

574.42:502.3

Мацюра А.В., Мацюра М.В. (Мелітополь, Україна)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Необходимость эффективной интеграции отечественной науки в европейское пространство и повышение качества к уровню проводимых исследований ставят перед учеными задачу активно внедрять компьютерные технологии для обработки результатов исследований, получения адекватных моделей и корректного представления полученных результатов. Среди всего комплекса биологических наук, экология, на наш взгляд занимает одно из ведущих мест по уровню информатизации и компьютеризации научного процесса.

К сожалению, недостаточный уровень компьютерной грамотности, отсутствие прочных контактов с мировым и европейским сообществом привели к значительному отставанию уровня презентации отечественных разработок по сравнению с их зарубежными аналогами. Прежде всего, этот касается представления и статистической обработки результатов. Учитывая вышесказанное и принимая во внимание недостаточный уровень обеспеченности научных учреждений Интернет-ресурсами, сложности в поисковой стратегии и переводах оригинальных прикладных программ, многие программные продукты не знакомы широкому кругу исследователей в нашей стране. В данном обзоре рассматриваются возможности и преимущества использования некоторых прикладных экологических компьютерных программ.

Результаты и обсуждение

Использование программы «Species Diversity and Richness» для исследования структуры сообществ.

Основные программные продукты, которые используются в экологических исследованиях сообществ - для обработки и анализа результатов:

1. программа Species Diversity and Richness (разработчики – Pisces LTD, 2001)
2. программа Bio-Dap (разработчики - Parks Canada & Fundy National Park, 1996)
3. Biodiversity Pro (разработчики - The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science, 1997).

Программа BioDiversity Pro предлагает все аналитические инструменты, удовлетворяющие потребности эколога в анализе и сравнении разнообразия сообществ.

а) программа предлагает 10 индексов альфа-разнообразия [2, 3, 6-8]:

- индекс Shannon-Wiener'a (H'), индекс разнообразия Simpson'a (D), число видов, индекс видового разнообразия Margalef'a (D), индекс равномерности (J), индекс Berger-Parker'a, показатель McIntosh'a, индекс Brillouin'a, альфа-индекс Fisher'a, Q-статистика.

б) программа предлагает два статистических метода сравнения показателей разнообразия: различные показатели разнообразия степени отличаются в оценке сообщества [1, 3]. В качестве иллюстрации приведем результаты теоретического сравнения трех сообществ (A, D, C) при помощи индекса Шеннона (Shannon, H' и Симпсона (Simpson, D):

Полученные значения индексов для сообщества A, в фигурных скобках – количество особей отмеченных видов: {33,29,28,5,5}, $H' = 1.3808$, $D = 0.309$;

- сообщество B: {42,30,10,8,5,5}, $H' = 1.4574$, $D = 0.7194$;

- сообщество C: {32,21,16,12,9,6,4}, $H' = 0.639$, $D = 1.822$.

Данные результаты свидетельствуют о трудностях сравнения сообществ – значения индексов не коррелируют, т.е. $H'(B) > H'(A) > H'(C)$, однако $D(C) > D(A) > D(B)$.

в) программа предлагает большое разнообразие методов для оценки видового богатства, среди которых необходимо отметить довольно надежный метод - выравнивание Chao [9-10].

г) программа предлагает несколько моделей представления данных – число видов, ранг обилия, концентрация видов.

д) программой предлагаются четыре модели распределения видов в пространстве – логарифмическое распределение, геометрическое распределение, усеченное логнормальное распределение, модель разломанного стержня.

е) при помощи данного программного продукта пользователь может оценить равномерность распределения J [11]. Эта мера равномерности распределения сравнивает наблюдаемый показатель Шеннона по отношению к распределению индивидуумов между видами, которое максимизировало бы разнообразие [12]. Если H' – индекс Шеннона, то его максимальное значение - $\log(S)$, где S - число видов в сообществе. Поэтому значение равномерности определяется как: $J = H'/\log(S)$. При расчете этого индекса необходимо быть уверенным в том, что сравниваемые сообщества относятся к одному местообитанию и что выполненный учет видов приближается к абсолютному [12].

ж) одна из опций программы – оценка бета-разнообразия. Бета-разнообразие характеризует изменение разнообразия видов по градиенту среды. Этот показатель измеряет два параметра - число отдельных местообитаний в пределах территории и вытеснение одних видов другими между непересекающимися частями того же местообитания. Программа предлагает шесть показателей бета-разнообразия:

- индекс Whittaker'a
- индекс Cody
- индексы Routledge (R, I и E)
- индекс Wilson и Schmida, который является наилучшим среди подобных [13].

Использование программы «ORIANA» в исследованиях данных круговой статистики

«Oriana» (Copyright © by Kovach Computing Services) была спроектирована, чтобы анализировать круговые данные двух типов - однонаправленные и двунаправленные, также известные как векторные и осевые. Векторные данные находятся в диапазоне 0-360 градусов, осевые - в диапазоне 0-180 градусов.

Программа обрабатывает и другие типы циклических данных, такие, как время суток в масштабе от 00:00 до 23:59. Прочие хронологические данные также могут быть проанализированы как круговые (например день недели, день месяца, день года, и т.п.)

Oriana вычисляет разнообразную основную круговую статистику. Это большей частью описательная статистика, подобная той, что входит в состав других общих статистических пакетов, но специально спроектированная для круговых данных.

Статистические круговые параметры основаны на понятии среднего вектора. Данные наблюдений (например, миграционные перемещения птиц) имеют средний вектор, который может быть рассчитан при помощи этой программы. Средний вектор имеет два свойства: направление (средний угол) и длина (обозначаемая буквой r). Длина вектора изменяется от 0 до 1, большее значение указывает, что данные наблюдений сгруппированы ближе по отношению к среднему вектору (рис. 1).

Концентрация является специфическим параметром von Mises-распределения и измеряет отклонение распределения от идеального круга (равномерного распределения). Ее значение зависит от длины среднего вектора. Круговая вариация и круговое среднее квадратное отклонение эквивалентны их линейным параметрам, но рассчитываются при помощи другого алгоритма. Вариация рассчитывается относительно длины среднего вектора, по результатам этих калькуляций выводится среднее квадратное отклонение. Стандартная ошибка среднего также рассчитывается на основании длины среднего вектора (r). Предполагается, что ваши данные расположены согласно von Mises-распределения, 95% и 99% доверительные интервалы для ваших данных основаны на стандартной ошибке. Программа выполняет оценку статистической достоверности стандартной ошибки согласно значению концентрации и объема выборки. Rayleigh-тест равномерности высчитывает вероятность нулевой гипотезы, что данные распределены равномерно. Вероятность, которая меньше, чем ваш выбранный уровень (обычно 0.05) показывает, что данные распределены неравномерно.

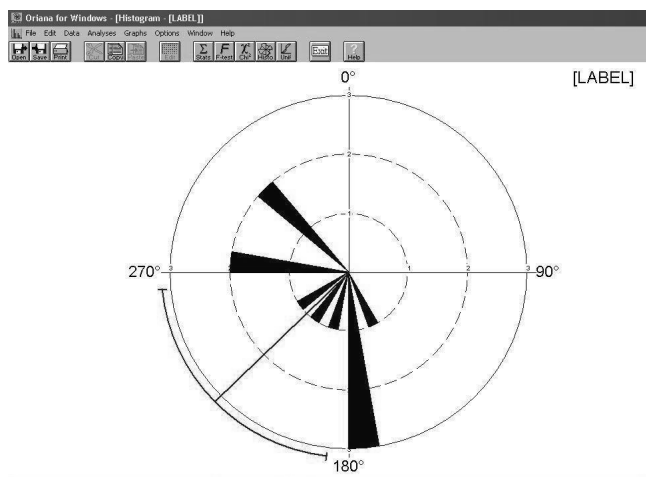


Рисунок 1 – Скриншот из программы, отражающий графическую презентацию результатов обработки данных круговой статистики

Использование программы для исследования функциональной зависимости и оценки связи между двумя переменными.

Практически каждый исследователь сталкивался с проблемой определения характера взаимосвязи между двумя переменными. Даже самые известные статистические пакеты содержат лишь опцию регрессионного анализа (линейного и нелинейного) по параметрам, задаваемым пользователем [4-5]. В данном случае это означает, что исследователь априори задает характер взаимодействия, а программа лишь статистически подтверждает или опровергает его. Следующая программа позволяет избежать этой трудности.

Программа «CurveExpert» (Copyright © 1995-2001 by Daniel Hyams) была разработана и спроектирована для исследования зависимостей между двумя переменными. Основные достоинства программы:

1. Возможность автокорреляции;
2. Возможность построения рядов динамики с эффектом запаздывания;
3. 35 встроенных моделей регрессии;
4. Возможность добавления 19 моделей, определяемых пользователем.

Таким образом, программа сканирует не менее 35 моделей и выдает в конечном итоге одну функцию, которая наиболее адекватна вашим данным. На рис. 2 приведен окончательный результат – график наиболее адекватной функции с коэффициентами и коэффициентом корреляции.

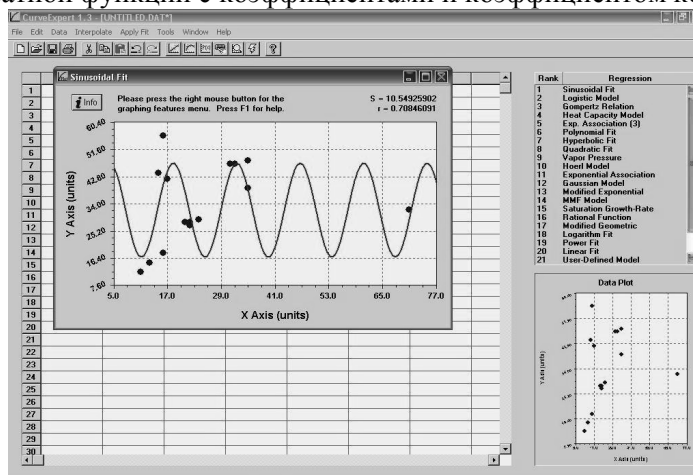


Рисунок 2 – Окончательное представление результатов анализа функциональной зависимости между переменными

Выводы и перспективы использования программ

1. На основании нашего опыта по использованию прикладных программ в экологических исследованиях и преподавании экологических дисциплин в высшей школе, мы считаем, что данные программные продукты будут эффективным инструментом для отечественных экологов.

2. Основная трудность – это английский интерфейс, что в определенной степени сокращает область использования программ. В настоящее время нами ведется работа над созданием пакета инструкций по применению программ на русском и украинском языках.

3. Главные потенциальные области применения подобных программ в экологических исследованиях – мониторинг, исследование популяционной динамики, прогнозирование.

4. Программа «Ogiana» является одной из немногих программ, способных выполнить адекватную обработку круговых данных и представить результаты графически.

5. Использование программы «CurveExpert» значительно сокращает время, затрачиваемое на определение характера связей между двумя переменными, и позволяет получить статистически достоверные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Snedecor G, Cochran W, Cox D. Statistical Methods (8th edition). - The Iowa State University Press, 1989. – 327 p.
2. Magguran A. E. Ecological diversity and its measurement. - London: Chapman and Hall, 1988. – P. 36-57.
3. Krebs CJ. Ecological methodology. - New York: Harper Collins, 1989. – 255 p.
4. Davis C. S. A computer program for non-parametric analysis of incomplete repeated measures for two samples // Computer Methods and Programs in Biomedicine. – 1994. – №42. – P. 39-52.
5. David C. S, Hall D. B. A computer program for the regression analysis of ordered categorical repeated measurements // Computer Methods and Programs in Biomedicine. – 1995. – 51. – P. 153-169.
6. Kempton RA. Species diversity // Encyclopedia of Environmetrics. - Chichester: John Wiley & Sons, 2002. – 284 p.
7. Smith EP. Ecological statistics // Encyclopedia of Environmetrics. - Chichester: John Wiley & Sons, 2002. – 278 p.
8. Tothmeresz B. Comparison of different methods for diversity ordering // Science. – 1995. – №6. – P. 283-290.
9. Colwell R. K., Coddington J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation // Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B). – 1994. – №345. – P. 101-118.
10. Mouillot D, Leprêtre A. A comparison of species diversity estimators // Researches on Population Ecology. – 1999. – №41. – P. 203-215.
11. Biodiversity: Measurement and Estimation / Hawksworth D. (Ed.). - London: Chapman & Hall, 1995. – 178 p.
12. Wilson M. V., Shmida A. Measuring beta diversity with presence-absence data // J. Ecology. – 1984. – №72. – P. 1055-1064.
13. Mouillot D, Leprêtre A. A comparison of species diversity estimators // Researches on Population Ecology. – 1999. – №41. – P. 203-215.