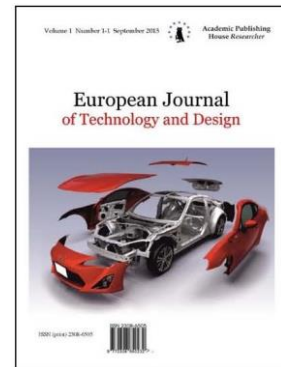


Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
 European Journal of Technology and Design
 Has been issued since 2013.
 ISSN: 2308-6505
 E-ISSN: 2310-3450
 2017, 5(1): 37-42

DOI: 10.13187/ejtd.2017.1.37
www.ejournal4.com



Informational Structural Modeling

V.Ya. Tsvetkov^{a, *}

^a Moscow technological University (MIREA), Russian Federation

Abstract

This article describes a new approach to the structural modeling of empirical data. This approach is based on the information structural modeling. Data modeling is a general structural view of deterministic and statistical structural modeling. News structural modeling based on the use of information of the situation, construction information and information units. News structural modeling allows you to build linear and non-linear structure, including the structure of systems with feedback. The article shows the relationship of information as the basis for the construction of structures of phenomena or objects.

Keywords: information, empirical data, structural modeling, Trinitarian systems, statistical methods, information construction information relations, informational approach.

1. Введение

В настоящее время термин структурное моделирование применяется широко и в разных направлениях (Singh et al., 2003). Это обусловлено тем, что объектом моделирования может быть широкий спектр технических и социальных объектов. Этим понятием обозначают функциональное и системное моделирование, связанное с созданием новых систем (Marca, McGowan, 1987). Этим понятием обозначают в отдельных случаях структурный анализ, связанный с анализом в области психологии и социологии (Hibbeler, Kiang, 2015). Структурное моделирование связывают с объектным моделированием. Структурное моделирование применяют в лингвистике для анализа языковых конструкций. Структурное моделирование связывают с латентным анализом. В психологии и социологии структурное моделирование связывают с методами построения структуры неявных переменных на основе исходных эмпирических коллекций (Westland, Christopher, 2015). Перечисленные направления связаны либо с аксиоматическим подходом, либо с эмпирическим подходом. Теории как таковой в этих подходах не было, хотя методики были и есть. Информационное моделирование (Sudarsan et al., 2005; Tsvetkov, 2016) содержит многочисленный инструментарий для решения задач структурного моделирования, но вплотную такая задача в информационных технологиях не возникала.

2. Материал и методы исследования.

В качестве материала использовались существующие исследования в области статистического структурного моделирования. Использовался опыт работ в области детерминированного структурного проектирования. Использовался опыт работ в области информационного конструирования. В качестве методики исследования применялся

* Corresponding author
 E-mail addresses: cvj2@mail.ru (V.Ya. Tsvetkov)

системный анализ, структурный анализ, ситуационный анализа и информационное моделирование.

3. Результаты исследования

Исследование направлений информационного структурного моделирования. Информационное структурное моделирование имеет много различных реализаций. Выделим следующие направления применения структурного информационного моделирования: создание или проектирование технических или технологических объектов (системы, технологии, проекты); исследование структуры объекта или явления; выделение из аморфной совокупности данных структуры при явном задании исходной совокупности; выделение из аморфной совокупности данных структуры при наличии скрытых (латентных) переменных в исходной совокупности, применение информационного моделирования для создания структуры.

Из множества методов можно выделить два класса: статистические (включая вероятностные) методы формирования структуры; формирование структуры на основе информационного моделирования (включая дихотомию и оппозицию). В обеих группах результатом моделирования является информационная конструкция (Tsvetkov, 2014b) как отражение структуры.

Статистический подход структурного моделирования. Суть статистического подхода показана на рис. 1.

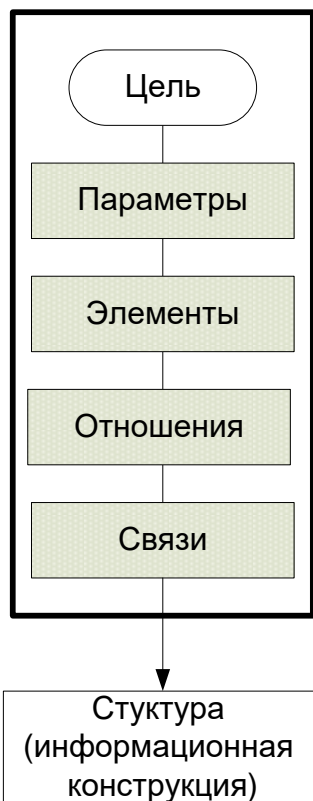


Рис. 1. Статистический подход формирования структуры.

Распространенным методом структурного моделирования при этом подходе является применение уравнений структурного моделирования (Structural equation modeling – SEM) (Westland, Christopher, 2015; Kline, 2010), которое полностью соответствует этапам на рис. 1. Построение структуры согласно схеме 1 происходит сверху вниз.

Применение уравнений структурного моделирования реализуется в виде наборов математических моделей и статистических методов, которые приводят к построению структурных конструкций эмпирических данных. Подход SEM включает разнообразный

набор методов: факторный анализ, «анализ пути», скрытое моделирование роста и другие. Этот подход не следует смешивать с концепцией структурных моделей в эконометрике и структурными моделями в экономике.

Отличительными особенностями SEM является применение двух моделей: *структурной модели*, показывающей причинные связи между эндогенными и экзогенными переменными; *модели измерений*, показывающей отношения между латентными переменными и их явными показателями.

Одной из широко применяемых методик в статистическом подходе структурного моделирования является анализ пути (path analysis) или диаграммы пути (path diagrams) (Eichler, 2007). Анализ пути используется для описания направлений (пути) зависимостей между эмпирическими переменными, включая латентные. С концептуальных позиций path analysis и path diagrams представляют собой анализ информационной ситуации (Tsvetkov, 2012), которая формируется на основе специфических описаний, включающих латентные информационные единицы (Tsvetkov, 2014a). Информационные единицы составляют основу будущей структурной конструкции. Существует еще ряд методов, но общий принцип всех методов состоит в статистической обработке наблюдений и построение структуры на основе статистической обработки, связывающей эмпирические и скрытые параметры.

Уравнения структурного моделирования применяют в социологии, психологии и других социальных науках. Этот подход часто применяют для выявления скрытой конструкции. При этом фактически осуществляется построение информационной конструкции, но не в терминах информационных технологий, а в вероятностных и статистических терминах. Элементы теории уравнений структурного моделирования в терминах информационных технологий являются информационными единицами. Название метода «уравнения структурного моделирования» является общепринятым, но не удачным. По существу речь идет не об уравнениях, а о методах анализа эмпирических данных и построения некой скрытой структуры, которую называют конструкцией. Интеграция этих методов с информационным конструированием может существенно развить данное направление и способствовать развитию новой теории структурного моделирования.

Информационный подход структурного моделирования. На рис. 2. приведена концептуальная схема построения информационной структуры.



Рис. 2. Концептуальная схема построения структуры на основе информационного подхода.

Построение структуры согласно схеме [рис. 2](#) происходит снизу вверх. На [рис. 2](#) показаны основные факторы информационного структурного моделирования. Принципиальным является применение информационных единиц ([Tsvetkov, 2014a](#)), которые играют роль алфавита при моделировании. Это придает системность моделированию и сопоставимость получаемым структурам.

Общие принципы структурного информационного моделирования при проектировании и формировании нового объекта включают следующие этапы: Задание элементов моделирования – информационных единиц; Задание синтаксиса; формирование информационных связей и отношений; Построение информационной конструкции.

Общие принципы структурного информационного моделирования при выявлении структуры объекта включают следующие этапы: Выявление связей и отношений. Дихотомическое деление объекта, оппозиционное деление объекта; Построение информационной конструкции.

Отношения как основа построения структур. При обоих вариантах на [рис. 1](#) и [рис. 2](#) важное значение имеют отношения, которые необходимо выявить. Применение отношений при построении структуры вытекает из следующего.

Любая система или конструкция имеет структуру. Структура характеризуется наличием связей и частей. Поэтому формирование структуры объекта включает деление объекта на части и установление разных типов связей в этой совокупности. Любой объект или система взаимодействуют с внешней средой, поэтому связи делятся на две группы внешние и внутренние. Эти связи имеют разное качество: информационные, коммуникационные, функциональные и др. Основой формирования связей являются отношения. Существование отношений является необходимым, но не достаточным условием формирования связей и формирования структуры. Наличие отношений позволяет соотносить между собой части совокупности, которая изначально не описывается структурой. Выделение частей из совокупности и нахождение связей дает возможность формирования структуры.

Отношения в информационном поле можно рассматривать как некое информационное соответствие между элементами множества или совокупности. Эти соответствия можно делить на сильные и слабые. Слабое соответствие выражается отношением. Сильное соответствие выражается связью. Унитарные отношения описывают свойства частей или элементов. Бинарные отношения между частями совокупности отражают взаимность и приводят к построению связей. Отношения порядка в системе и задают иерархию в этой системе среди ее элементов и частей. Среди различных отношений в последнее время широко применяют и используют информационные отношения ([Tsvetkov, 2015](#)). Информационные отношения отражают прямые, косвенные, первичные и вторичные отношения между информационными моделями и их частями.

При информационном структурном моделировании возникают и решаются задачи, которые не решаются методами информационного статистического моделирования. Первое, что необходимо различать это структурная вложенность, которая структурой не является, и структура ([рис. 3](#)).

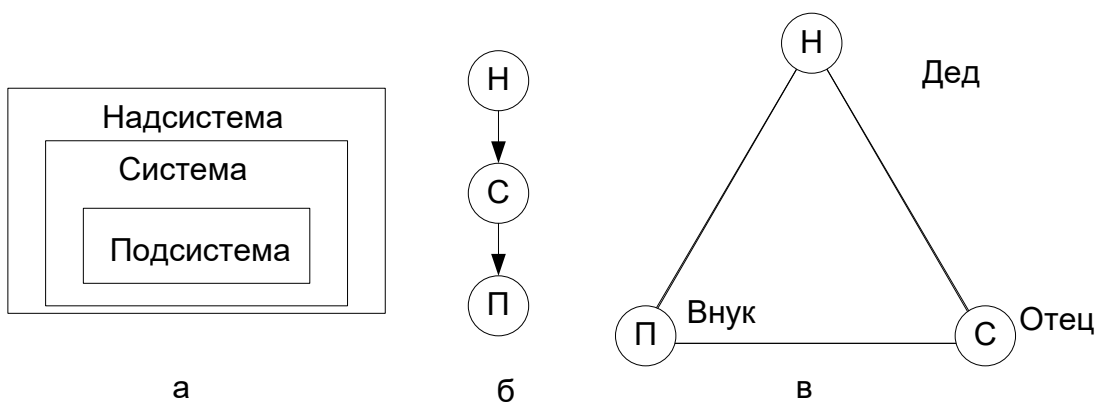


Рис. 3. Структурная вложенность а) и два типа структуры

Рис. 3 а) показывает схему структурной вложенности, которая является выражением системного подхода. Эта схема показывает факт наличия частей системы, но не задает связи между ними. На рис 3 показана надсистема (Н), система (С) и подсистема (П). На **рис. 3 б)** показана иерархическая структура этих компонент, которая является линейной. Иерархическая структура служит основой управления [13] в вооруженных силах и диктаторских режимах.

На **рис. 3 в)** показана тринитарная структура этих компонент, которая является нелинейной. Для наглядности приведены сопоставления: надсистема – дед, система - отец, подсистема – внук. На **рис. 3 в)** отношение Н-С и отношение С-П равнозначны. Это отношения отца к сыну. Но отношение Н-П деда и внука является дополнительным и отличается от отношений Н-С. Это отношение может задавать обратную связь и быть основой самоорганизации тринитарной системы. Три разных отношения формируют тринитарную структуру. В настоящее время это понятие широко используют: в теологии (SM T. R., 2007), в социологии (Grassl, 2013) и в философии. В технических науках и в области моделирования это понятие используют редко. Если отношение Н-П отсутствует, то тринитарная структура преобразуется в линейную иерархическую структуру.

4. Обсуждение

Современные подходы структурного моделирования ориентированы в основном на функциональные детерминированные методы или на статистические вероятностные методы. Информационный подход информационные единицы и информационные конструкции не применяют во многих методах структурного моделирования. Применение информационных единиц аналогично применению метода конечных элементов при структурном проектировании (De Borst et al., 2012). Это является косвенным подтверждением правильности информационного подхода. Термин структурное моделирование и особенно структурный анализ используется в психологии, социологии и связан с извлечением скрытых переменных в бесструктурной эмпирической совокупности. В детерминированном моделировании чаще используют термин структурное проектирование. При построении структур предпочитают строить структуры по иерархическому принципу. Тринитарные структуры практически не используют при структурном моделировании, хотя они служат основой самоорганизующихся систем и нелинейных процессов. Информационное структурное моделирование создает возможность построения нелинейных структур. Понятие информационная конструкция также практически не используют во многих методах. В тоже время по определению основная функция информационной конструкции моделирование и отражение структуры объектов и процессов. Применение информационной конструкции должно упростить структурное моделирование.

5. Заключение

Информационное поле служит основой связи между разными эмпирическими данными. Оно задает информационные связи между первичными и вторичными данными, которые впоследствии могут быть описаны различными функциональными связями. Использование информационного поля в качестве концепции построения структуры является фундаментальным. Такая концепция задает информационный подход как основу для структурного моделирования.

Предварительным этапом структурного моделирования является формирование модели информационной ситуации. Информационная ситуация включает связи и отношения объекта с другими объектами и с частью информационного поля. Для моделирования структур при помощи статистического или детерминированного подходов эффективно использование информационной конструкции. Информационная конструкция является обобщенным описанием моделей, объектов, процессов или явлений. Информационная конструкция позволяет выявить ключевые взаимосвязи между различными факторами, чтобы проанализировать исследуемый процесс или технологию. Она позволяет использовать главные факторы для построения структуры исследуемого объекта, технологии или процесса. Информационная конструкция позволяет также строить нелинейные и тринитарные структуры, которые пока остаются за рамки исследований в

области структурного моделирования. Перенос статистических методов структурного моделирования в область информационных технологий может существенно развить данное направление и способствовать обобщению и развитию теории структурного моделирования.

References

- [Clauset et al., 2008](#) – *Clauset A., Moore C., Newman M. E. J.* (2008). Hierarchical structure and the prediction of missing links in networks. *Nature*, 453 (7191), 98-101.
- [De Borst et al., 2012](#) – *De Borst R. et al.* (2012). Nonlinear finite element analysis of solids and structures. John Wiley & Sons.
- [Eichler, 2007](#) – *Eichler M.* (2007). Granger causality and path diagrams for multivariate time series. *Journal of Econometrics*, 137(2), 334-353.
- [Grassl, 2013](#) – *Grassl W.* (2013). Integral human development in analytical perspective: a Trinitarian model *Journal of Markets and Morality*, 16(1).
- [Hibbeler, Kiang, 2015](#) – *Hibbeler R. C., Kiang T.* (2015). Structural analysis. Prentice Hall.
- [Kline, 2010](#) – *Kline R.B.* (2010). Principles and practice of structural equation modeling. New York: Guilford Press.
- [Marca, McGowan, 1987](#) – *Marca D. A., McGowan C. L.* (1987). SADT: structured analysis and design technique. McGraw-Hill, Inc.
- [Singh et al., 2003](#) – *Singh M. D. et al.* (2003). An interpretive structural modeling of knowledge management in engineering industries *Journal of Advances in Management Research*, 1(1), 28-40.
- [SM T. R., 2007](#) – *SM T. R.* (2007). Evelyn Underhill on Spiritual Transformation: A Trinitarian Structure? *Australian EJournal of Theology*.
- [Sudarsan et al., 2005](#) – *Sudarsan R. et al.* (2005). A product information modeling framework for product lifecycle management *Computer-aided design*, 37(13), 1399-1411.
- [Tsvetkov, 2012](#) – *Tsvetkov V.Ya.* (2012). Information Situation and Information Position as a Management Tool. *European researcher. Series A*, 36(12-1), 2166- 2170.
- [Tsvetkov, 2014a](#) – *Tsvetkov V.Ya.* (2014). Information Units as the Elements of Complex Models. *Nanotechnology Research and Practice*, 1 (1), 57-64.
- [Tsvetkov, 2014b](#) – *Tsvetkov V.Ya.* (2014). Information Constructions. *European Journal of Technology and Design*, 5(3), 147-152.
- [Tsvetkov, 2015](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2015). Information Relations. *Modeling of Artificial Intelligence*, 8 (4), 252-260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252
- [Tsvetkov, 2016](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2016). Information Models and Information Resources. *European Journal of Technology and Design*, 12(2), 79-86. DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.79.
- [Westland, 2015](#) – *Westland, J. Christopher* (2015). Structural Equation Modeling: From Paths to Networks. New York: Springer.