

УДК 594.1-11

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО И РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКОВ *RIVICOLIANA RIVICOLA* (BIVALVIA, SPHAERIIDAE) И *PISIDIUM AMNICUM* (BIVALVIA, PISIDIIDAE)

В. И. Юришинец

Институт гидробиологии НАН Украины, пр. Героев Сталинграда, 12, 252210 Киев, Украина

Получено 30 декабря 1996

Застосування методів кластерного та регресійного аналізів для вивчення популяцій молюсків *Rivicoliana rivicola* (Bivalvia, Sphaeriidae) і *Pisidium amnicum* (Bivalvia, Pisidiidae). Юришинець В. І.— Запропоновано застосування методів кластерного аналізу для дослідження розмірної структури двостулкових молюсків. Досліджені, із застосуванням даного методу, популяції *Rivicoliana rivicola* та *Pisidium amnicum*. Вивчені показники аллометричного росту з застосуванням регресійного аналізу.

К л ю ч о в і с л о в а: кластерний аналіз, регресійний аналіз, популяція, розмірна структура, аллометричний ріст.

Application of the Cluster and Regression Analyses for Molluscs *Rivicoliana rivicola* (Bivalvia, Sphaeriidae) and *Pisidium amnicum* (Bivalvia, Pisidiidae) Population Study. Yurishinets V. I. — Application of cluster analysis for size structure study of the bivalve molluscs is proposed. Populations of clams *Rivicoliana rivicola* and *Pisidium amnicum* were studied with application of this method. Indexes of allometric growth were studied with the aid of regression analysis.

К е у w o r d s: cluster analysis, regression analysis, population, size structure, allometric growth.

Двустворчатые моллюски надсем. Pisidioidea являются неотъемлемой частью пресноводных экосистем и широко распространены в водном бассейне Днепра (Жадин, 1940, 1952; Стадниченко, 1984; Старобогатов и др., 1989; Корнюшин, 1996 и др.). Одними из наиболее часто регистрируемых видов этого семейства в лотических сообществах бассейна Днепра являются *Rivicoliana rivicola* (Lam., 1818) и *Pisidium amnicum* (Mull., 1774). Оба вида достаточно хорошо изучены (Стадниченко, 1984; Анистратенко, 1988), что делает их удобными объектами для проведения углубленных морфометрических исследований и апробации новых методов изучения.

Целью работы было исследование аллометрии роста данных моллюсков, а также апроба-

ция методов кластерного анализа для определения размерной структуры популяций *Rivicoliana rivicola* и *Pisidium amnicum* из устья Десны, с проверкой ранее установленных закономерностей (Стадниченко, 1984; Анистратенко, 1988; Старобогатов и др., 1989).

Материалы и методика. Материалом для работы послужили сборы моллюсков в литоральной зоне устья Десны в августе 1996 г. Моллюски были отобраны методом ручного сбора с помощью скребка с глубин до 1,5 м. После определения видовой принадлежности измеряли стандартные параметры раковин (высота, длина, выпуклость), (Стадниченко, 1984; Скарлато и др., 1990). Точность измерений — 0,1 мм, с использованием окуляр-микрометра на микроскопе МБС-9. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета прикладных программ STATGRAPHICS (Statgraphics, 1987).

Результаты и обсуждение. Кластерный анализ. Применение кластерного анализа для выделения размерных классов, на наш взгляд имеет ряд преимуществ: 1. Возможность опе-

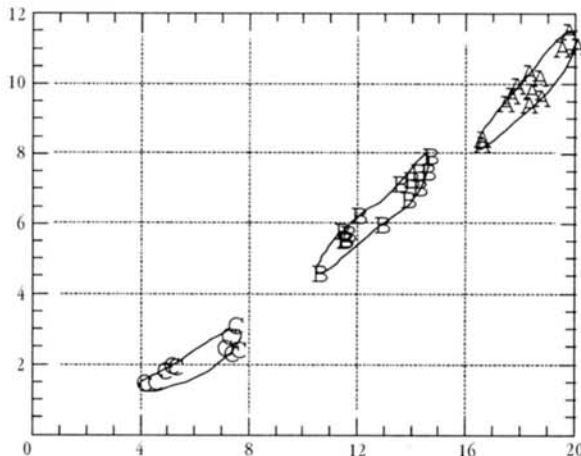


Рис. 1. Результаты кластерного анализа по методу наименьших расстояний для матрицы размеров 96 экз. *Rivicoliana rivicola*. Мера сходства — евклидово расстояние (ось абсцисс — длина, мм; ось ординат — выпуклость, мм).

Fig. 1. Minimal distances method cluster analysis results for a matrix of 96 specimens size of *Rivicoliana rivicola*. Similarity degree: Euclidean distance (X axis — length, mm; Y axis — convexity, mm).

рирования всеми параметрами одновременно (высота, длина, выпуклость); 2. Мера сравнения кластеров — евклидово расстояние между точками трехмерного пространства; 3. Однородность кластеров (Джефферс, 1981).

Анализ измерений проводили методом ближайших расстояний. Обе выборки были разделены на 3 кластера. Результаты кластерного анализа показаны на рисунках 1 и 2. При дальнейшей разбивке, в обоих случаях, наблюдали разделение среднего кластера. Неоднородность этого кластера, в обоих случаях, объясняется нами попаданием в него главным образом особой весенне-летних генераций. Разделение на кластеры было значимым для всех трех параметров. Исходя из результатов кластерного анализа в размерной структуре обоих видов моллюсков можно выделить следующие группы (по длине): *Rivicoliana rivicola*: 4,2–7,5 мм, 10,5–15 мм, 16–21 мм; *Pisidium amnicum*: 4,6–6,2 мм, 6,6–7,6 мм, 7,7 мм.

Проверка результатов кластерного анализа осуществлялась исходя из предположения, что если выделенная размерная группа соответствует определенной возрастной, то распределение в группе должно приближаться к нормальному (Скарлато и др., 1990). Распределение в выделенных группах действительно было близким к нормальному, что подтверждает реальность выделения данных размерных групп.

Результаты проверенного нами кластерного анализа согласуются с известными данными по биологии моллюсков. Так, по данным В. В. Анистратенко (1988), летом популяция *Rivicoliana rivicola* состоит из нескольких возрастных групп. Популяция *Pisidium amnicum* также морфометрически разнородна, что соответствует информации о биологии этого вида (Стадниченко, 1984). Для проверки действенности метода кластерного анализа в исследуемую матрицу *Rivicoliana rivicola* были введены размеры двух экземпляров близкого вида того же рода *Rivicoliana morini* (Servain, 1882), который характеризуется меньшей выпуклостью раковин (Старобогатов, и др., 1989). Использование при выделении размерных групп только длины или высоты раковин может привести к ошибкам при исследовании смешанной выборки двух близких видов, различающихся только по кривизне фронтального сечения створок раковины. Кластерный анализ позволяет легко обнаружить примеси особой другого вида без тотального определения систематического положения каждого экземпляра (кластеры D и E на рисунке 3). Таким образом, методы кластерного анализа кажутся нам применимыми для выделения размерных группировок двустворчатых моллюсков. В перспективе в матрицу данных можно вводить другие морфометрические параметры, что позволяет широко использовать кластерный анализ в систематике (Джефферс, 1981).

Аллометрия роста. Нами была проведена попытка изучения особенностей аллометрии роста раковин *Rivicoliana rivicola* и *Pisidium amnicum*. Для этого при помощи регрессионного анализа было проведено исследование зависимости высоты и выпуклости раковин от их длины. Полученные результаты дают основание утверждать о степенном характере этой зависимости (табл. 1).

Из полученных данных следует, что у *Rivicoliana rivicola* изменение высоты раковины происходит синхронно с увеличением ее длины (параметр b близок к 1), в то время как выпуклость нарастает несколько быстрее по сравнению с другими параметрами. Это означает, что с возрастом отношение выпуклости к высоте увеличивается. Это случай, когда раковина нарастает, не следуя правилу логарифмической спирали (Логвиненко, Старобогатов, 1971). Отличия параметров уравнения от приведенных А. Ф. Алимовым (1981), по-видимому, связаны с применением таксономического статуса

Т а б л и ц а 1. Значения параметров a и b и доверительных интервалов их средних значений ($p=0,01$) уравнений зависимости высоты и выпуклости раковин от их длины

T a b l e 1. Parameters a and b and their standard average error ($p = 0,01$) of the shell height and width dependence on length functions

Виды моллюсков		a	b
<i>Rivicoliana rivicola</i>	H	0,8364+0,0464	0,9489+0,0213
	W	0,1937+0,0216	1,4300+0,0322
<i>Pisidium amnicum</i>	H	0,5891+0,0561	1,1721+0,0514
	W	0,3381+0,0241	1,2577+0,0383

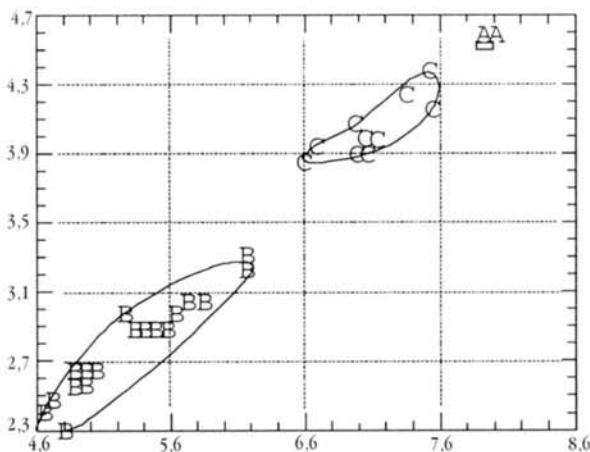


Рис. 2. Результаты кластерного анализа по методу наименьших расстояний для матрицы размеров 32 экз. *Pisidium amnicum*. Мера сходства — евклидово расстояние (ось абсцисс — длина, мм; ось ординат — выпуклость, мм).

Fig. 2. Minimal distances method cluster analysis results for a matrix of 32 specimens size of *Pisidium amnicum*. Similarity degree: Euclidean distance (X axis — length, mm; Y axis — convexity, mm).

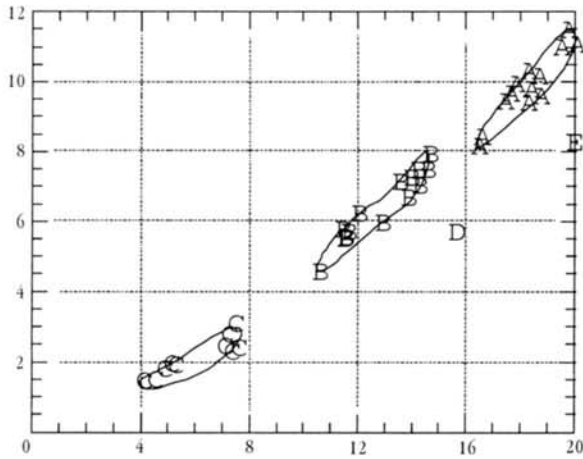


Рис. 3. Результаты кластерного анализа по методу наименьших расстояний для матрицы размеров 96 экз. *Rivicoliana rivicola* и 2 экз. *Rivicoliana morini*. Мера сходства — эвклидово расстояние (ось абсцисс — длина, мм; ось ординат — выпуклость, мм).

Fig. 3. Minimal distances method cluster analysis results for a matrix of 96 specimens size of *Rivicoliana rivicola* and 2 specimens *R. morini*. Similarity degree: Euclidean distance (X axis — length, mm; Y axis — convexity, mm).

Sphaeriastrum rivicola: А. Ф. Алимов придерживался широкой практики этого вида, мы принимаем более узкую трактовку (Корнюшин, 1996).

Сравнение наших результатов с таковыми Я. И. Старобогатова с соавторами (1989) затруднительно вследствие различной методики обработки данных.

У *Pisidium amnicum* наблюдается более быстрое нарастание высоты и выпуклости раковины по сравнению с ее длиной, что замечается и визуально. Выпуклость и высота нарастают с одинаковой скоростью (параметры b достоверно не отличаются), что говорит о нарастании раковины в соответствии с правилом логарифмической спирали. В обоих случаях мы сталкиваемся с различными вариантами аллометрии роста раковин моллюсков (Алимов, 1981).

Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. — 1981. — 96. — 247 с.

Анистратенко В. В. Особенности жизненного цикла и экологии моллюсков рода *Shadinicyclas* (*Bivalvia*, *Sphaeriidae*) // Вестн. зоологии. — 1988. — N 2. — С. 34-37.

Джеффферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. — М.: Мир, 1981. — 256 с.
Жадин В. И. Фауна рек и водохранилищ // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. — М.; Л., 1940. — 5, вып. 3-4. — С. 519-591.

Жадин В. И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. — М.; Л., 1952. — 374 с.

Корнюшин А. В. Двустворчатые моллюски н/сем. *Pisidioidea* Палеарктики. — Киев, 1996. — 175 с.

Логвиненко Б. М., Старобогатов Я. И. Кривизна фронтального сечения, как систематический признак у двустворчатых моллюсков // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки, 1971. — N 5. — С. 34-37.

Скарлато О. А., Старобогатов Я. И., Антонов Н. И. Морфология раковины и макроанатомия // Методы исслед. двустворчатых моллюсков. — Л., 1990. — С. 4-32. — (Тр. ЗИН, Т. 219).

Стадниченко А. П. Перлівнищеві, кулькові (*Unionidae*, *Cicladidae*). — Київ: Наук. думка, 1984. — 384 с. — (Фауна України; Т. 29, Вип. 9).

Старобогатов Я. И., Корнюшин А. В., Анистратенко В. В. Видовой состав рода *Shadinicyclas* в фауне СССР // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. биологии, 1989. — 94, вып. 3. — С. 50-59.

Statgraphics: User's guide. — Ontario, Canada: STSC Corporation, 19877. — 120 p.