

УДК 57.087.1

Роль возрастающего ранга в выявлении асимметрий динамики сопряженных переменных

Анатолий Борисович Шутов

Сочинский государственный университет, Российская Федерация
354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
Старший преподаватель
E-mail: abshutov@mail.ru

Аннотация. Принцип ранжирования переменных показателей в методе долевого тренда позволил выявить асимметрию сопряжения в различных видах биологической связи, а также наибольшее структурное сопряжение гемоглобина в звеньях цепи системной организации, в отличие от других показателей.

Ключевые слова: аналитические группировки; ряды динамики; ранжирование; корреляция; регрессия; амплитуда прироста; долевого тренда; асимметрия.

Введение. Симметрия и асимметрия являются объективными и фундаментальными свойствами природы. Симметрия выражает степень упорядоченности системы и отражает порядок и пропорциональность между ее элементами. Разупорядочение и нарушение равновесия в системе связано с явлением асимметрий. Динамическая изменчивость функций и структур организма способствует приспособлению их в новых специфических условиях [1, 2].

Проявляемый в литературе интерес к асимметриям связан в основном с изменением билатеральных признаков и функций различных частей тела организмов [3, 4].

Для проверки дисбаланса объектов или частей в системе биомониторинга может быть представлена флуктуирующая асимметрия. Ряд авторов предлагает строгий подбор статистических методов: вначале в выборке проводится оценка соответствия изучаемого признака нормальному распределению, затем следует выбор параметрических или непараметрических методов анализа [4, 5, 6].

Что же касается асимметрий в рядах динамики, то ее может характеризовать: изменение направленности тенденций, протяженность и амплитуда циклов, изменение диапазона в колеблемости амплитуд. Однако, сложная структура показателей динамики в различных временных интервалах часто усложняет поиск детерминирующего показателя обладающего связью с анализируемыми показателями временных границ периодов [7].

Ранговые построения, используемые в статистике, являются одним из инструментов для отыскания экстремальных принципов в биологии [8]. Формы распределений и их асимметрии, межгрупповые сравнения, корреляционные связи – основаны на ранжировании.

Корреляционный и регрессионный методы позволяют установить связь между варьирующими признаками в аналитических группировках [9].

Задача регрессионных методов сводится к определению формы функциональной связи между двумя варьирующими признаками и установлению динамической модели, которая позволяет предвидеть некоторые возможные изменения одной зависимой переменной от другой. Насколько в среднем величина одного признака изменяется по отношению к другому признаку, позволяет определить коэффициент регрессии.

В корреляционных методах определяется характер варьирования признаков по отношению к их средним величинам. Выявленная зависимость между выборками является статистической и характеризует влияние многих переменных, в том числе и случайных.

Однако, в регрессионных и корреляционных методах тенденции динамики переменных одного признака существенно отличаться от переменных показателей другого признака [7], их изменчивость может быть измерена величинами относительных долей или энтропией [10, 11]. Однако одномерная пространственная модель энтропии не позволяет учитывать убывающую или возрастающую направленность долевого тренда динамики.

Вопрос о необходимости ранжирования данных аналитических группировок требует дополнительных исследований, поскольку предполагается, что ранжированная величина сохраняет причинную связь между попарно связанными переменными признаками и может дать дополнительные сведения о роли признака в системной организации [12]. Чтобы проверить эти предположения нами были проведены исследования, результаты которых приведены ниже.

Материалы и методы. С помощью предложенного нами метода долевых тенденций изучались изменения в динамике попарно связанных переменных показателей. Исследования проводилось в трёх группах. Первая группа состояла из двух рядов: массы матерей павианов гамадрилов до беременности и массы их новорожденных детенышей. Во второй группе у павианов гамадрилов рассматривалась связь между живой массой и содержанием в крови гемоглобина. Третья группа представлена рядом динамики изменения основного обмена в зависимости от возраста у обезьян.

Все данные показателей были взяты из учебного пособия для биологов, где для демонстрации связи между переменными использовались предлагаемые методы корреляции и регрессии [9]. Ссылки в тексте на величины коэффициентов корреляционной и регрессионной зависимости в изучаемых нами рядах динамики были так же взяты из этого учебника.

Возможность сравнить наш метод по изучению характера связи в переменных показателях с общеизвестными методами, явилось главной целью данной работы. Если учесть трудоемкость вычислительных операций по обработке статистических, то выбор уже частично обработанных литературных данных значительно облегчил решение поставленной задачи и поэтому мы приносим свою благодарность всем тем, кто провел предварительные исследования на животных и сделал статистическую обработку переменных показателей по полученным данным.

Параметр одного из рядов, обладающий причинным влиянием, был нами ранжирован. В результате переменные следственного ряда приобрели ранговую зависимость. Свойства ранговой зависимости были исследованы нами с помощью метода долевых тенденций.

С помощью метода изучались и сравнивались качественные и количественные характеристики тенденций в колеблемости показателей общего ряда динамики и показателей положительных и отрицательных амплитуд этого ряда. Определялась так же и степень сопряжения между различного рода амплитудами в данных рядах динамики.

Характеристиками долевых тенденций в данной работе явились показатели кумулятивной емкости (КЕ) и показатели резерва динамического сопряжения (РДС).

Величины КЕ и РДС определялись как по общему ряду, так и по положительным и отрицательным приростам, которые предварительно были выделены в отдельные динамические ряды. Для вычисления данных показателей в программе excel были созданы вычислительные таблицы. В каждом столбце таблицы выполнялась определенная операция, их формулы приведены ниже и представлены в виде последовательных этапов.

1. Этап. Определение амплитудного прироста между последовательно идущими показателями $(C_{i+1} - C_i)$:

$$\Delta_+ = (C_{i+1} - C_i) + 0,01, \Delta_- = (C_{i+1} - C_i) + (-0,01). \quad (1)$$

2. Этап. Выбор положительных (Δ_+) и отрицательных (Δ_-) амплитуд из общего ряда амплитуд $(\text{ор}_{\text{инт.}})$ в отдельные динамические ряды.

3. Этап. Определение показателей долевого прироста (B_i) :

$$B_i = (p_{i+1} + p_i) \times \pi / \text{Arc cos } \angle \alpha \quad (2)$$

и доли условного участия (D_{yy}) :

$$D_{yy} = B_{y+1} + B_y \quad (3)$$

в рядах положительных и отрицательных амплитуд.

Общая динамика показателей условной доли участия была определена показателем кумулятивной емкости (КЕ) (см. табл.):

$$\text{КЕ} = D_{yy} * D_{ya}, \quad (4)$$

где, D_{yy} - доля условного участия, а D_{ya} - доля условной активности.

4. Этап. Определение показателя резерва динамического сопряжения (РДС)

между общим рядом показателей (OP) и рядом показателей положительных, или отрицательных ($инт±$), амплитуд:

$$PDC = 1 / \sqrt{\frac{\sum (ДУУ_{op} - ДУУ_{инт±})^2}{n-1}} \quad (5)$$

Обсуждение. После ранжирования нами показателей массы матерей их динамика, как видно из графика (см. Рис. 1), приобрела плавную форму, а вот график зависимой массы детёнышей имеет в динамике спады и подъёмы. Корреляция для этой малочисленной выборки составляет коэффициент 0,564 [9, с. 145], что говорит о значительной положительной связи между переменными. Однако, этих данных явно недостаточно, чтобы судить об изменчивости связи в начале и в конце графика.

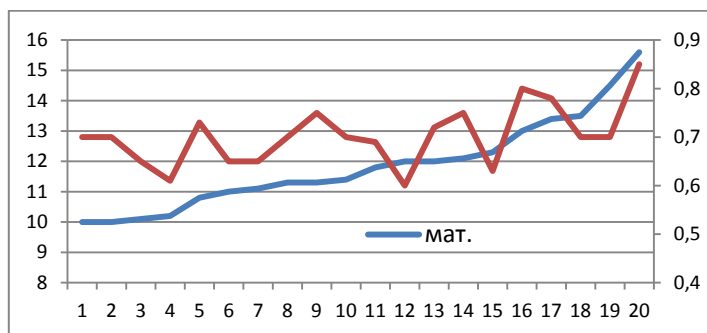


Рис. 1. Динамика массы матерей и их детёнышей после ранжирования показателей.

Чтобы выявить отличия в наблюдаемой на графике асимметрии двух рядов, по данным динамики были вычислены долевые тенденции. Как видно из графиков на Рис. 2 и Рис.3 динамика увеличения показателя кумулятивной емкости (КЕ) у матерей значительно превосходит динамику увеличения у детёнышей. Характер тенденции и их величины представлены в таблице (см. 2.93 и 0.41).

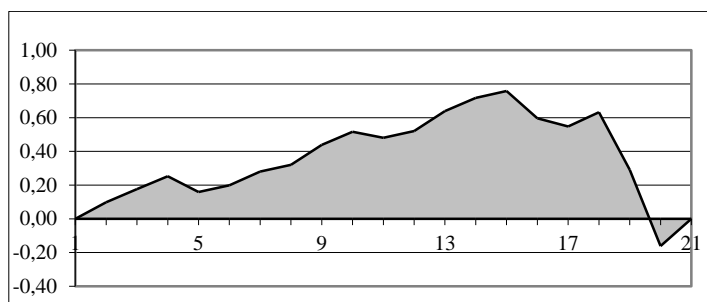


Рис. 2. Показатель долевой тенденции по показателю КЕ, матери

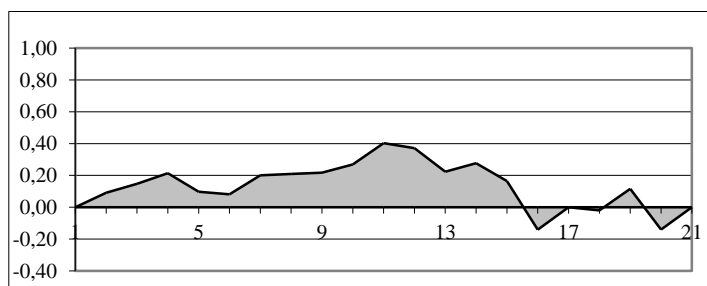


Рис. 3. Показатель долевой тенденции по показателю КЕ, детёныши.

Характеристики долевых тенденций КЕ, представленные в таблице, интерпретируются так, например, величина 2.93 в строках КЕ (динамика массы матерей) показывает на увеличение тенденции в разбросе амплитуд в динамике ряда. Если бы знак перед числом

был отрицательный, то это указывало бы на уменьшение амплитуд в динамике ряда. Тенденции в разбросе амплитуд у детенышей так же увеличиваются, но не столь значительно (см. 0.41).

Общий ряд динамики содержит положительные и отрицательные амплитуды (см. рис. 1), эти амплитуды были выделены в отдельные динамические ряды. Величина сопряжения этих рядов с общим рядом динамики (РДС) так же представлена в таблице. Положительные амплитуды массы детенышей имеют большее сопряжение с общим рядом (1.91), чем отрицательные (0.49). Это говорит о том, что в разбросе отрицательных амплитуд элемент случайности выше, а вычисленный коэффициент корреляции [9, с. 145], видимо, больше связан с динамикой положительных приростов.

Но самым важным фактом, который представлен показателем КЕ, является то, что характер динамики амплитуд масс носит асимметричный характер. Связь между массой новорожденных детенышей и массой матерей, с увеличением мысы матерей, снижается (см. КЕ 2.93 и 0.41), и основную роль в этой динамике играет слабая связь отрицательных амплитуд с общим рядом (см. РДС 0.49).

Во второй группе ряды динамики представлены связными переменными показателями живой массы и величиной содержания в крови гемоглобина у павианов гамадрилов. Для определения тесноты связи, в отличие от предыдущей ссылки, здесь использовался ранговый непараметрический критерий корреляции Спирмена. На 5 % уровне значимости найденная величина корреляции составила +0.673, что подтверждает достаточно высокую степень связи между этими двумя показателями [9, с. 173-175].

Однако вычисление показателей доленых тенденций показало, что величина асимметрии в этих сопряженных показателях так же достаточно высока. Так, увеличение разброса амплитуд (см. КЕ по массе) значительно и составило 0.21, а по гемоглобину тенденции разброса почти не изменились (см. данные КЕ 0.0001 в табл.). Следовательно, можно сделать вывод, что с увеличением массы тела у павианов гамадрилов в крови доля гемоглобина снижается.

В третьей группе исследовалась динамика основного обмена в зависимости от возраста обезьян [1, с. 210-212]. Найденная зависимость между этими признаками была выражена уравнением регрессии степенного типа.

Предположить, что представленная модель дает исчерпывающие информационные показатели динамики – нельзя. Поскольку, в подобранном исследователями возрастном ряде наблюдается высокая колеблемость как одного, так и другого признака (см. Рис. 4).

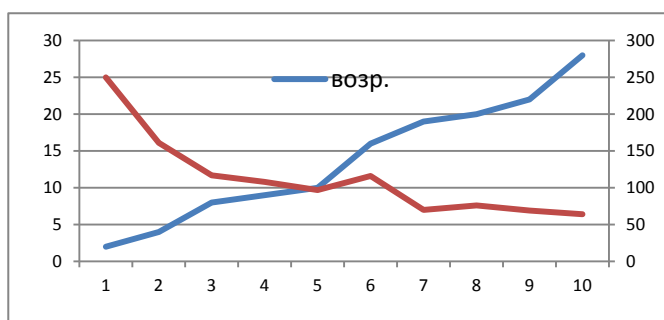


Рис. 4. Возрастные изменения основного обмена.

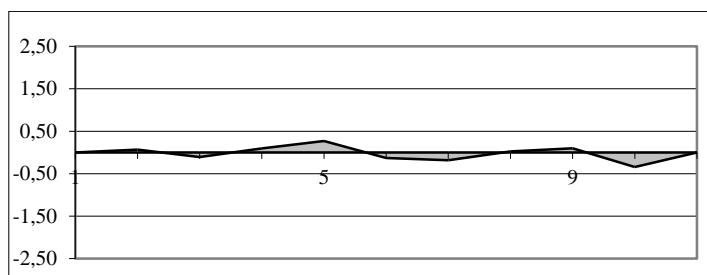


Рис. 5. Изменения показателя КЕ по возрасту

Показатели долевого тренда, представленные в таблице, показывают, что разброс колеблемости в переменных динамики основного обмена (-13.26) значительно превосходит изменения в возрастном ряде (-0.005).

Основную нагрузку в тенденции уменьшения колеблемости основного обмена несут отрицательные приросты, величина их КЕ равна - 18.89. Величина сопряжения их с общим амплитудным рядом динамики так же высока (0.54), что в четыре раза превышает сопряжение положительных приростов (0.13).

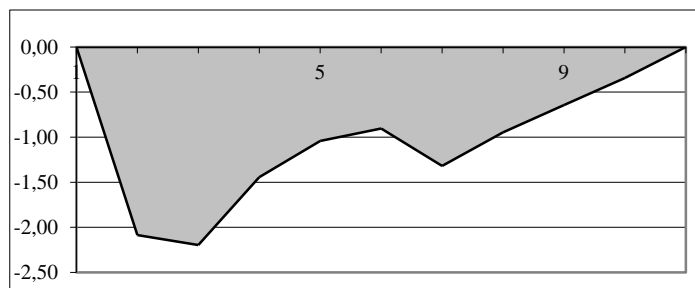


Рис. 6. Изменения показателя КЕ по основному обмену.

Исходя из этого, можно сказать, что целый ряд структурных и системных изменений в организме, связанных с возрастом, являются главной причиной снижения основного обмена.

Таблица 1

Тенденции переменных в ранжированных рядах динамики

вид ДТ	ампли-	Динамика массы		динамич. измен.		динамич. измен.	
		матери	детён.	масса	гемогл.	возраст	общ.обм
КЕ	ор	2,93	0,41	0,21	0,0001	-0,005	-13,26
	+	2,93	0,78		-0,01		-0,39
	-		-0,03		0,0004		-18,89
РДС	+/-		0,39		1,17		0,10
	+/ор		1,91		2,25		0,13
	-/ор		0,49		2,36		0,54

Примечание: ДТ – вид долевого тренда; КЕ – кумулятивная емкость; РДС – резерв динамического сопряжения; ор – общий ряд амплитуд; + положительные приросты; - отрицательные приросты; +/- сопряжение между положительными и отрицательными амплитудами; +/-ор сопряжение положительных амплитуд с общим рядом; -/ор сопряжение отрицательных амплитуд с общим рядом.

Результаты и выводы. Принцип ранжирования переменных показателей в методе долевого тренда позволил выявить особенности связи. Так, во всех трех исследуемых группах была выявлена асимметрия сопряжения, наличие которой в методах корреляций и регрессии можно предположить величиной тесноты связи и коэффициентом регрессии [9, с. 182].

В трех исследуемых группах изучались различные виды биологических связи: генетическая зависимость между массой матерей и массой рождаемых детенышей, структурная зависимость между массой тела и величиной гемоглобина, а так же зависимость обменных процессов от возрастного функционального состояния различных структур и систем организма.

Как показали наши исследования, наибольшим структурным сопряжением обладает величина гемоглобина (см. в табл. РДС 2.25 и 2.36), тогда как величина сопряжения общего обмена оказалась наименьшей (0.13 и 0.54).

Если учесть, что все обследуемые животные являлись здоровыми, то это достаточно объективные данные величин сопряжения изучаемого показателя.

Приведенные примеры показывают преимущества ранжирования в методе долевых тенденций, которое может быть использовано в изучении постоянно изменяющихся процессов в организме под влиянием воздействий внешней среды.

Примечания:

1. Симметрия и асимметрия в природе URL: http://www.ereading.link/chapter.php/133233/61/Mihailov_Koncepcii_sovremennogo_estestvoznaniya.html,
2. Голицын Г.А., Левич А.П. Вариационные принципы в научном знании. Философские науки, 2004. №1. С. 105-136.
3. Холманский А.С. Зависимость ресурса функциональной асимметрии мозга от внешних условий // Асимметрия. 2009. Т. 3. № 1. С. 51-62.
4. Кожара А.В. Структура показателя флуктуирующей асимметрии и его пригодность для популяционных исследований // Биологические науки. 1985. № 6. С. 100-103.
5. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников. М.: Центр экологической политики России, 2000. 66 с.
6. Гелашвили Д.Б., Якимов В.Н. Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta*. Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сборник научных трудов. Вып. 7. Тольятти, 2004. С. 45–59.
7. Иерархия тенденций и колебаний. URL: <http://gendocs.ru/v39299/?cc=9>
8. Левич А.П., Алексеев В.Л., Никулин В.А. Математические аспекты вариационного моделирования в экологии сообществ // Математическое моделирование. 1994. Т.6. №5. С. 55-76.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. Школа, 1980. С. 145, 173-175, 182, 210-212.
10. Колмагоров А.Н. Три подхода к определению “количества информации” // Колмагоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука. 1987. 304 с.
11. Теория информации в медицине. Республиканский межведомственный сборник научных работ. Отв. ред. Бондарин В.А.. Минск, «Беларусь», 1974. 272 с.
12. Организация как система. Под ред. С.В. Богданова. URL: <http://www.standard-company.ru/standard-company6.s.html>

UDC 57.087.1

Role of an Increasing Rank in Revealing Asymmetries of Dynamics of the Interfaced Variables

Anatoly B. Shutov

Sochi state university, Russian Federation
354000, Sochi, Sovetskaya St., 26 a
Senior Lecturer
E-mail: abshutov@mail.ru

Abstract. The principle of ranging of variable parameters in a method of share tendencies has allowed to revealing asymmetry of interface in various kinds of biological communication, and the greatest structural interface in parts of a circuit of the system organization, unlike other parameters, the size of hemoglobin possesses.

Keywords: analytical groupings; numbers of dynamics; ranging; correlation; regress; amplitude of a gain; share tendencies; asymmetry.