

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ДАННЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЛЛЬНЫХ ОЦЕНОК

Гусев В.Б.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,

Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65

gusvbr@ipu.ru

Аннотация. Предложен способ формализации модели сложного объекта с использованием экспертных данных. Сложный объект представляется в виде набора взаимодействующих компонент (факторов). Для численных характеристик отдельных взаимодействий компонент используются балльные оценки, которые в зависимости от объекта исследования могут интерпретироваться как степень риска, затраты времени, материальных ресурсов, степень влияния при взаимодействии компонент. Для каждого из перечисленных типов оценок применяются соответствующие вычислительные операции, а результатами расчетов являются балльные оценки системного ответа исследуемого объекта на внешние воздействия, формируемые в процессе счета как транзитивное замыкание первичных оценок. Приводятся примеры различных способов формализации.

Ключевые слова: модели сложного объекта, экспертные данные, балльные оценки, степень риска, затраты ресурсов, степень влияния.

Введение

Объектом анализа является сложный объект, представимый в виде набора взаимодействующих компонент. Информация об объекте носит экспертный (качественный или полуколичественный) характер. Цели формализации: получить исходную (первичную) модель функционирования сложного объекта. Эта модель отображает его функциональные особенности и характеристики свойств сложного объекта как системы [1-3]. Первичная модель системы предназначена для расчетов отклика ее компонент на различные виды воздействий и различные условия ее функционирования (сценарии). Взаимодействие компонент объекта может описываться с помощью графов, матриц, формульных выражений. На основе первичной модели может быть построена модель полного отклика системы. Например, если мы работаем с системой, описываемой линейными операциями, то в качестве модели полного отклика мы получаем матрицу отклика сложного объекта на произвольную конфигурацию воздействий на компоненты объекта, учитывающую как первичные, так и косвенные воздействия (их транзитивное замыкание) [4].

Основными понятиями при формализации сложного объекта являются: факторы модели, которые соответствуют компонентам сложного объекта; взвешенный граф взаимодействия этих компонент (факторов); оценки степени влияния компонент, оценки рисков воздействия одних компонент на другие, оценки временных затрат (задержек), оценки затрат ресурсов (материальных, финансовых). При этом, используется понятие примитивного (непосредственного) взаимодействия факторов и понятие косвенных (опосредованных) влияний факторов (через факторы-посредники в транзитивных цепочках).

Рассматриваются следующие типы вычислительных операций при расчете вышеперечисленных взаимодействий: операции многозначной логики, линейные операции, операции с временными задержками, операции с оценками затрат ресурсов.

Представление моделей

Взаимодействие факторов реализуется последовательностью (поток) операций – последовательных или параллельных. Конечным результатом перечисленных операций является транзитивное замыкание взаимодействий.

Формализацию сложного объекта можно представить следующими этапами:

- Выделение компонент или факторов, характеризующих функционирование сложного объекта
- Определение типа связей между компонентами и их характера (взаимно компенсирующий, дополнительный, смешанный тип связей)
- Определение или уточнения степени влияния в балльной системе.
- Представление схемы связей или взаимодействия в формализованном виде.

Процесс формализации сложного объекта является начальной стадией моделирования. Этот процесс начинается с подбора факторов, характеризующих рассматриваемую проблему и их классификации. С точки зрения проблемы целеполагания наиболее подходит древообразная структура.

Для перехода к расчетам по модели необходимо конкретизировать вычислительные операции, которые отображают этапы взаимодействия компонент объекта.

Интерпретация результатов и верификация модели взаимодействий заключается в следующем. Эксперт анализирует полный граф взаимовлияний факторов и сопоставляет их с реальными наблюдениями или с реальным опытом. Если есть расхождение – то проводится верификация модели с целью ее согласования с реальным опытом.

Приведем пример предложенного метода формализации сложного объекта. Рассматриваются факторы финансовой политики ЦБ РФ, влияющие на показатели экономического роста. Для получения прогноза оценок влияния необходимо учесть определенное количество первичных связей и косвенных влияний факторов. Предполагается, что оценки этих первичных связей могут быть заданы экспертным путем. Формульное представление схемы влияний факторов состоит из уравнений, правая часть которых содержит имена факторов с весами – балльными оценками влияния, соединенные знаками дизъюнкции \vee (означает независимое влияние факторов) или конъюнкции \wedge (применяется тогда, когда соответствующие факторы правой части оказывают влияние только в совокупности).

Пример формульного представления схемы влияний представлен в табл. 1.

Таблица 1. Формульное представление схемы влияний.

| |
|---|
| Ставка рефинансирования = 5(Спрос на деньги (издержки)) \vee (-5) (Предложение денег) |
| Ставки по кредитам = 5(Межбанковские ставки) \vee 6(Ставки по депозитам) \vee (-6)(Предложение денег) |
| Межбанковские ставки = 5(Ставка рефинансирования) \wedge 7(Спрос на деньги) |
| Ставки по депозитам = 4(Межбанковские ставки) |
| Дефлятор (Индекс инфляции) = 6(Спрос на деньги) |
| Спрос на деньги = -6(Ставки по кредитам) \vee 5(Дефлятор) |
| Предложение денег = 4(Ставки по депозитам) \vee 7(Эмиссия) |
| Эмиссия = -5(Предложение денег) |

В таблице 2 приведено матричное представление схемы влияний. Здесь совокупное влияние факторов представляется группировкой коэффициентов матрицы. Каждая группа обозначается нечисловым (буквенным) постфиксом (окончанием) с фиксированным символом. Разные группы в строке имеют различные постфиксы.

Таблица 2. Пример матричного представления схемы влияний.

| | 1. Ставка рефинансирования | 2. Ставки по кредитам | 3. Межбанковские ставки | 4. Ставки по депозитам | 5. Дефлятор | 6. Спрос на деньги | 7. Предложение денег | 8. Эмиссия |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------|--------------------|----------------------|------------|
| 1. Ставка рефинансирования | | | | | | 5 | -5 | |
| 2. Ставки по кредитам | | | 5 | 6 | | | -6 | |
| 3. Межбанковские ставки | 5a | | | | | 7a | | |
| 4. Ставки по депозитам | | | 4 | | | | | |
| 5. Дефлятор | | | | | | 6 | | |
| 6. Спрос на деньги | | -6 | | | 5 | | | |
| 7. Предложение денег | | | | 4 | | | | 7 |
| 8. Эмиссия | | | | | | | -5 | |

На рис. 1 представлен граф влияний. Сплошными стрелками обозначены положительные влияния, пунктирными стрелками – отрицательные влияния.

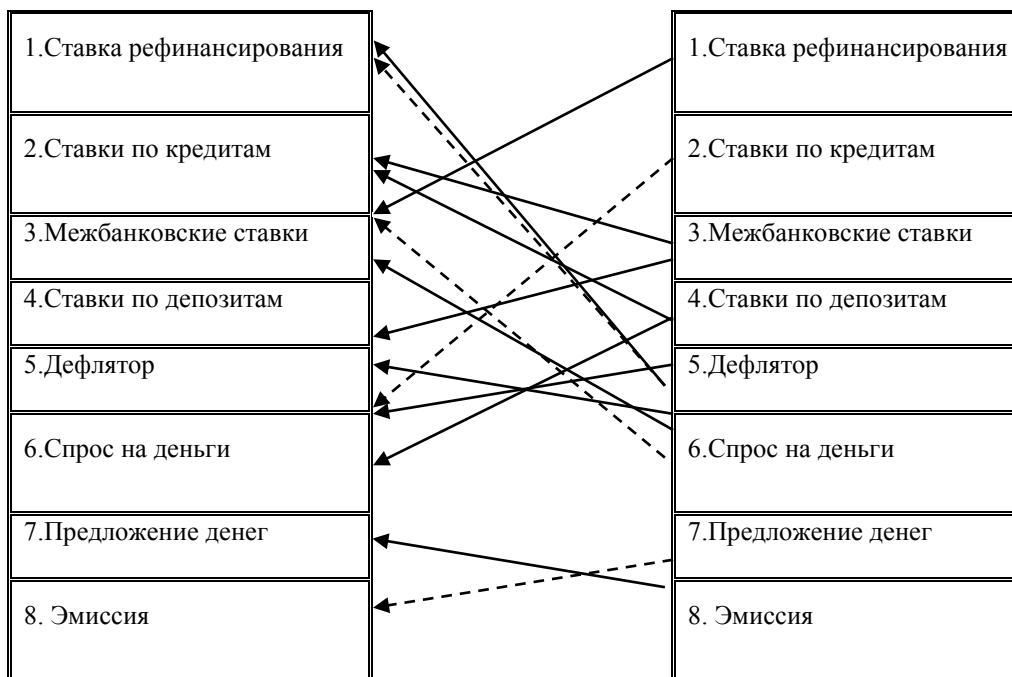


Рис. 1. Граф влияний

Транзитивное замыкание набора примитивных связей выполняется разными способами, соответствующими разным реализациям логических операций, а также разным горизонтам временного интервала прогнозирования.

Заключение

Представленные подходы к формальному описанию сложных объектов и систем имеют следующие особенности. Они предполагают отсутствие исчерпывающей количественной информации об объекте. Качественную информацию об объекте как меру состояния и взаимодействия элементов системы можно оценивать с помощью баллов. Формализация является только первым шагом моделирования и принятия решений. Процесс моделирования использует как формализованную модель, так и расчет операций. Принятие решений на основе моделирования использует соответствующие критерии и методы выбора.

Разработанный метод формализации является новым, и применим для исследования сложных объектов различной природы. В частности, он может применяться в следующих областях: кредитно-денежная политика ЦБ [5], нематериальные активы [6], региональное развитие [7].

Литература

1. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton: University Press, 1976. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем / В.В. Кульба, Д.А. Кононов, С.С. Ковалевский, С.А. Косяченко, Р.М. Нижегородцев, И.В. Чернов (Научное издание). М.: ИПУ РАН, 2002. 122с.
2. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем: в 2-х кн./ под ред. В.Л. Шульца, В.В. Кульбы. – М.: Наука, 2012.
3. Гусев В.Б., Исаева Н.А. Экспертный анализ системного эффекта от взаимовлияний факторов кредитно-денежной политики для поддержки принятия решений на основе рефлексивных процедур линейного оценивания и логического вывода / В.Б. Гусев, Н.А. Исаева // Проблемы управления. – 2014. – № 6. – С. 59-67.
4. Гусев В.Б., Исаева Н.А. Метод рефлексивного оценивания взаимодействия факторов денежно-кредитной политики / В.Б. Гусев, Н.А. Исаева // Фундаментальные исследования. – 2013. – №10 часть 9. – С. 2005-2009.
5. Гусев В.Б., Исаева Н.А. Анализ влияния нематериальных активов на инновационные процессы // Московский экономический журнал. 2016. №4. <http://qe.su/innovatsii-i-modernizatsiya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-4-2016-32/>.
6. Гусев В.Б., Исаева Н.А. Рефлексивный анализ кредитно-денежной политики для крупномасштабной экономической системы / Труды 8-ой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2015, Москва). М.: ИПУ РАН, 2015. Т.1. С. 165-171.