможно осветить весь значительный потенциал этой программы. Всех, кто заинтересовался этой программой, и предполагает использовать её возможности в научных исследованиях мы отсылаем к специальной литературе (Hammer et al., 2001). Убеждены, что использование PAST при обработке полученных результатов, значительно повысит качество научных публикаций.

### Литература

- Галушин В.М., 1982. Роль хищных птиц в экосистемах // Итоги Науки и Техники. Зоология позвоночных, т.11. – С. 158–238.
- Джиллер П., 1988. Структура сообществ и экологическая ниша. - М: Мир. - 184 с.
- Ивановский В.В., 2012. Хищные птицы Белорусского Поозерья: монография. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова». – 209 с.
- Уиттекер Р., 1980. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс. – 327 с.
- Шенброт Г.И., 1986. Экологические ниши, межвидовая конкуренция и структура сообществ наземных позвоночных // Итоги науки и техники. Зоология позвоночных.- М.: ВИНТИ. - Т.14. - С. 5–70.
- Hammer Ø., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / Ø.Hammer, D.A.T. Harpe, R.D. Ryan // Palaeontol. Electrónica. — Vol. 4, n. 1. – P. 9.
- Newton I., 1976. Population limitation in diurnal raptors // Canadian Field-Naturalist. 90 (3).- P.274–300.
- 

### Систематика дневных и ночных хищных птиц: изменения за 30 лет

Taxonomy of diurnal raptors and owls: changes over 30 years

**Е.А. Коблик<sup>1</sup>, С.В. Волков<sup>2</sup>, А.А. Мосалов<sup>3</sup>, Я.А. Редькин<sup>1</sup>**

E.A. Koblik<sup>1</sup>, S.V. Volkov<sup>2</sup>, A.A. Mosalov<sup>3</sup>, Ya.A. Red'kin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский зоологический музей МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции РАН имени А.Н. Северцова

<sup>3</sup>Московский педагогический государственный университет, Москва

e-mail: koblik@zmmu.msu.ru

Большинство российских орнитологов-несистематиков до сих пор пребывает в уверенности, что дневные и ночные хищные птицы представляют собой две далёкие друг от друга таксономические группы. В классических отечественных сводках и каталогах (напр., Степанян, 2003) эти два отряда разделяет, как минимум, 6-7 других отрядов, включая куриных, журавлеобразных, ржанкообразных, голубей, кукушек. Широко распространённая в конце XX века последняя «домолекулярная» классификация А. Уэтмора (Wetmore, 1960) отражала сформировавшееся ещё в XIX веке убеждение морфологов в конвергентном характере сходства дневных и ночных хищников. Соколообразные, или дневные хищные птицы (*Falconiformes sensu lato*) фигурировали в со-