

05.00.00 Engineering sciences

05.00.00 Технические науки

UDC 001.8

Framework of Correlative Analysis

Viktor Ya. Tsvetkov

State Scientific Research Institute of Information and Telecommunication Technologies "Informica", Russia

Dr. (technical), Professor, leading research scientist

E-mail: cvj2@mail.ru

Abstract. The article considers correlative analysis as a tool for investigation of the world, which enables to identify hidden connections and additional parameters of the objects description, describes the practical application of the correlative analysis, puts into practice the notion of correlative informational model of an object (CIMO), concept of the derived correlative index (DCI), shows the advantages of correlative approach

Keywords: analysis; a descriptive description; correlative analysis; causal analysis; informational models; the categories of Aristotle.

Введение. Место коррелятивного анализа в системе исследований.

Коррелятивный метод анализа является частью комплексного исследования окружающего мира [2]. Полный комплекс исследований включает дескриптивный, коррелятивный и казуальный этапы анализа [4, 7]. Каждый этап определяет соответствующий тип исследования и анализа. Разные виды анализа дополняют друг друга и позволяют оценить различные стороны объектов и явлений.

Дескриптивное исследование [7] направлено на описание различных связанных систем. Оно включает построение трех групп информационно определенных [3, 4] моделей: моделей объекта; моделей окружения объекта (микросреды); моделей внешней среды (макросреды), в которой находится объект и его окружение. По дескриптивному исследованию, его полноте или противоречивости можно сделать выводы: о целостности объекта и его существенных признаках; о признаках микросреды и отношениях в ней; о признаках внешней среды и отношениях в ней.

Дескриптивное исследование использует методы формализации и формального описания. Дескриптивное исследование широко использует методы дескриптивной статистики. Дескриптивное описание включает качественные и количественные признаки и параметры. При этом описание может иметь явный и неявный вид.

Результаты, полученные в ходе дескриптивного исследования, могут группироваться в таблицы, графики, а также интерпретироваться в текстовой форме. Дескриптивное исследование позволяет придавать данным удобный для проведения оценки и анализа вид. Результат исследования имеет вид описания, но не является достаточным для принятия решения. Он служит задачам поддержки принятия решений.

При формировании дескриптивного описания могут совмещаться как числовые, так и качественные характеристики, которые в ходе исследования могут быть объединены, так и разделены, в зависимости, от того какая характеристика оценивается. В ходе дескриптивного исследования применяются методы и подходы: осуществляется систематизация, классификация, группировки, построение моделей, формальные методы описания, известные правила и дефиниции. На основе дескриптивного исследования получают первичные коллекции данных и параметров, первичные модели, первичные описания.

Дескриптивное исследование формирует описание исходного состояния исследований и создает условия для дальнейшего углубленного анализа.

Следующим этапом исследований является коррелятивный анализ. Коррелятивный анализ дает возможность оценивать связь между элементами системы или модели объекта [2, 6]. Считается, что элементы системы коррелируют, если между ними существует какая-либо взаимосвязь. Это подразумевает сам термин «корреляция»: «ко» означает взаимное действие, а «реляция» (от англ. *relation*) - отношение.

В частности, полученная на первом этапе, дескриптивная статистика помогает выявить наличие связей и отношений между объектами или параметрами, оценить значимость этих связей, получить количественные характеристики этой связи. Оно помогает на основе выявленных связей построить дополнительный ряд параметров. На основе коррелятивного исследования получают дополнительные коллекции параметров, дополнительные (вторичные) модели, дополнительные описания.

Коррелятивное исследование на основе дескриптивного описания осуществляет углубленное изучение характеристики объектов и выявляет дополнительные зависимости отношения и параметры, которые в дескриптивном описании отсутствуют.

Однако, наличие коррелятивной связи или коррелятивных отношений между элементами системы и параметрами не позволяет сделать вывод о причинах связей и динамике процессов. Поэтому следующим этапом исследования является анализ причинно следственных связей. Этот этап исследования называют казуальным [1, 7]. Казуальный анализ проверяет гипотезы относительно причинно-следственных связей и включает построение динамических и функциональных моделей, описывающих причинно следственные связи либо в пространстве параметров, либо в зависимости параметров от времени.

В основе казуального анализа исследуют какое-нибудь явление на основе использования простейшей логики типа: «Если X, то затем Y». Факторы, которые вызывают какие-то изменения, называются независимыми переменными, в то время как переменные, изменяющиеся под воздействием этих факторов, называются зависимыми переменными. Наличие причинно-следственных связей означает, что наличие изменений независимых переменных (исходных состояний) приводит к изменению независимых переменных (последствий).

Казуальный анализ рассматривают как анализ последовательностей. Более того, результаты казуального исследования представляют собой комплекс связанных событий, которые разворачиваются во времени, что позволяет привести точную характеристику с помощью регрессионного анализа, других статистических или аналитических методов. Данный анализ позволяет построить функциональные зависимости эволюции или динамики явлений. На основе казуального исследования получают дополнительные коллекции параметров, дополнительные функциональные модели, дополнительные причинно следственные описания, дополнительные временные описания.

Казуальный анализ создает условия для использования информации полученной в дескриптивном и коррелятивном исследованиях для изучения тенденций изменений и динамики состояния объектов и явлений внешнего мира.

Таким образом, три вида исследований дополняют друг друга дают возможность получать описание исходного состояния исследования, находить скрытые параметры и связи, строить динамические и функциональные зависимости процессов окружающего мира.

Коррелятивный анализ занимает промежуточное место между дескриптивным и казуальным исследованиями и дополняет их. Это определяет место коррелятивного анализа в общей системе исследований и анализа как обязательного промежуточного этапа исследований.

Основные принципы коррелятивного анализа

Наличие коррелят дает основание говорить о наличии отношений или связей между параметрами модели, ближайшего окружения и внешней среды и создавать дополнительные признаки повышающие полноту описания объекта исследования. Эти признаки не видны при первичном дескриптивном описании. Термин «коррелят» введен

Аристотелем [10], которым он обозначает относительное понятие, содержание которого уясняется при сопоставлении с каким-нибудь другим понятием (вторым коррелятом).

В широком смысле слова *корреляты* подразумевают *факторы или понятия*, между которыми существуют *отношения или связи* и эти факторы относятся к *общему объекту*, как его *свойства или атрибуты*. Коррелятивный анализ направлен на поиск коррелят, что дает основание говорить о наличии дополнительных связей и отношений в первичных моделях. Коррелятивный анализ направлен также на формирование дополнительных характеристик и показателей, что раскрывает полнее исследуемые свойства объекта или явления.

Коррелятивный анализ включает три составляющие: системный подход, информационный подход, категориальный анализ.

1. Системный подход [1] при коррелятивном анализе включает следующие принципы.

1.1. Все исследуемые явления могут быть представлены в виде моделей систем, включающих элементы, связи, отношения.

1.2. Исследуемый объект или явление находится в микросреде.

1.3 Исследуемый объект и его микросреда находятся во внешнем окружении.

2. Информационный подход при коррелятивном анализе включает следующие принципы.

2.1. Все исследуемые объекты и явления находятся в естественном информационном поле, из которого исследователь на основе инструментов измерения и наблюдения создает искусственное информационное поле.

2.2. Информационные описания объектов не являются произвольными, а имеют вид различных информационных моделей [3].

2.3. Информационные модели по степени их существования делятся на дескриптивные (описательные с фиксированными связями), ресурсные (обновляемые с ассоциативными и динамическими связями) и интеллектуальные (активные).

2.4. Построение информационной модели, означает ее идентификацию с помощью информационно определяемых параметров [1]. Эти параметры следует считать первичными.

3. Категориальный подход основан на работе Аристотеля «Категории» [10]. Он включает следующие принципы при коррелятивном анализе.

3.1. Главную содержательную часть объектов и явлений можно обозначать термином «сущность», которая имеет набор существенных признаков, отличающие ее от других сущностей.

3.2. Сущность может быть первичной, из которой можно получать производные или вторичные сущности. Процесс получения вторичных сущностей из первичных в рамках современной науки можно трактовать как механизм моделирования.

3.3. В общем все объекты могут иметь характерные сопоставимые признаки, которые называют категориями. Аристотель выделяет следующие категории [10 ch.4] (*substance, quantity, quality, relation, place, time, position, state, action, or affection*) в русскоязычной литературе их переводят как субстанция (сущность), количество, качество, отношение, место, время, позиция (ситуация), состояние, действие, или влияние.

3.4. Для сравнения исследуемых или оцениваемых объектов необходимо использовать сравнимые категории или создавать новые категории, в которых можно проводит сравнение свойств объектов.

Понятие «отношения», которое ввел Аристотель, отличается от английского термина «*relation*». Оно состоит из трех слов (*греч το πρός τι* — «то, по отношению к чему») — способ, которым одна вещь может быть связана с другой. Это очень важное определение, так как оно дает различие между «отношением» и «связью». Аристотель определяет отношение как *возможность связи*.

Параметры объекта (п.2.4) становятся коррелятами, если между ними существуют отношения или связи. Первичные параметры (п.2.4) могут не включать описания коррелят. Следовательно, выявление коррелят является постобработкой после создания моделей или сбора информации. С этой позиции выявление коррелят это нахождение скрытых или неявных свойств, которые в первичных моделях не отражены. Выявление коррелят дает

возможность создавать дополнительные коррелятивные показатели, что повышает полноту описания (п.1.1) или моделирования (3.2) при управлении [8, 9] и оценивании.

Практическое применение коррелятивного анализа

Различают два вида коррелят по направленности взаимодействия: *оппозиционные*, связанные отношениями противоположности [5], («доходы – затраты», «достоинства – недостатки») и *дополняющие* (например, «длина - ширина»). Количество коррелят может быть два и более.

Коррелятивные показатели – это показатели, которые вычисляют на основе различных математических отношений между исходными коррелятами. Простейший показатель формируется на основе разности. Например, оппозиционные корреляты «доходы - затраты» дают возможность получить коррелятивные показатели «прибыль», «точка окупаемости», «доходность проекта» и т.д.

В статистике используют показатель коэффициент корреляции [11]. Этот показатель, измеряемый в пределах от 0 до 1 показывает значимость связи между наборами двух параметров (переменных). При коэффициенте корреляции=1 говорят о полной взаимосвязи между параметрами. При коэффициенте корреляции=0 говорят о полном отсутствии взаимосвязи между параметрами. Для других значений оценивают связь с определенной вероятностью.

Рассмотрим, как влияют корреляты на качество анализа и оценки. Для этого используем понятие информационная модель объекта (ИМО) исследования или анализа.

Информационная модель [1] (ИМ) - формализованная, взаимосвязанная совокупность идентифицируемых и информационно определенных параметров, отражающая не только основные свойства объектов моделирования, но и наиболее существенные отношения между ними и окружающей средой. Таким образом, информационная модель объекта (ИМО) представляет собой дескриптивное описание, которое включает: набор параметров (*P*), связей (*Con*) между параметрами, наиболее существенные отношения (*Re*).

$$ИМО = F(P, Con, Re).$$

Такой подход называют параметрическим и такую информационную модель параметрической. Коррелятивный подход включает дополнительный анализ, который направлен на выявление дополнительных параметров: коррелят (*Cr*) и типов отношений (*ReC*) между коррелятами. Он приводит к коррелятивной информационной модели объекта (*СИМО*), которая является более подробным описанием по сравнению с *ИМО*.

Дополнительно, использование коррелят и отношений между коррелятами дает возможность создания новых *производных коррелятивных показателей (DCI)*. В результате коррелятивная информационная модель объекта имеет вид некой функции *F*

$$СИМО = F(P, Con, Re[Cr, ReC, DCI]).$$

В прямоугольных скобках дополнительная информация, которая детализирует структуру системы и повышает полноту описания объекта анализа или исследования.

С позиции книг «Метафизика» и «Категории» Аристотеля производный коррелятивный показатель (*DCI*) является производной сущностью или вторичной сущностью, которая полнее раскрывает свойства исследуемого объекта или явления.

Что дает коррелятивный анализ? Во-первых, наличие одного коррелята *Cr1* подразумевает поиск другого коррелята *Cr2*. Только после этого можно проводить анализ объекта, который эти корреляты описывают. Наличие коррелятивных отношений (*ReC*) дает возможность формировать *DCI*. Наличие *DCI* дает возможность формировать дополнительные характеристики объекта, которые при параметрическом подходе остаются неизвестными и неиспользуемыми.

Рассмотрим область недвижимости. Дополняющие корреляты «ширина» и «длина» земельного участка для разных участков не являются элементом сравнения и не позволяют проводить какие-либо оценки. Но их математическое произведение дает *первичный коррелятивный показатель DCI* «площадь». Этот показатель дает возможность сравнивать участки, имеющие произвольные длину и ширину в единой метрической системе сравнений (п.3.4).

Количественное значение показателя площади, умноженное на нормативную и приведенную рыночную стоимость единицы площади *вторичный производный*

коррелятивный показатель *DCI2* – экономическую оценку стоимости всего участка. Этот показатель дает возможность сравнивать участки, имеющие произвольные длину и ширину в единой экономической системе сравнений (п.3.4).

Стоимость участка дает возможность их сопоставления и вовлечения в сделки на общем рынке. Таким образом, коррелятивные показатели дают возможность получать на основе индивидуальных характеристик объектов общие сравнимые характеристики, связанные с метрическими, экономическими, экологическими и иными категориями.

Рассмотрим более сложный случай комплекс недвижимости, когда объект собственности представляет собой связанные земельный участок и объект недвижимости (строение). Как правило, стоимость объекта недвижимости является определяющей и составляет большую часть стоимости комплекса недвижимости. Это общепризнанное положение. В ряде учебников по экономике недвижимости стоимость комплекса недвижимости (*the cost of complex real estate - CCRE*) рекомендуют оценивать как сумму стоимости площади участка (*the cost of the plot area – CAS*) (в сотках) и стоимости площади объекта недвижимости (*area cost of the property - ACP*) (кв метры).

$$CCRE = CpULA AL + CpUAE ARE.$$

CpULA (cost per unit of land area) – стоимость единицы площади (100 кв. метров) земельного участка, *CpUAE (the cost per unit area estate)* – стоимость единицы (1 кв. метр) площади недвижимости. *AL (area of land)* – площадь земельного участка. *ARE (area real estate)* – площадь недвижимости. Однако практика опровергает такой подход.

Исследования стоимости комплексов недвижимости в Подмосковье, проведенные студентами МИИГАиК, выявили расхождение этой оценки в несколько раз для комплексов с одинаковым строением, но разными по площади участками. Эмпирически была получена формула

$$CCRE = CpULA AL + CpUAE ARE + CpULA \exp(- [a Kf]^2),$$

Где *Kf (Konyunktorny factor)* – Конъюнктурный фактор

Kf= (|AL - Laid|); *a≈0.08*;

Laid (land area, increased demand) – площадь участка, повышенного спроса.

Величина «*a*» определяется местными условиями.

Вывод. Между стоимостью комплекса на участке произвольной площади и стоимостью комплекса на участке повышенного спроса существует коррелятивное отношение. Это дает основание рассматривать их как корреляты, учитывать это отношение в стоимости комплекса, тем самым уточняя исходную модель.

Рассмотрим применение коррелятивной модели при *SWOT*-анализе [6]. По существу составляющие *SWOT*-анализа: «сильные стороны – слабые стороны», «возможности-угрозы» представляют собой пары оппозиционных коррелятов, дополняющих друг друга. Это дает возможность их отображать графически на плоскости. Если эти показатели уравновешивают друг друга, то получаем сбалансированное состояние для организации – центральный прямоугольник (*SWOT – матрица*). Если возможности и сильные стороны перевешивают, то получаем конкурентоспособное состояние – верхний правый прямоугольник. Если угрозы и слабые стороны перевешивают, то получаем не конкурентоспособное состояние - нижний прямоугольник

Таким образом, коррелятивная модель дает оперативную информацию о состоянии организации и принятии необходимых решений [6, 8, 9]. В целом, использование коррелятивного подхода, дает возможность создавать новые характеристики объекта, повышающие полноту его описания и позволяющие проводить дополнительное сравнение объектов и их состояний. Все это повышает качество анализа и эффективность управленческих решений.

Примечания:

1. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика: Учебно-методическое пособие: В 2-х частях: / Под общ. ред. А.Н. Тихонова. Часть.1, - М.: МАКС Пресс. 2008. 788 с.

2. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Коррелятивные методы анализа информации / 7-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сфера их применения». Материалы конференции. – М.: Информационное агентство «Гром» 2011. С. 14-15.

3. Цветков В.Я. Информационные модели и информационные ресурсы // Геодезия и аэрофотосъемка. 2005. №3. С. 85-91.
4. Цветков В.Я. Геоинформационный мониторинг // Геодезия и аэрофотосъемка. 2005. №5. С. 151-155.
5. Цветков В.Я. Использование оппозиционных переменных для анализа качества образовательных услуг // Современные наукоёмкие технологии. 2008. №. 1. С. 62-64.
6. Цветков В.Я. Коррелятивный анализ в управлении // Математические методы и модели анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов черноморского побережья Болгарии / Материалы Международной научно-практической конференции 5-12 марта 2012 г. – Поморие, Болгария, 2012. С. 266-269.
7. Цветков В.Я., Булгаков С.В. Анализ инфраструктуры информационной системы // Успехи современного естествознания. 2010. № 3. С. 136-137.
8. Цветков В.Я., Оболяева Н.М. Использование коррелятивного подхода для управления персоналом учебного заведения // Дистанционное и виртуальное обучение. 2011. №8 (50). С. 4-9
9. Цветков В.Я., Пушкарева К.А. Компетенции и конкурентоспособность персонала // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. №1. С. 85-86.
10. *Categoriae and de interpretation. The works of Aristotle. Volume I / translated into english under the editorship of W. D. Ross. - OXFORD AT THE CLARENDON PRESS, 1928. 668 p.*
11. Marcelo Fernandes Statistics for Business and Economics © 2009 Marcelo Fernandes & Ventus Publishing ApS.

УДК 001.8

Основы коррелятивного анализа

Виктор Яковлевич Цветков

Государственный научно-исследовательский институт информационных и телекоммуникационных технологий «Информика», Россия
Доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник
E-mail: cvj2@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен коррелятивный анализ как инструмент исследования окружающего мира, который позволяет выявлять скрытые связи и определять дополнительные параметры описания объектов. Описано практическое применение коррелятивного анализа. Введено понятие коррелятивной информационной модели объекта (*СИМО*) Введено понятие производного коррелятивного показателя (*ДСИ*). Показаны преимущества коррелятивного подхода.

Ключевые слова: анализ; дескриптивное описание; коррелятивный анализ; казуальный анализ; информационные модели; категории Аристотеля.