

# Внутрисистемные взаимодействия по модели подобия

Б. Ф. Фомин

Кафедра автоматки и процессов управления  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: bfomin@mail.ru

Т. Л. Качанова

Кафедра автоматки и процессов управления  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: kachanova-tamara@mail.ru

О. Б. Фомин, К. А. Туральчук

Кафедра автоматки и процессов управления  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Открытая система представлена полным множеством моделей ее собственных качеств и полным множеством моделей взаимодействий между собственными качествами. Известны шесть видов базовых моделей, описывающих внутрисистемные взаимодействия между собственными качествами открытой системы. Рассматривается модель вида подобия. В статье исследованы все типы взаимодействия по подобию и псевдоподобию. Для каждого типа получены все формы и способы реализации такого взаимодействия в условиях неравновесных ограничений и метастабильности.

**Ключевые слова:** Открытые системы; физика открытых систем; собственные качества систем; модели взаимодействий; взаимодействие по подобию

## I. ВВЕДЕНИЕ

В середине 90-х в физике открытых систем (ФОС) возникло новое направление, в рамках которого идет становление киберфизической парадигмы исследования открытых систем, заданных большими многомерными массивами гетерогенных эмпирических данных [1]. ФОС порождает полное множество моделей собственных качеств системы (СМ) и полное множество моделей внутрисистемных взаимодействий (МВ) между ее собственными качествами [2]. Общий вид СМ показан на рис. 1, (а), где: SV – особая вершина (центр порядка (ЦП)); BV – вершина базы; AV – дополнительная вершина; MAS – главная осевая симметрия; f1 и f2 – факторы. Особая вершина связана парными связями с каждой вершиной СМ (на рисунке не показаны). Синглет – элементарная ячейка системы, его образ – нечетный 3-цикл с главной осевой симметрией. Ядро включает полное множество синглетов, раскрывающих многообразие всех аспектов проявления одного уникального собственного качества системы (на рис. 1,а ядро образуют четыре синглета). Факторы – две самостоятельные смысловые части единого системного

механизма СМ. Каждая СМ представляется в трех форматах: эталон поведения; эталон состояния; приведенный треугольник. Последний формат наследует из морфологии СМ особую вершину и базу, вершины которой суть интегрированные факторы СМ (рис. 2). Приведенный треугольник имеет два атрибута: «Ориентация» (L (Левый) – « $\curvearrowright$ » или R (Правый) – « $\curvearrowleft$ »); «Уровень» (H (Высокий) или L (Низкий)). Состояния каждого собственного качества системы воплощаются в четырех эталонах состояния, связанных характерными симметриями (рис. 1,б). Эталоны (I, IV и II, III) имеют одинаковый уровень и разную ориентацию. Эталоны (I, II и IV, III) отличаются уровнем, но имеют одинаковую ориентацию. Эталоны (I, III и IV, II) зеркально симметричны, различаются по уровню и по ориентации. В системном целом СМ выступают участниками взаимодействий. Какой-то один или большее число синглетов одной СМ вложены в другую СМ. Варианты вложений образуют виды моделей 1-, 2- и 3-частичного взаимодействия. ФОС исследует шесть видов моделей взаимодействий, возникающих в условиях неравновесных ограничений и метастабильности. В статье представлены результаты исследований двухчастичных взаимодействий по модели вида «Подобие».

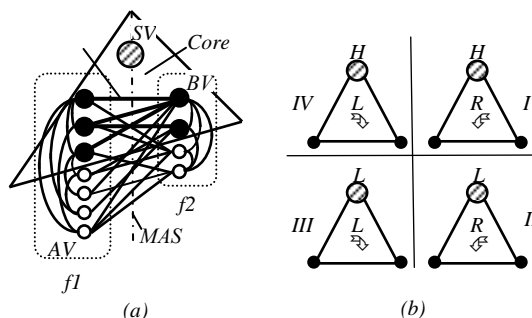


Рис. 1. СМ: (а) – образ модели; (б) – модели состояний

## II. МОДЕЛЬ ПОДОБИЯ

### A. Дублетная структура модели

Модель подобия (модель SIM (англ. – similarity)) имеет дублетную структуру синглетов с разными особыми вершинами и одинаковыми базами (рис. 2,a). Каждое ребро синглетов имеет знаковую разметку («+» или «-»). Симметрии дублетной структуры (рис. 2,b):

- характеристическая зеркальная симметрия (A-A): особые вершины подобны, базы тождественны (принцип сходства);
- симметрия поворота (точка O): синглеты-участники равноправны, их взаимодействие не направлено;
- главная осевая симметрия (B-B): каждый синглет действует независимо в своей СМ (принцип различия).

### B. Полная модель подобия

Полная модель формируется на множестве дублетов SIM, особые вершины которых совпадают, а базы различаются. Каждый синглет-участник включает три ребра (интегрированная база и два интегрированных боковых ребра). Средой проявления модели являются общие вершины факторов СМ. Полная модель имеет дополнительное ребро (штриховая линия) – связь между особыми вершинами (рис. 2,c). Это ребро имеет два атрибута: «Значимость» («Да» или «Нет»); «Знак» («Отвечает подобию» или «Не отвечает подобию»).

### C. Типы модели подобия

Установлены три типа модели подобия. Первый тип возникает при значении «Да» первого атрибута и значении «Отвечает подобию» второго атрибута дополнительного ребра. В модели первого типа представлены два разных синглета. Знак дополнительного ребра определяет два треугольника, согласованных с дополнительным ребром (согласованный треугольник характеризуется балансом знаков). Второй тип модели возникает при значении «Нет» первого атрибута. В модели второго типа участвуют два разных синглета. Третий тип модели возникает при значении «Да» первого атрибута и значении «Не отвечает подобию» второго атрибута. В модели третьего типа знак дополнительного ребра задает два треугольника, несогласованных с этим ребром. Такая модель проявляет два разных псевдосинглета.

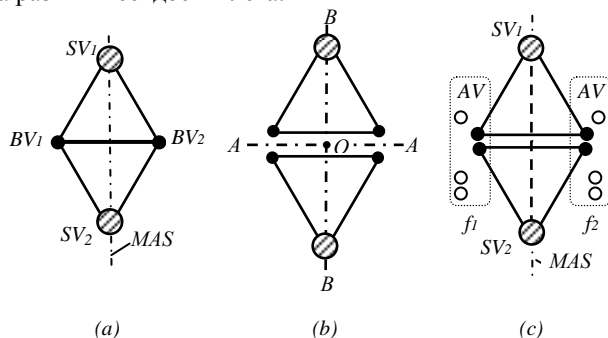


Рис. 2. Модель подобия: (a) – дублетная структура; (b) – симметрии дублетной структуры; (c) – образ полной модели

### D. Варианты ориентации синглетов

Синглет – 3-вершинная система, в которой, помимо общей ориентации синглета как целого (*Right*, «↻» или *Left*, «↺»), каждая вершина имеет свою внутреннюю ориентацию («↓» или «↑»). Ориентация вершин базы синглета – разнонаправленная. Возможны два варианта внутренних ориентаций вершин базы (рис. 3). Между вершинами имеет место отношение комплементарности (боковой контакт элементов). Общая ориентация синглета задает стереотип. Он определяется ориентацией особой вершины, имеющей одинаковую ориентацию с одной из вершин базы (осевой контакт). Первый и второй варианты внутренней ориентации вершин базы зеркально симметричны в силу осевой симметрии синглета. Достаточно рассмотреть какой-то один из этих вариантов, например, первый.

### E. Формы типов модели подобия

Модель наследует атрибуты ориентации элементов синглета. С учетом значений этих атрибутов модель первого типа имеет четыре основные формы двухчастичного взаимодействия (рис. 4). Каждая форма взаимодействия определяет конкретное состояние модели. При актуализации модели знаковая разметка ребер модели и стереотипы синглетов задают уровни значений всех вершин модели. Две формы (Y) на рис. 4 отвечают подобию вида синхронии. В них смыслы синглетов тождественны (общая ориентация синглетов и внутренняя ориентация особых вершин совпадают). Две формы (N) отвечают подобию вида асинхронии. В формах (N) синглеты и их особые вершины ориентированы по-разному. Взаимодействие по подобию не актуализируется, если не актуализируется хотя бы один синглет-участник в составе модели.

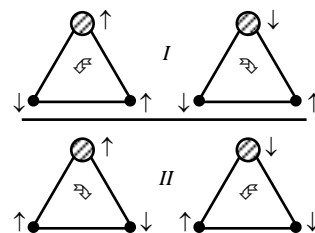


Рис. 3. Варианты ориентации синглетов

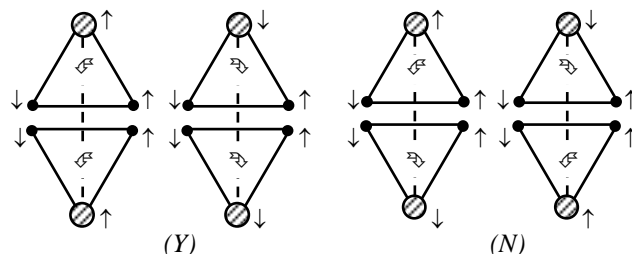


Рис. 4. Формы взаимодействия по подобию

### III. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПО ПОДОБИЮ

#### A. Взаимодействие по первому типу модели подобия

Ключевую роль играет дополнительное ребро. Знак на дополнительном ребре таков, что два треугольника, образованные особыми вершинами и одной из вершин баз, согласованы. Наличие такого ребра реализует принципа сходства. Степень тесноты связи на этом ребре характеризует выраженность такого взаимодействия. Статистически сильная связь при актуализации модели означает синхронию на всем множестве состояний системы. При сильной связи общие вершины взаимодействующих СМ принадлежат одним и тем же факторам модели подобия. Статистически слабая связь допускает два варианта: синфазная синхрония (сохранение знака связи на дополнительном ребре); асинхрония (изменение знака связи на дополнительном ребре). При слабой связи одна и более общих вершин, в среде проявления модели, могут быть распределены по разным факторам модели. Вследствие этого возникают треугольники противоречий, включающие дополнительное ребро, имеющие потенциал стать третьими участниками триплета ADD (модель взаимодействия вида «Присоединение» (ADD (англ. – *addition*)). Таким образом, в случае асинхронии имеет место эффект на двухчастичного, а трехчастичного взаимодействия, блокирующий системный механизм ядра третьего участника триплета ADD.

#### B. Взаимодействие по второму типу модели подобия

Для этого типа модели характерно отсутствие системных механизмов, детерминирующих совместную изменчивость особых вершин. Такой тип модели устанавливает факт сходства частных аспектов уникальных системообразующих механизмов разных локальностей.

#### C. Взаимодействие по третьему типу модели подобия

Структура третьего типа модели получена для псевдосинглетов. В этой структуре все четыре треугольника противоречивые (нечетные 3-циклы). Структура аналогична структуре модели SIM, но знаковая разметка дополнительного ребра исключает модель подобия. На базе такой структуры возникает модель псевдоподобия. Осева симметрия данной модели проявляет новую системную роль вершин дополнительного ребра. Эти вершины не являются особыми вершинами и потому не являются ЦП взаимодействующих СМ. Псевдосинглеты (участники модели) не представляют никакие аспекты собственных качеств системы. Структура модели зеркально симметрична структуре модели первого типа. Модель первого типа имеет среду проявления, которая сама по себе не играет в этой модели определяющей системной роли. Модель третьего типа имеет среду проявления, которая наделена особой системной ролью. В

подавляющем числе случаев вершины среды проявления модели первого типа распределены по общим для синглетов-участников факторам. В моделях третьего типа вершины среды проявления формируют две области:

- область вершин, принадлежащих одинаковым факторам псевдосинглетов;
- область вершин, взятых из разных факторов псевдосинглетов.

В среде проявления выделяются вершины, являющиеся ЦП, формирующими СМ системы. Именно в этих СМ проявляются функции модели псевдоподобия. Модель подобия проявляет моменты сходства в системе, модель псевдоподобия проявляет моменты различия. Модель псевдоподобия включается в СМ третьего участника четырьмя способами (рис. 5). Обозначения факторов на рисунке условны (их можно поменять местами). Способы включения модели определяют уникальную функцию каждого псевдосинглета в составе псевдодублета. Первый способ включения имеет место, если функции псевдосинглетов одинаковы (рис. 5,a): две псевдоособые вершины входят в  $f_1$ ; обе вершины псевдобазы принадлежат  $f_2$ ; два противоречивых ребра определяются ЦП третьего участника взаимодействия; атрибуты ориентации псевдосинглетов разнонаправлены. Второй способ включения характеризуется разными функциями псевдосинглетов (рис. 5,b): псевдоособые вершины принадлежат разным факторам ( $f_1$  и  $f_2$ ); вершины псевдобазы лежат в одном факторе  $f_1$ ; два противоречивых ребра согласованы с разной ориентацией псевдосинглетов. Третий способ включения характеризуется одинаковой функцией псевдосинглетов (рис. 5,c): псевдоособые вершины входят в разные факторы; вершины псевдобазы входят в разные факторы; два противоречивых ребра определяются ЦП; атрибуты ориентации псевдосинглетов не определены (подавлены ЦП). Четвертый способ включения (рис. 5,d): все элементы псевдодублета лежат в одном факторе  $f_1$ ; два противоречивых ребра согласованы с разной ориентацией псевдосинглетов. Третий и четвертый способы включения здесь в данной статье не рассматриваются.

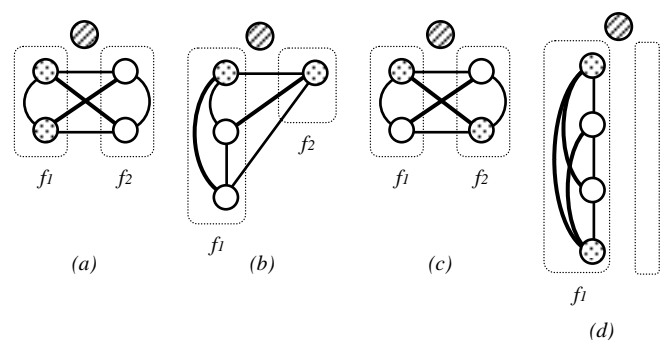


Рис. 5. Способы включения модели псевдоподобия в СМ третьего участника: особая вершина СМ третьего участника – штриховая заливка; псевдоособые вершины – точечная заливка; вершины псевдобазы – нет заливки; противоречивые ребра – п/ж связи

#### D. Способы включения дублета псевдоподобия в СМ третьего участника

Каждый способ включения актуализируется в реконструкциях актуальных состояний системы в разных вариантах. Все варианты первого способа включения даны на рис. 6.

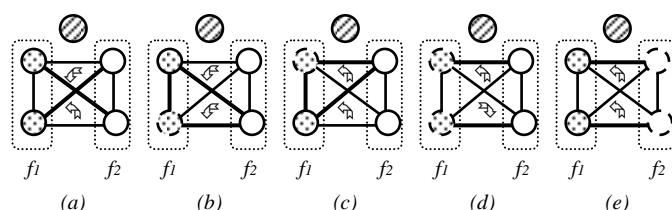


Рис. 6. Варианты первого способа включения дублета псевдоподобия в СМ третьего участника

Эталонный вариант включения (рис. 6,а): разная ориентация псевдосинглетов; ЦП вовлечен в среду проявления псевдодублета; псевдодублет имеет свой порядок факторов (важен факт вхождения ЦП в конкретный фактор псевдодублета); особых эффектов действия псевдодублета в СМ третьего участника нет; суммарный атрибут ориентации псевдосинглетов не проявляется. Во всех не эталонных вариантах возникает системный механизм типа обратной связи, направленной на изменение уровня значения ЦП. Состояния системы детерминируют уровни значений всех показателей, в том числе и ЦП. Механизмы детерминации являются глобальными механизмами прямого действия, обусловленными эталонами состояний СМ. Модели двухчастичного взаимодействия раскрывают наличие системных локальных механизмов, действующих на ЦП по типу обратных связей.

Установлены четыре не эталонных варианта первого способа включения псевдодублета (рис. 6). Варианты включения (рис. 6,б, рис 6,с): псевдосинглеты ориентированы одинаково; уровень значения одной псевдоособой величины не отвечает эталону состояния третьего участника; каждый вариант имеет суммарный атрибут ориентации (возбуждается обратная связь, которая ограничивает контрастное проявление уровня значения ЦП в области высоких (низких) значений). Вариант включения (рис. 6,д): псевдосинглеты ориентированы по-разному; уровни псевдоособых величин не отвечают эталону; обратная связь, влияющая на изменение уровня ЦП не возникает; механизм СМ прямо действует на псевдоособые величины. Вариант включения (рис. 6,е): уровни значений величин в вершинах псевдобазы отличаются от эталонной разметки; ЦП имеет потенциал изменения уровня своего значения на существенную для системы величину.

Второй способ включения псевдодублета подобия в локальность третьего участника возникает в случае разной функции псевдосинглетов. Этот способ включения актуализируется в пяти вариантах (рис. 7). Первый вариант (рис. 7,а): разметка элементов псевдодублета, заданная третьим участником взаимодействия, эталонная; изменчивость псевдоособых величин – подобная. Вывод:

поле проявления взаимодействия по типу подобия расширяется. Второй вариант: разметка элементов псевдодублета не отвечает эталонной разметке, заданной третьим участником. Возможны варианты несоответствия, которые, в зависимости от способа включения, проявляются по-разному. Вариант несоответствия (рис. 7,б): суммарный атрибут ориентации – нулевой; уровни значений псевдоособых величин – не эталонные. Слабая вариативность значений псевдоособых величин обусловлена прямым влиянием механизма ЦП. Вариант несоответствия (рис. 7,с): суммарный атрибут ориентации не нулевой; активен псевдосинглет, вершины которого принадлежат разным факторам третьего участника. Проявление активности псевдодублета направлено на ограничение уровня значения ЦП медианной области. Вариант (рис. 7,д): суммарный атрибут ориентации – не нулевой; активен псевдосинглет, вершины которого принадлежат одному и тому же фактору третьего участника. Его активность проявляется через обратную связь от механизма фактора к ЦП. Вариант (рис. 7,е): суммарный атрибут ориентации – нулевой; разметка уровней вершин псевдобазы – зеркальная к эталонной. Активность псевдодублета направлена на деструкцию фактора локальности третьего участника.

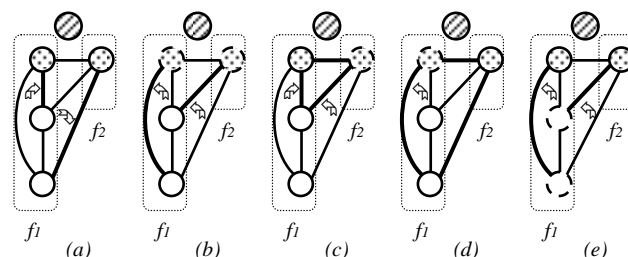


Рис. 7. Варианты второго способа включения дублета псевдоподобия в СМ третьего участника

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статья посвящена теории двухчастичного внутрисистемного взаимодействия собственных качеств открытых систем по модели вида «Подобие». Методами физики открытых систем получены и исследованы структурные инварианты, возникающие при всех возможных типах, формах и способах взаимодействия собственных качеств систем по подобию и псевдоподобию в условиях неравновесных ограничений и метастабильности. Теоретические положения и выводы статьи относительно двухчастичного взаимодействия собственных качеств открытых систем по модели подобия прошли виртуальную сертификацию в рамках проекта «Социальная напряженность в федеральных округах и регионах России» [3], [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] [2] Kachanova T.L., Fomin B.F. Cognition of ontology of Open Systems // Procedia Computer Science J. Elsevier B. V., 2017. Vol. 103. P. 339-346.

- [2] Kachanova T.L., Fomin B.F. and Fomin O.B. Generating scientifically proven knowledge about ontology of open systems. Multidimensional knowledge-centric system analytics // *Ontology in Information Science. InTechOpen*, 2018. P. 169-204.
- [3] Kachanova T.L., Fomin B.F. I. Intrasytem interactions on the basis of “similarity” model (Theory). I. Внутрисистемные взаимодействия по модели «Подобия» (теория) // *Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*, № 7, 2019.
- [4] Kachanova T.L., Fomin B.F. II. Intrasytem interactions on the basis of “similarity” model (Actualization) II. Внутрисистемные взаимодействия по модели «Подобия» (актуализация) // *Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*, № 8, 2019.