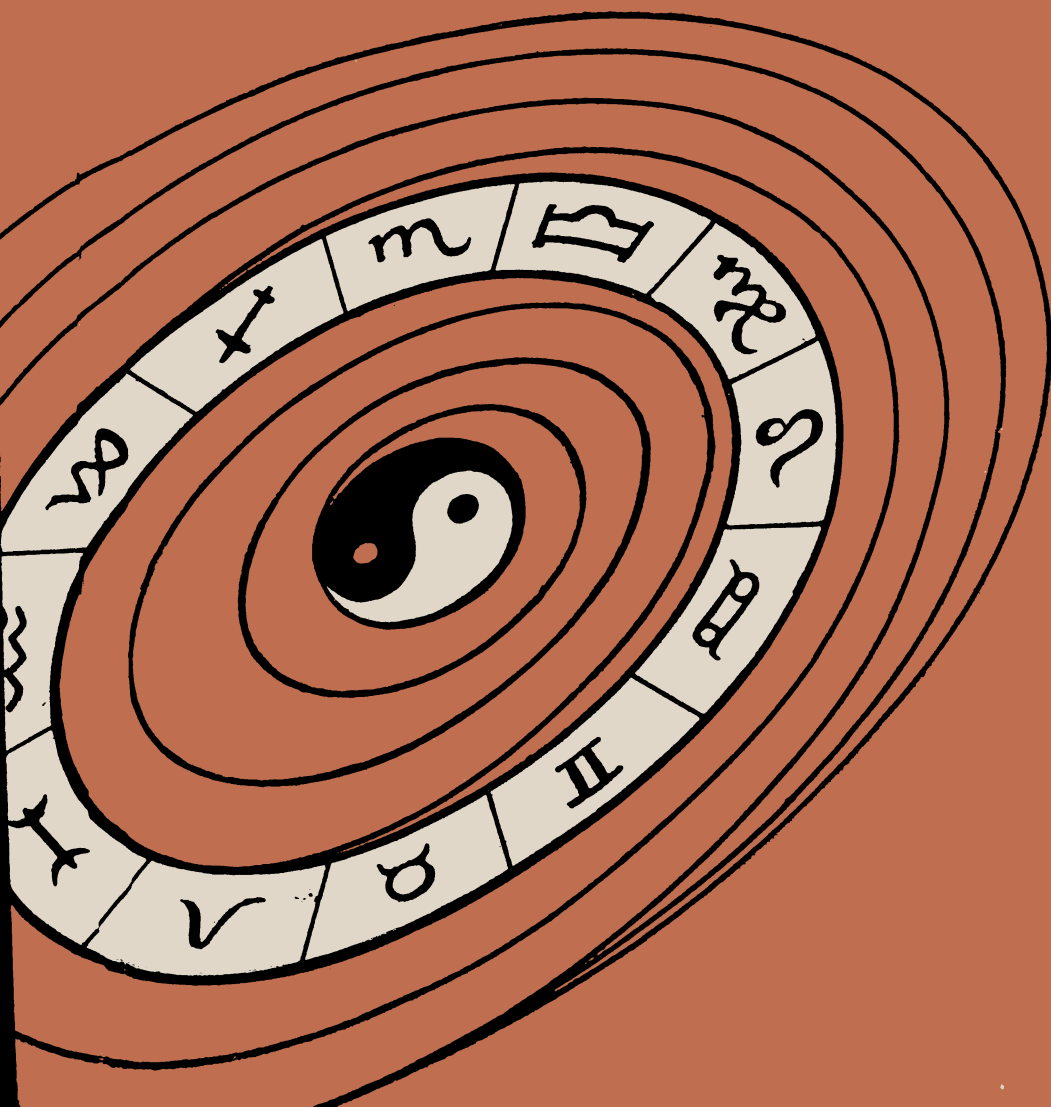


А. Н. Малюта

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИСТЕМНОГО РАЗВИТИЯ

А. Н. Малюта



А.Н.Малюта

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИСТЕМНОГО РАЗВИТИЯ

КИЕВ НАУКОВА ДУМКА 1990

Закономерности системного развития / Малюта А. Н.— Киев : Наук. думка, 1990.— 136 с.— ISBN 5-12-001853-X.

В монографии изложена оригинальная концепция построения системных моделей разнокачественных объектов произвольной природы. Описаны основные закономерности, носящие характер метатеоретических системных инвариантов. Показаны особенности процессов межсистемного взаимодействия. Сформулированы фундаментальные принципы развития и саморазвития сложных систем, а также предложены способы формализованного описания системных закономерностей, удобных для их реализации с помощью ЭВМ.

Для специалистов и научных работников, занимающихся междисциплинарными, системологическими исследованиями, моделированием в области кибернетики, информатики, искусственного интеллекта, биологии, психологии, ЭВМ и системного проектирования сложных, разнокачественных объектов.

Ил. 34. Библиогр.: с. 135—136 (44 назв.).

Издание осуществлено за счет средств автора

Редакция математики и механики

Редакторы И. Ю. Линник, В. П. Егорова

М $\frac{1402020000-217}{M221 (04)-90}$

ISBN 5-12-001853-X

© А. Н. Малюта, 1990

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Г л а в а 1. Системность и концепция развития	8
1.1. Постулат системности	8
1.2. Определение гиперкомплексной динамической системы (ГДС)	9
1.3. Принцип системной реализации	17
1.4. Дискретное представление развивающейся ГДС	22
1.5. Волновая концепция процессов развития	26
1.6. О взаимосвязи матричного и волнового описаний ГДС	28
1.7. Оценка полноты процесса системной реализации	31
1.8. Определение статуса принципа системной реализации	33
Г л а в а 2. Анализ стационарных процессов	36
2.1. Постановка задачи стационарного анализа	36
2.2. Основной закон ГДС	37
2.3. Разомкнутые системы	41
2.4. Принцип гомоцентризма	45
2.5. Соотношение гиперкомплексных неопределенностей	48
2.6. Принцип диалектической взаимообусловленности	52
2.7. Стационарность и вырождение ГДС	55
2.8. Основные особенности стационарного состояния	58
Г л а в а 3. Самореализация ГДС	63
3.1. Введение в задачу самореализации систем	63
3.2. Взаимосвязь законов статики и динамики ГДС	64
3.3. Реализация гиперкомплексности	68
3.4. Гиперкомплексное взаимодействие	71
3.5. Структурообразование в ГДС	75
3.6. Анализ процесса образования структуры	81
3.7. Самореализуемость и иерархия	88
3.8. Проблема автореферентности системных инвариант	90
Г л а в а 4. Особенности системного развития	95
4.1. Введение в проблему дискретизации процессов системного развития	95
4.2. Системная трактовка процессов дискретизации	96
4.3. Аспекты относительности процессов самореализации	100
4.4. Производные ГДС	102
4.5. Эмергентность и процессы системного развития	105
4.6. Анализ процессов восприятия	107
4.7. Ограничения процессов самореализации	109
4.8. Информация и развитие	112

Г л а в а 5. Основные принципы системного развития	116
5.1. Принцип гиперкомплексной минимизации	116
5.2. Принцип дополнительности	118
5.3. Принцип соответствия	120
5.4. Нуль-транспортировка	121
5.5. Системная совокупность принципов развития	122
5.6. Наследственность и развитие	123
5.7. Границы реализуемости и системные закономерности	124
5.8. Гносеологический аспект процессов системных самоограничений . . .	128
Послесловие	133
Список литературы	135

В процессе развития современная наука достигла такой степени сложности и многообразия в своем содержании, что усвоение научного материала в полном объеме по всем отраслям знаний, каждая из которых имеет предметную область и язык изложения, стало практически невозможным.

В то же время именно многокачественность и высокая степень сложности исследуемых объектов требуют усвоения, понимания и осмысливания именно многоаспектных особенностей исследуемых объектов, явлений и процессов. Причем такое усвоение, особенно если его делают с целью дальнейшего обобщения разнородного и объемного материала исследований, требует, чтобы оно было проведено одним человеком, за определенный период времени, в реальных условиях все ускоряющих свой темп научных исследований.

Естественно, что в ходе реализации таких процессов при всем желании исследователь не способен глубоко проникнуть в предмет и методы каждой из частных сторон сложного объекта исследования, что может привести к серьезным искажениям в понимании сути исследуемых процессов и сделать малоэффективным любой дорогостоящий, длительный по времени, часто уникальный по своей природе исследовательский процесс.

Выход из создавшейся ситуации подсказывает сама ситуация и анализ ее противоречий на основе диалектических закономерностей: если объект в процессе своего развития становится все более сложным, многокачественным и разнообразным, то и метод его исследования, так же как и способ усвоения таких разнородных материалов, должен быть общим, комплексным, соответствующим по своим внутренним возможностям растущему многообразию, по степени обобщения — масштабности исследуемого объекта. Выполнение сказанного позволяет снять рассмотренное противоречие между формой и содержанием в процессах познавательно-преобразующей деятельности человека.

Любой отход от выполнения указанного требования, попытка более быстрым (как это часто кажется на практике) и дешевым методом, отработанным в частных исследованиях на простых объектах, получить ожидаемый результат заранее обречена на провал и может привести только к затягиванию времени проведения исследований и дополнительным материальным и моральным затратам: «Кто берется за частные вопросы без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «натывать» на эти общие вопросы. А натывать слепо на них в каждом частном случае значит обречь свою политику на худшие шатания и беспринципность» [1, с. 368].

Объединить два вида сложностей (объекта и метода) можно на основе методологии системного подхода, когда исследуемый объект априори рассматривается как система и исследуется с помощью системных закономерностей.

Для того чтобы системный подход был обоснованно приемлем в различных (по качественному многообразию и уровню сложности) исследованиях, он должен обладать достаточно высоким уровнем абстрактности и обобщения. Этот уровень следует удерживать в определенных границах: при превышении уровня обобщения системная методология может трансформироваться в очередной «изм» на философском уровне, который будет полностью оторван от конкретных задач практики, в то же время при недостаточном уровне обобщения, стремлении к максимальной (до частных деталей) регламентации и детерминированности всех аспектов и операций системный подход может вырождаться в обобщенно-частный метод, удобный в конкретном исследовании определенного вида, но в принципе непригодный на роль универсального подхода даже в узком классе разнокачественных задач.

Указанным требованиям соответствует системный подход, реализованный в своей частной разновидности — инвариантном моделировании (ИМ), базирующийся на теории гиперкомплексных динамических систем (ГДС). Инвариантное моделирование — это научное направление, предметом которого являются наиболее общие закономерности построения и функционирования моделей, вне зависимости от качественной разновидности объекта моделирования.

Требование высокого уровня общности и абстрагирования в ИМ выполняется за счет того, что диапазон исследуемых моделей ограничен классом системных моделей, которые удовлетворяют сформулированному требованию.

Средством формализованного описания системных моделей в ИМ служит теория ГДС, в рамках которой даются основные системные понятия, определения, исследуются системные инварианты, на основе которых можно строить системные модели различного уровня сложности.

В ИМ, базирующемся на теории ГДС, можно выделить диалектическую последовательность изложения материала, соответствующую также последовательности реализации ГДС-закономерностей в конкретном исследовании. Эта последовательность циклична, хорошо иллюстрируется спиралью с расширяющимися витками и может выполнять роль методологической последовательности, указывающей оптимальный (от простого — к сложному) порядок усвоения нового материала. Развитие изложения таково.

1. Гиперкомплексные динамические системы, где вводятся основные понятия, определения, закономерности, набор проблем, вопросов и дается первое приближение к методам ГДС-анализа [24].

2. Динамика ГДС, которая показывает причины, вызвавшие появление того или иного системного понятия, определения, закономерности; вскрывает принципы возникновения, развития и существования систем, а также формулирует основные законы, описывающие поведение ГДС и их взаимодействия друг с другом; указывает допустимые области применения излагаемых закономерностей; дает более глубокое формализованное описание системных моделей и их свойств. Эту ступень можно назвать вторым приближением к пониманию и изложению теории ГДС.

3. Деятельностный аспект системного моделирования, где особое внимание уделяется системе деятельности, проблематике внешнего и внутреннего управления, целевым характеристикам, информационно-кибернетическим особенностям системных моделей (третье приближение).

4. Проблематика ИМ. Здесь после изложения особенностей теоретического

инструментария проводится более детальное изложение и изучение постановки задач ИМ (прикладной аспект) в конкретно-научных исследованиях, дается сравнительная оценка методов ИМ (по своим возможностям) с другими методами, основанными на информационных, физических, математических и других способах построения и описания системных моделей.

Данная книга по характеру и уровню изложения относится ко второму из указанных здесь пунктов. В ней делается попытка впервые обобщенно представить процессы системного развития на основе ГДС-анализа и дается читателю возможность разобраться в системной проблематике достаточно высокого уровня общности с тем, чтобы на основе постепенно формирующегося системного способа мышления (по мере овладения излагаемым материалом) позволить ему взглянуть на свой собственный предмет с принципиально новых, более общих позиций, что, как показывает практика, может сделать намного более результативными любые исследования, в которых методы ГДС-анализа будут реализовываться. В частности, именно для самоконтроля правильности усвоения излагаемого материала в конце каждой главы не только даны выводы, но и сформулированы вопросы, правильные ответы на которые можно дать только при достаточно полном усвоении излагаемого материала.

Список литературы в конце книги не претендует на полноту и не является обзором по системным концепциям — такая задача выходит за рамки данной монографии, в которой автор стремился в наиболее понятной (по его мнению) и компактной форме изложить особенности ГДС-подхода.

Материал книги базируется на отдельных, ранее опубликованных работах автора, часть из которых приведена в списке литературы.

Монография состоит из предисловия, пяти глав и послесловия. В гл. 1 изложены и обоснованы исходные принципы, на которых базируется предлагаемая системная концепция развивающихся систем.

В гл. 2 с целью преемственности и связности излагаемого материала приводится ряд системных особенностей, относящихся к уровню первой ступени изложения, и показывается связь этих особенностей с задачами второго приближения.

В гл. 3 и 4 дан основной материал по ГДС-анализу процессов развития, а наиболее общие принципы развития ГДС изложены и проанализированы в гл. 5.

По мере возможности приводимый материал избавлен от громоздких и углубленных математических выкладок, хотя подходы к таким процессам указаны в достаточно явной форме. Для облегчения восприятия новые понятия и закономерности проиллюстрированы простыми примерами.

Как и любое новое направление, впервые излагаемое в обобщенном виде, данная монография не лишена недостатков, работа по ее совершенствованию и развитию будет продолжена как силами автора, так и совместными усилиями всех тех, кто возьмет на себя труд выслать свои замечания в адрес редакции на имя автора, а что он заранее выражает всем свою благодарность,

СИСТЕМНОСТЬ И КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ

1.1. Постулат системности

Диалектика марксистско-ленинской философии является наиболее общим и универсальным теоретическим инструментарием в процессах познания и преобразования действительности, что обосновывается ее законами и подтверждается практикой.

Если диалектика как метод адекватно отображает суть исследуемых явлений, то основополагающие и всеобщие закономерности диалектики и отображаемого ею мира должны совпадать.

Одной из существеннейших черт диалектики является системный характер ее закономерностей, что позволяет говорить о свойстве системности и исследуемых ею объектов, рассматривая это свойство как всеобщее и универсальное.

Детальное раскрытие системных закономерностей марксистско-ленинской диалектики приведено, например, в работе [11]. В данном изложении эта особенность позволила сформулировать исходный постулат излагаемого системного подхода, которым обуславливаются и порождаются все рассматриваемые далее системные закономерности.

Постулат: системность есть атрибут любого объекта, процесса или явления.

Приведенная формулировка позволяет сделать следующие выводы.

1. При исследовании уже существующих как объективная реальность или вновь создаваемых конструируемых, мыслимых объектов они рассматриваются как системы, обладающие определенным набором системных закономерностей и свойств.

2. Как видно из определения, свойство системности распространяется на все объекты материального и идеального видопроявления материи вне зависимости от их качественной разновидности (инвариантность по качеству).

3. Атрибутивность и инвариантность по качеству свойства системности накладывают ограничения как на определение понятия системы, так и на выбор системных свойств, в качестве которых допустимо выбирать только такие характеристики исследуемых объектов, которые являются общими для всего класса исследуемых явлений, процессов или объектов вне зависимости от того, в каком конкретном на-

учном направлении (содержательный аспект) и какими методами (по форме) проводится исследование.

Совокупность системных инвариант, обладающих указанными выше свойствами, а также связывающие их закономерности являются предметом метатеоретического научного направления — инвариантного моделирования, относящегося к системологическим исследованиям, расположенным в междисциплинарной области, на стыках конкретных и общеполитических наук.

В процессе конкретной деятельности постулат системности и следствия из него опредмечиваются, наполняясь конкретным содержанием. При этом реализация постулата системности может идти по следующим основным стратегическим направлениям.

1. Исследуются реально существующие объекты, рассматриваемые как системы, на основе системного подхода, путем выделения в этих объектах системных свойств и закономерностей, которые в дальнейшем могут быть изучены (отображены) частными методами конкретных наук. В данном случае исследования проводятся непосредственно на конкретном объекте в реальном масштабе времени (натурный эксперимент).

2. На основе системного подхода, по априорному определению системы, уточняемому итерационно в процессе исследования, строится системная модель реального объекта. Эта модель в дальнейшем заменяет реальный объект в процессе исследования. При этом исследование системной модели может быть реализовано на основе как системологических концепций, так и частных методов конкретных наук. Здесь реальный объект заменен моделью, исследования которой могут проводиться, например, на основе методологии математического эксперимента.

3. Совокупность системных моделей, рассматриваемая отдельно от моделируемых объектов, сама может представлять собой объект научного исследования. При этом рассматриваются наиболее общие системные инварианты, способы построения и функционирования системных моделей, определяется область их применения (инвариантное моделирование).

1.2. Определение гиперкомплексной динамической системы (ГДС)

Необходимым условием реализации на практике постулата системности, вне зависимости от выбранной стратегии, является процедура определения системы, в ходе которой требуется дать однозначно трактуемую по форме и содержанию формулировку.

В данной работе такое определение делается в рамках теории ГДС, которая является теоретическим инструментарием, позволяющим реализовать на практике задачи инвариантного моделирования и другие системные стратегии.

В рамках теории ГДС все определения, понятия и закономерности представляются так, чтобы в дальнейшем на их основе можно было реализовать процесс формализации системной концепции ГДС. Нали-

чие такого требования продиктовано задачами и методами инвариантного моделирования, реализация которого на практике связана с применением ЭВМ для обработки и формирования системных моделей, что, в свою очередь, требует формализованного описания системных понятий, законов и так далее. При этом способ формализации должен быть таков, чтобы на его основе можно было реализовать требуемые для ЭВМ алгоритмы и программы.

Совокупность методологически-концептуальных, задаваемых постулатом системности, и инструментальных, задаваемых возможностями ЭВМ, условий формирует требования, исходя из которых проводится определение системы, используемое в излагаемой системной концепции.

Определение системы (в соответствии с постулатом системности и следствиями его) должно быть органически связано с основными системными инвариантами, в качестве которых в теории ГДС рассматриваются следующие.

1. Гиперкомплексность — наличие в ГДС разнородных элементов, обеспечивающих требуемое условиями формирования системы разнообразие элементов (например, разнообразие по качеству). Наличие более чем одного элемента выражается словом «комплексность», а разнородность (разнокачественность) — приставкой «гипер». Совокупность указанных двух особенностей порождает особое системное свойство — гиперкомплексность, которое по содержанию объединяет в себе все характеристики, отображающие элементный состав ГДС.

В рамках теории ГДС операция определения системного свойства включает в себя словесную формулировку определяемого свойства и его формализованное представление с указанием места этого свойства в общей совокупности системных свойств и соотношений между ними.

2. Динамичность — способность элементов ГДС к взаимодействию, а также реализации межсистемного взаимодействия. Способ определения данного свойства и характер его содержания аналогичны сформулированным выше особенностям и требованиям.

3. Структурность, целостность, иерархичность и т. д. определяются аналогично. Более подробное описание основных системных свойств и их особенностей дано в работе [41].

Детализацию системных свойств будем проводить по мере надобности в последующих главах, либо, если прямой необходимости в изложении не будет, ограничимся ссылками на соответствующую литературу, в которой впервые описаны требуемые системные свойства и закономерности. Здесь же рассмотрим минимальное количество системологического материала, позволяющего без громоздких конструкций проиллюстрировать излагаемую системную концепцию.

Имея системные инварианты и показывая их взаимосвязь, можно перейти к непосредственному определению системы. На этот процесс также распространяются сформулированные выше требования, в соответствии с которыми задать систему S — это значит: определить конкретный набор системных инвариант $\{S_n\}$, указать их последовательность и задать совокупность операторов $\{P_n\}$, позволяющих получить системные инварианты из исходных данных, которые обозначим симво-

лом S_0 . Формализуя указанную процедуру, получаем

$$S = S_1 S_2 \dots S_n = \{S_n\}, \quad (1.1)$$

где

$$\begin{aligned} S_1 &= P_1 S_0; \\ S_2 &= P_2 S_0; \\ &\dots \dots \dots \\ S_n &= P_n S_0. \end{aligned} \quad (1.2)$$

В выражениях (1.1), (1.2) каждому символу S_n соответствует свое системное свойство, а оператор P_n определяет последовательность операций, позволяющих реализовать это свойство из S_0 .

Пример 1. В качестве объекта исследования имеем группу людей, занятых совместной деятельностью, например преподавателя и студентов, слушающих лекции. При рассмотрении изучаемого объекта как системы из исходных данных требуется выделить следующие системные свойства: гиперкомплексность (S_1), динамичность (S_2), структурность (S_3). Их совокупностью определим систему S .

Гиперкомплексное разнообразие обеспечится в данном случае разнообразием людей, входящих в объект исследования. Перечислим и пронумеруем, начиная с преподавателя, всех людей. Тем самым выполним процедуру:

$$S_1 = P_1 S_0 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad (1.3)$$

где S_1 — задание свойства гиперкомплексности; P_1 — операция перечисления и нумерации; S_0 — исследуемая группа людей, в рамках которой выполняется операция P_1 ; a_n — член группы, рассматриваемый в качестве элемента системы.

Свойство динамичности и операции по его определению выполняем исходя из задачи системного исследования. Допустим, проводится психофизическое исследование, в котором нас интересуют интеллектуальные возможности студентов в процессе усвоения нового материала. При этом надо строить информационную систему (на основе объекта исследования), выделяя тот вид взаимодействия, который является существенным для поставленной задачи. В результате получим

$$S_2 = P_2 S_0 = \{Y_{1n}\}, \quad (1.4)$$

где S_2 — динамичность, реализуемая за счет информационного (слухового и зрительного) взаимодействия между преподавателем и студентами; P_2 — определение каналов связи и их характеристика (например, непосредственный психофизический контакт либо опосредованный — через дисплей и так далее); S_0 — та же группа людей, но рассматриваемая с позиций информационного взаимодействия; Y_{1n} — взаимодействие между преподавателем и n -м студентом.

Определим свойство структурности

$$S_3 = P_3 S_0, \quad (1.5)$$

где S_3 — постановка задачи определения свойства структурности, которое будем отображать в виде графа информационных контактов; P_3 — оператор определения элементов информационного графа; S_0 —

исходная группа людей, которая рассматривается в определенный момент времени с позиций структурообразования информационной модели.

В результате выполнения свойства (1.5) получим типичное графическое изображение искомой структуры, представленное на рис. 1.1, где a_n — элементы системы (a_1 — преподаватель, остальные a_2, a_3, \dots, a_n — студенты); величина Y_{1n} — взаимодействие элемента a_1 (преподавателя) с элементом a_n (студентом) с указанием направления взаимодействия.

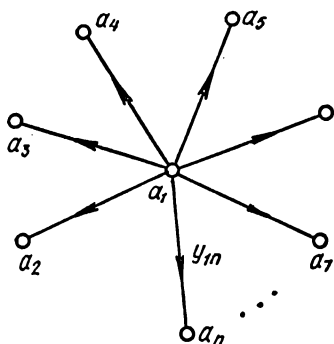


Рис. 1.1. Информационный граф системной модели

В целом рис. 1.1 в совокупности с определенными (конкретизированными) системными свойствами, представленными в (1.3) — (1.5), можно рассматривать как графоаналитическое отображение искомой системной модели S исследуемого объекта. Является очевидным в данном случае, что

$$S = \{S_n\} = S_1 S_2 S_3. \quad (1.6)$$

При этом определение системы S состоит в выполнении последовательности операций:

$$\{P_n\} = P_1 P_2 P_3. \quad (1.7)$$

Учитывая выражения (1.2) и (1.6), находим

$$S = (P_1 S_0) (P_2 S_0) (P_3 S_0). \quad (1.8)$$

В дальнейшем на основе полученного графоаналитического представления системной модели можно проводить требуемый анализ исследуемого объекта.

Выражения (1.7) и (1.8) в процессе проведения анализа могут принимать вид аналитических зависимостей или конкретных числовых значений и т. д., что определяется как задачей исследования, так и методами проведения анализа построенной модели.

Более детально развитие процесса исследования на основе построенной модели может быть получено самостоятельно, путем сопоставления способов формализованного описания ГДС, приведенных в данной главе и других главах, с результатами системных преобразований, выполненных в приводимом примере.

Пример 2. Дана электрическая цепь (рис. 1.2, а). Требуется найти эквиваленты системных инвариант S_1 (гиперкомплексность), S_2 (динамичность), S_3 (структурность).

Данный пример по форме абстрактного отображения требуемых системных преобразований совпадает с примером 1 по своим операциям, отличаясь от него по содержанию.

Действительно, в качестве элементов системы выбираем узлы электрической цепи. Таким образом, свойство гиперкомплексности реализуется путем определения и нумерации узлов электрической

цепи (получим три элемента ГДС — a_1, a_2, a_3):

$$S_1 = P_1 S_0 = \{a_n\} = \{a_1, a_2, a_3\}. \quad (1.9)$$

Динамичность отобразится выражением

$$S_2 = P_2 S_0 = \{Y_{nm}\} = \{Y_{12}, Y_{23}, Y_{24}\}, \quad (1.10)$$

где Y_{nm} — взаимодействие элемента a_n с элементом a_m , что может быть конкретизировано далее при выборе метода (например, если цепь ана-

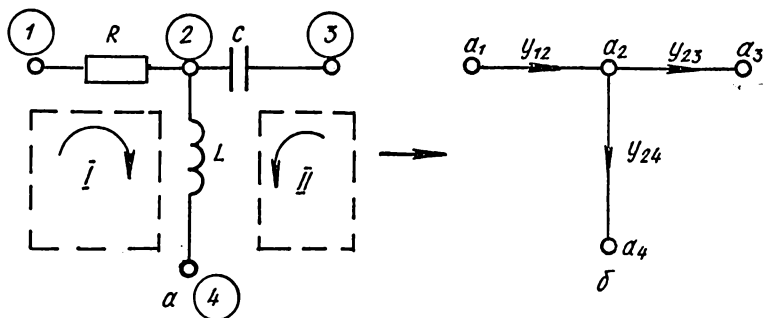


Рис. 1.2. Электрическая цепь (а) и ее структурный граф (б)

лизуется методом узловых потенциалов, то, в частности, $Y_{12} = 1/R$ — проводимость между узлами 1 и 2 в исследуемой электрической цепи).

Искомая структура системы приведена на рис. 1.2, б.

Следует отметить, что полученная системная модель исследуемой электрической цепи не является единственно возможной. Если в качестве элементов выбрать не узлы, а, например, электрические контуры (выделены штриховыми линиями и обозначены римскими цифрами I и II на рис. 1.2), то весь процесс определения системы и конечный результат будут иными: изменится содержательный аспект системных свойств. В этом случае получаем: гиперкомплексность — как два элемента (по числу контуров); динамичность — одна взаимосвязь, определяемая индуктивной ветвью и протекаемым в ней током; более простую структуру — два элемента и связь между ними и т. д.

Графоаналитическое отображение сказанного оставляем (в силу его простоты и очевидности) для самостоятельной работы читателя, которому предлагаем дополнить рассмотренные варианты построения системной модели электрической цепи еще несколькими разновидностями (например, принять в качестве элементов ГДС элементы R, L, C или совокупность токов и напряжений).

При этом возникает задача выбора оптимальной системной модели, что особенно важно при исследовании сложных объектов, с растущим числом разнокачественных компонент (большое разнообразие). Правильное решение задачи оптимального выбора системной модели (например, путем минимизации гиперкомплексности) позволяет резко снизить объем вычислений в процессе системного анализа. Правомочность такого вывода видна из параграфа 1.4, где дано матричное пред-

ставление ГДС: объем вычислений будет зависеть от порядка гиперкомплексной матрицы, который определяется гиперкомплексными характеристиками.

Пример 3. Дано уравнение вида

$$X_1^n + X_2^n + \dots + X_m^n = X_{m+1}^n. \quad (1.11)$$

На языке математики для (1.11) ставится задача: определить условия, при которых уравнение будет иметь целочисленные решения (при произвольных целочисленных значениях всех входящих в него компонент).

Требуется перевести исходные данные и математическую постановку задачи на системный язык.

Решение: рассматривая (1.11) с позиций системного подхода, ставим в соответствие всем компонентам уравнения системные понятия и свойства.

1. Левую часть уравнения (1.11) в границах целочисленного анализа представляем в виде системы S' :

$$S' = \{S'_n\}, \quad n = 1, \dots, 5. \quad (1.12)$$

2. Определяем гиперкомплексность S'_1 :

$$S'_1 = P'_1 S_0 = \{(A_1, A_2, \dots, A_m); ((b_1^1, b_2^1, \dots, b_n^1), \dots, (b_1^m, b_2^m, \dots, b_n^m))\}, \quad (1.13)$$

где $\{A_m\} \equiv \{X_m^n\}$ — система $S^{(A)}$, состоящая из m элементов; $(b_1^m, b_2^m, \dots, b_n^m) \equiv (S_{(m)}^{(b)})$ — множество из m элементов, каждый из которых, во-первых, представляет собой элемент системы $S^{(A)}$, во-вторых, сам является сложной системой $S_{(m)}^{(b)}$, состоящей из n одинаковых (по модулю) элементов.

3. Определяем динамичность S'_2 :

$$S'_2 = P'_2 S_0 = \{(Y_{pq}^{(A)}), (Y_{ij}^{(b)})\}, \quad (1.14)$$

где $Y_{pq}^{(A)} \equiv (+)$ — операция взаимодействия (реализуется в виде сложения) между элементами p и q системы $S^{(A)}$; $Y_{ij}^{(b)} \equiv (\cdot)$ — операция взаимодействия (реализуется в виде умножения) между элементами i и j систем вида $S_{(m)}^{(b)}$.

4. Определяем свойства структурности S'_3 :

$$S'_3 = P'_3 S_0 = \{\Gamma(S^{(A)}), \Gamma(S_{(m)}^{(b)})\}, \quad (1.15)$$

где $\Gamma(S^{(A)})$ — структурный граф системы $S^{(A)}$, имеющий вид регулярной звездчатой структуры порядка m (звезда с m лучами); $\Gamma(S_{(m)}^{(b)})$ — структурный граф систем типа $S_{(m)}^{(b)}$, имеющий вид регулярной циклической структуры порядка n (замкнутый многоугольник — цикл, содержащий n одинаковых сторон).

Гиперкомплексная совокупность двух указанных соподчиненных и взаимосвязанных графов образует полный структурный граф

системы S' :

$$\Gamma(S') = \Gamma(S^{(A)}) \oplus \Gamma(S_{(m)}^{(b)});$$

$$\Gamma(S') = (\wedge)_n \oplus (\odot)_n,$$

где $(\wedge)_n$ — символ разомкнутой регулярной структуры типа звезды с n лучами; (\odot) — символ замкнутой регулярной структуры типа многоугольника из n сторон.

Вид структурных графов и их взаимосвязь следует из анализа исходных данных: целочисленности, произвольности значений для всех компонент уравнения (1.11), а также из характера межсистемных и внутрисистемных взаимодействий, реализуемых в системной модели S' левой части уравнения (1.11).

5. Определяем иерархичность S_4 (это новое, не рассматриваемое в предыдущих примерах системное свойство, отображающее сложный внутренний характер отдельных системных элементов):

$$S'_4 = P'_4 S_0 \rightarrow Q(S') = 2, \quad (1.16)$$

где $Q(S')$ — число иерархических уравнений системы S' .

Свойство иерархичности распространяется на все предыдущие системные свойства: для гиперкомплексности — задаем и определяем сложность и наличие внутренней структуры у элементов систем $S^{(A)}$, $S_{(m)}^{(b)}$ и S' ; для динамичности — определяем приоритетность выполнения операций взаимодействия (вначале — умножение, затем — сложение); для структурности — определяем характер и порядок структурной вложенности (размещения графов систем низшего иерархического уровня $S_{(m)}^{(b)}$ внутри элементов систем более высокого иерархического уровня $S^{(A)}$).

Определяем полноту замкнутости S_5 :

$$S'_5 = P'_5 S_0 = ? \quad (1.17)$$

Необходимость введения этого свойства и следствия из него даны ниже, хотя само свойство введено в данном пункте для соблюдения логического порядка в процессе определения S' . Детально содержательный аспект свойства полноты как понятия (для общего случая) раскрыт в параграфе 1.7.

6. Проанализируем правую часть уравнения (1.11), которую будем отображать системой S'' :

$$S'' = \{S''_n\}, \quad n = 1, \dots, 5. \quad (1.18)$$

Так же как и в случае определения S' , получим для S'' :

$$S''_1 = P''_1 S_0 = (b_1^{(m+1)}, b_2^{(m+1)}, \dots, b_n^{(m+1)}) = S_{(m+1)}^{(b)}; \quad (1.19)$$

$$S''_2 = P''_2 S_0 = (Y_{ij}^{(b)}) \equiv (\cdot); \quad (1.20)$$

$$S''_3 = P''_3 S_0 = \Gamma(S_{(m+1)}^{(b)}) \equiv (\odot)_n; \quad (1.21)$$

$$S''_4 = P''_4 S_0 \rightarrow Q(S'') = 1; \quad (1.22)$$

$$S''_5 = P''_5 S_0 = 1. \quad (1.23)$$

Замечания к определению системы S'' : число элементов в $S_{(m+1)}^{(b)}$ равно n и определяется степенью неизвестного в правой части (1.11); элементы системы $S_{(m+1)}^{(b)}$ не имеют внутреннего строения и поэтому не могут разделяться в процессе изменения конкретных (количественных) значений всех составляющих уравнения (1.11) — это следует из постановки задачи и исходных данных; по тем же причинам правая часть (1.11), рассматриваемая как система S'' , должна иметь число уровней иерархии и полноту замкнутости, равную единице.

Системная интерпретация математической постановки задачи следующая.

При каких условиях сложная с двумя иерархическими уровнями система S' (левая часть исходного уравнения) может быть рассмотрена как абсолютно замкнутая с одним иерархическим уровнем система S'' (правая часть уравнения), состоящая из n элементов?

При ответе на поставленный вопрос необходимо выполнить требование: процесс образования систем S' и S'' не должен выходить за пределы системообразующей среды S_0 , на которую накладываются ограничения

$$\begin{aligned} S_0 &= \{R\}; \\ S_0 &\neq \{r\}, \end{aligned} \quad (1.24)$$

где $\{R\}$ — системообразующее множество, представляющее собой совокупность целых чисел (натуральных), каждое из которых может быть получено как сумма единиц, без дробления на части базовой единицы; $\{r\}$ — системообразующее множество, состоящее из чисел с дробными составляющими.

Имея системную интерпретацию данной задачи, предлагаем (с целью лучшего понимания сути изложенных выше системных процедур) в качестве самостоятельной работы следующее.

1. Дать ГДС-оценку понятий целого и дробного чисел в (1.24).
2. Ответить — можно ли дать системную интерпретацию различий в действиях сложения и умножения?
3. Дать системное обоснование и проверить, справедливо ли утверждение (1.11) для целочисленных X , n и m , если

$$m \geq n. \quad (1.25)$$

Например, при $n = m = 3$, учтя (1.25) и (1.11), получим

$$3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3.$$

4. Проанализировать задачу (1.11) для $m = 1$ и определить граничные значения n , X и m , в пределах которых системная интерпретация задачи является справедливой.

Пример 3 представляет собой системный вариант анализа проблематики, рассматриваемой в работе [43].

Рассмотренные примеры включали в себя разноплановые объекты живой (пример 1) и неживой (пример 2) природы, материального и идеального (соответственно примеры 1, 2 и пример 3) характера. Для каждого из примеров был рассмотрен процесс системного преобразования и указан путь реализации системного подхода.

Проведенные операции в наиболее общем виде могут быть записаны как алгоритмическая цепочка

$$(\text{ИД})_0 \rightarrow S_0 \rightarrow S \rightarrow P(S) \rightarrow \text{Res} \rightarrow (\text{ИД})_R, \quad (1.26)$$

где $(\text{ИД})_0$ — начальные исходные данные, записанные на конкретно-предметном языке частного исследования; S_0 — перевод исходных данных в системообразующую среду; S — система (ГДС), полученная из S_0 ; $P(S)$ — обработка системы S методами теории ГДС (или другими системными методами); Res — результат, полученный на системном языке; $(\text{ИД})_R$ — искомый результат, переведенный на конкретно-предметный язык частного исследования.

Выражение (1.26) можно рассматривать как обобщенно-абстрактную процедуру, регламентирующую последовательность операций, позволяющих реализовать указанные ранее системные стратегии на основе постулата системности и определения системы.

1.3. Принцип системной реализации

Диалектика (как метод познания) и системный подход, реализуемый в теории ГДС, находятся во взаимообуславливающей зависимости: если диалектические закономерности обладают системным характером, то системный подход, обосновываемый законами диалектики, должен сам быть диалектическим.

Ядром диалектики В. И. Ленин называл «ученье о единстве противоположностей» [2, с. 203], а относительно познания любого объекта, процесса или явления считал, что «условие познания всех процессов мира в их «самодвижении», в их спонтанейном развитии, в их живой жизни» [2, с. 317].

Этот существеннейший момент диалектики имеет свое отображение в теории ГДС, обуславливая диалектичность ее методов и закономерностей. В системной форме изложения идея развития отображается принципом системной реализации (R -принцип).

R -принцип: каждый объект, процесс или явление всегда находятся в состоянии системной реализации.

Идея развития и процесс познания объединяются в R -принцип в том смысле, что отображенная в виде закономерностей совокупность фаз процесса системной реализации дает полную характеристику любого объекта, процесса или явления, рассматриваемого как система.

Основную суть и важнейшие компоненты R -принципа раскроем подробнее с помощью рис. 1.3, на котором дано абстрактно-обобщенное простейшее графическое отображение процесса системной реализации для произвольной системы, определенной по правилам, изложенным в параграфе 1.2. Содержательный аспект R -принципа более детально отображен в гл. 3—5 данной работы, там же определено его место среди других системных закономерностей.

На рис. 1.3 по вертикальной оси отложена оценка полноты определения (A) произвольной системы S , выраженная в относительных единицах. Суть понятия полноты раскрыта подробно в параграфе 1.7. Для данного изложения под эквивалентом полноты определения

системы (с целью упрощения понимания материала) достаточно будет подразумевать оценку завершенности «строительства» (конструирования) системы. Например, если системы нет, то оценка этого факта будет: $A = 0$; если система «построена» наполовину (по оцениваемому параметру), то $A = 0,5$; если система «построена» полностью, то $A = 1$ и т. д. Именно в этом смысле на рис. 1.3 выделены уровни $A = \{0,1; 0,9; 1\}$. По горизонтальной оси откладывается время t .

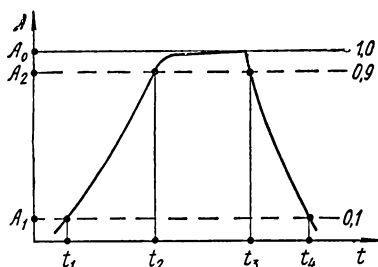


Рис. 1.3. Процесс системной реализации

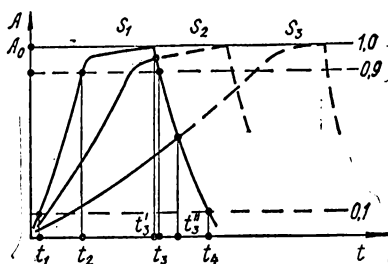


Рис. 1.4. Три системы человека

Рассмотрим отдельные фазы процесса системной реализации:

1. Первая фаза ($\Delta t_1 = t_2 - t_1$) — условные начало (t_1) и окончание (t_2) процесса формирования (развития) системы, определяемые уровнями A_1 и A_2 , которые соответствуют нижнему и верхнему порогам процесса системной реализации и определяются условиями конкретного исследования. Для определенности и лучшего понимания на рис. 1.3 уровням этих процессов заданы конкретные удобные для практических целей значения: $A_1 = 0,1$; $A_2 = 0,9$. Уровень $A_0 = 1$, теоретически достижимый за бесконечно большое время, соответствует состоянию полной замкнутости системы, получаемой в процессе системной реализации. Особенности и свойства систем, находящихся в этой фазе, изложены в гл. 3, 4.

2. Вторая фаза ($\Delta t_2 = t_3 - t_2$) — стационарное существование сформированной системы (определяется степенью полноты замкнутости, допускаемой условиями конкретного исследования). Основные закономерности и свойства систем в стационарном состоянии изложены в гл. 2.

3. Третья фаза ($\Delta t_3 = t_4 - t_3$) — разрушение (распад, расформирование) системы.

4. Предсистемное состояние ($t < t_1$) отображает свойства системообразующей среды S_0 .

5. Постсистемное состояние ($t > t_4$) отображает свойства S_0 после полного разрушения системы.

Является очевидным (из анализа фазовых состояний процесса системной реализации), что никакой системный объект (процесс, явление и т. д., рассматриваемые как система, в том числе и основные системные закономерности!) не может быть вне процесса системной реализации, что и утверждается сформулированным выше R -принципом.

Рассмотрим конкретный пример. В качестве объекта системного исследования рассмотрим человека и проанализируем его по трем направлениям развития: физическому (S_1), эмоциональному (S_2), интеллектуальному (S_3).

Для каждого из трех аспектов строим соответствующую системную модель, отображая все три процесса развития кривыми на общем графике рис. 1.4.

Сразу отметим, что рис. 1.4 носит всего лишь иллюстративный характер и не является обязательным (по своей форме) для любого человека. Каждый человек в отдельности обладает единственным и неповторимым набором собственных кривых процессов системной реализации, которые могут быть детализированы вплоть до уровня генных структур.

Раскроем содержание фаз процессов системной реализации, изображенных на рис. 1.4.

Рассматривая физическое развитие человека, строим систему S_1 . При этом физическое рождение человека отметим моментом времени t_1 . Физическое развитие организма длится порядка 25 лет и окончится к моменту времени t_2 . От t_2 до t_3 — зрелый возраст, длящийся примерно от 25 до 75 лет. Затем смерть в момент времени t_4 . Естественно, что такой усредненный процесс может сильно отличаться от формы кривой, рассматриваемой в частном случае для конкретной ситуации: например, за счет внезапной смерти процесс системной реализации для S_1 может быть прерван в любой момент времени на промежутке от t_1 до t_4 .

Процесс физического развития при нормальных условиях существования (рассматриваемых с позиций оптимума для развития тела человека) отработан эволюцией, легко наблюдаем и устойчиво повторяем. В то же время интеллектуальное развитие, наблюдаемое неявно, опосредованным образом (по результатам деятельности человека), может далеко не совпадать по своему темпу и фазовому соотношению (кривая S_3) с развитием физическим. Как показано на рис. 1.4, человек может физически уже умереть, прожив свой срок, пройдя все фазы (от вершины до упадка) в развитии, в то же время, не успев исчерпать (не дойти до максимального уровня) свои интеллектуальные возможности. Эта ситуация отображена штриховой линией для S_3 — возможного интеллектуального развития, реально окончившегося в момент времени t_3 .

Рассмотренная ситуация является хорошей системной интерпретацией странного на первый взгляд выражения, которым иногда характеризуют человека, говоря: «Он умер, еще не родившись».

Существенным моментом, отображенным на рис. 1.4, является тот факт, что один и тот же объект (в данном примере — человек) может быть отображен (рассмотрен) с различных позиций (смоделирован в виде различных систем). Является очевидным, что все эти системы (модели) для одного и того же объекта должны быть связаны друг с другом и взаимообуславливаются друг другом. Такая особенность позволяет сделать два важных для практики системных методов вывода.

1. Любой объект, рассматриваемый или моделируемый как система, во всей своей полноте может быть отображен только бесконечной системой совокупностью его отдельных моделей (системных представлений), что можно записать в виде

$$A \Rightarrow \lim_{\substack{i \rightarrow \infty \\ n = \text{const}}} \sum^i S^{(i)} = \lim_{\substack{i \rightarrow \infty \\ n = \text{const}}} \sum^i \{S_n^{(i)}\}, \quad (1.27)$$

где A — отображаемый (моделируемый) объект; \sum^i — знак системной совокупности моделей $S^{(i)}$; $S^{(i)}$ — i -я системная разновидность (или системная модель) объекта A ; n — число системных инвариант в системной модели $S^{(i)}$. Постоянная n в (1.27) свидетельствует о том, что мы фиксируем (делаем одинаковым) число системных инвариант для каждой из $S^{(i)}$, делая тем самым акцент на изменении числа i разновидностей системных моделей при одинаковом составе их системных свойств.

В конкретный исторический момент, для конкретного уровня развития в области процессов познания число i — конечно и ограничено. В ходе дальнейшего развития процессов познания человек расширяет свое представление об исследуемом объекте, отодвигая тем самым верхнюю границу i . Так как процесс познания бесконечен, то i , олицетворяя собой качественное многообразие в исходном объекте, также стремится к бесконечности. Такое расширение назовем развитием вширь многообразия системных моделей $S^{(i)}$ для исследуемого объекта A .

Параллельно с познанием разных сторон человек может углубляться в какую-либо одну область, изучать более детально какой-либо аспект исследуемого объекта или явления, что также отображается в системной модели объекта A за счет увеличения числа системных инвариант и свойств, учитываемых в конкретной разновидности системной модели. В этом смысле выражение (1.27) можно переписать в виде

$$A \Rightarrow \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ i = \text{const}}} \{S_n^{(i)}\}, \quad (1.28)$$

где $S^{(i)} = \{S_n^{(i)}\}$; n — число системных инвариант, определяющих систему $S^{(i)}$.

Если (1.27) отображает развитие вширь, то (1.28) — это символическое отображение развития вглубь.

Естественно, что процесс системного сопоставления реального объекта A и его системного эквивалента $S^{(i)}$ должен учитывать обе компоненты (вширь и вглубь). Как следует из свойств диалектики и системно обосновывается соотношением гиперкомплексных неопределенностей (см. параграф 2.5), объект в целом адекватно отображается только при одновременном описании его как вширь (Δ_1), так и вглубь (Δ_2), что символически можно записать в виде

$$A = \Delta_1 \Delta_2, \quad (1.29)$$

где $\Delta_1 = f(i, t)$; $\Delta_2 = f(n, t)$.

Аналог (1.29) получим, объединяя (1.27) и (1.28) в единое целое:

$$A \Rightarrow \lim_{\substack{i \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} \sum^i \{S_n^{(i)}\}. \quad (1.30)$$

Из (1.29) следует, что ни одна из компонент (Δ_1 и Δ_2) не должна быть равна нулю. Для (1.30) такое условие накладывает на i и n ограничения в виде

$$i, j \geq 1.$$

Если это условие не выполняется либо переходит в свой частный случай вида (1.27) или (1.28), то это означает, что процесс развития деформировался, стал асимметричным и перешел в вырождение. Оптимальный характер процесса развития (или, что то же, построения системы) будет тогда, когда i и n растут в пропорциональном соотношении, изменяясь в одну сторону.

Рассмотренный вывод позволяет дать системную формулировку задачи системного моделирования: построить оптимальную системную модель — значит, минимизировать (1.30) по i и n так, чтобы полученный результат удовлетворял требованиям (условиям) конкретного исследования,

2. Взаимосвязь качественных разновидностей $S^{(i)}$ для одного и того же объекта A дает теоретическую возможность поставить задачу разработки оператора перехода (взаимосвязи) между всеми $S^{(i)}$, что позволит на основе известных системных моделей находить неизвестные (например, зная химические закономерности объекта, узнать неизвестные его физические закономерности). Символически сказанное запишем так:

$$\begin{aligned} S^{(n)} &= P_{nm} S^{(m)}; \\ (S^{(n)}, S^{(m)}) &\in \{S^{(i)}\}; \\ P_{nm} &= f\left(\sum^i S^{(i)}\right), \\ i &= 1, 2, \dots, n, m, \dots \end{aligned} \quad (1.31)$$

Здесь P_{nm} — оператор перехода от системной модели $S^{(n)}$ к системной модели $S^{(m)}$, причем обе модели принадлежат множеству $S^{(i)}$ системных моделей одного и того же объекта A , а сам оператор P_{nm} является функцией от полной (системной) совокупности всех разновидностей системных моделей $S^{(i)}$ моделируемого объекта A .

В заключение отметим, что выражение (1.30) также следует применять и для рассмотренного в параграфе 1.2 случая процесса системной реализации — определения ГДС. Действительно, если под A (объект исследования) подразумевать искомое определение системы S , то в наиболее общем случае из (1.30) получим выражение, которое можно назвать генерирующим системообразующим множеством:

$$S = \left\{ \sum_{\substack{i \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}}^i \{S_n^{(i)}\} \right\}. \quad (1.32)$$

Задавая i и n конкретные значения ($i = N$, $n = M$) и овеществляя (опредмечивая) абстрактные (i и n), (N и M) условиями конкретного исследования, получаем из (1.32) все известные на сегодняшний день определения систем и системных моделей, что свидетельствует о высокой общности ГДС-подхода как по отношению к определению понятия системы, так и к отображению процессов системного развития. В качестве некоторых примеров определения систем, рассматриваемых как частный случай множества (1.32), можно указать [4—9, 27, 28, 32, 37, 41, 42, 44].

1.4. Дискретное представление развивающейся ГДС

Все исследуемые объекты, процессы и явления можно условно разделить на два больших класса.

1. Дискретизируемые объекты, представляющие собой перечислимую совокупность взаимосвязанных компонентов, которые могут рассматриваться как элементы системных моделей этих объектов. Например: группы людей, кристаллические образования, семиотические конструкции, алгебраические множества, категории, группы и др.

2. Непрерывные (неделимые, недискретизируемые) процессы, явления и объекты, в которых в явном, четко определенном виде нельзя выделить составляющие компоненты. Например: явления в электромагнитных полях, растворы, аморфные образования, жидкости, человеческие эмоции, прокатное производство и т. д. Здесь разделение на отдельно рассматриваемые элементы приводит к невосполнимым потерям в понимании сути анализируемых явлений.

Инвариантное моделирование, базирующееся на теории ГДС, дает возможность по мере необходимости строить системную модель как в дискретной, так и в волновой форме представления, соотносясь с целями конкретного исследования, а также показывает и обосновывает взаимосвязь двух способов представления объектов — дискретного и полевого.

Раскроем содержание одной из разновидностей дискретного представления ГДС-моделей. Для этого рассмотрим матричный способ описания ГДС, основанный на применении гиперкомплексных матриц, впервые введенных для описания сложных систем в теории ГДС [20].

Запишем гиперкомплексную матрицу для простейшей ГДС, изображенной на рис. 1.5, где A_1 и A_2 — элементы ГДС, а y_{12} и y_{21} — взаимодействия между этими элементами. Получим матрицу системы S :

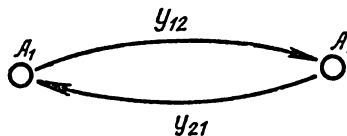


Рис. 1.5. Простейшая ГДС

$$|S| = \left[\begin{array}{c|c} A_1 & y_{12} \\ \hline y_{21} & A_2 \end{array} \right]. \quad (1.33)$$

В (1.33) на главной диагонали стоят элементы матрицы, отображающие наличие и свойства элементов системы S . Заполнение диаго-

нали выполняем по правилу

$$a_{nn} \equiv A_n(S), \quad (1.34)$$

где a_{nn} — матричный элемент (диагональный), стоящий на пересечении n -го столбца и n -й строки; $A_n(S)$ — n -й элемент системы S .

Слева и справа от главной диагонали располагаются матричные элементы, отображающие взаимодействия между элементами системы и определяемые по правилу

$$a_{nm} \equiv y_{nm}(S) |_{n \neq m}, \quad (1.35)$$

где a_{nm} — элемент матрицы, стоящий на пересечении n -й строки и m -го столбца; y_{nm} — взаимодействие элемента A_n с элементом A_m системы S в направлении от A_n к A_m .

Порядок матрицы определяется числом элементов и иерархических уровней системы S . В данном случае порядок матрицы $N = 2$ (так как ГДС, изображенная на рис. 1.5, содержит два элемента одного иерархического уровня).

Более конкретную форму записи элементы матрицы приобретают в условиях определенного исследования.

В рамках инвариантного моделирования, при абстрактном анализе системных свойств, без наполнения их конкретным содержанием частного исследования, элементы гиперкомплексной матрицы наиболее удобно записывать с помощью M -чисел, впервые введенных в теории ГДС специально для описания сложных систем в работе [22]. При этом элементы на главной диагонали в матрице приобретают статус гиперкомплексных единиц и записываются $A_{nn} = 1$.

В данном изложении, целью которого является демонстрация принципиальной возможности дискретного описания ГДС, ограничимся наиболее общими элементами формализации, используемыми в теории ГДС.

Более подробно системные особенности элементов гиперкомплексной матрицы представлены в гл. 2 и 3.

Следует отметить, что описание ГДС с помощью гиперкомплексной матрицы, хотя и наиболее системное, однако не единственно возможное, используемое для формализованного представления ГДС. Для той же цели (особенно для описания отдельно рассматриваемых системных инвариантов и закономерностей) могут использоваться методы частных наук: вероятностный подход, теоретический аппарат дискретной математики и т. д. В частности, возможность применения алгебраических групп для описания ГДС показана в работе [18].

Рассмотрим более сложный пример, учитывая изложенные особенности гиперкомплексной матрицы, которую в теории ГДС часто называют матрицей взаимодействий и обозначают символом Y . Для этого запишем и проанализируем гиперкомплексную матрицу сложной ГДС с тремя иерархическими уровнями, представленную на рис. 1.6, где символами $A_{i,j,k}$ обозначены элементы различного иерархического уровня системы S , а $y_{(i,j,k)(m,n,r)}$ — взаимодействия между этими элементами.

Запишем матрицу взаимодействий Y системы S :

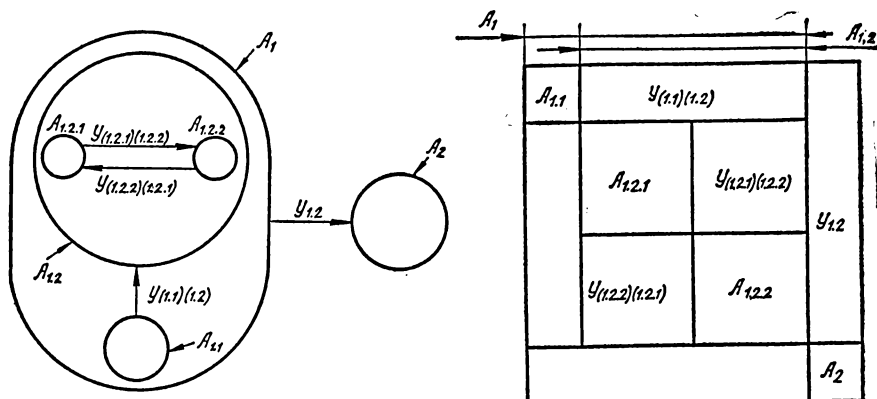


Рис. 1.6. Система с тремя иерархическими уровнями

В матрице (1.36) имеем по два элемента на каждом из трех иерархических уровней α , β , γ :

$$\begin{aligned} \alpha &\rightarrow A_1 \text{ и } A_2; \\ \beta &\rightarrow A_{1,1} \text{ и } A_{1,2}; \\ \gamma &\rightarrow A_{1,2,1} \text{ и } A_{1,2,2}. \end{aligned} \quad (1.37)$$

В соответствии с (1.37), по правилам теории ГДС, порядок N гиперкомплексной матрицы Y с тремя иерархическими уровнями запишется в виде многомерной дроби [20]:

$$N = N(\alpha), N(\beta), N(\gamma) = 2, 2, 2,$$

где $N(\alpha) = 2$ — число элементов на иерархическом уровне α ; $N(\alpha) = N(\beta) = N(\gamma) = 2$ определяются аналогично.

Покажем взаимосвязь матрицы Y с изложенным ранее порядком определения системы S и R -принципом.

В общем случае элементы матрицы Y зависят от времени, отображая процесс развития

$$A_{nm} = A(t), y_{nm} = y(t) \rightarrow Y = Y(t) \rightarrow S = |S(t)|. \quad (1.38)$$

В соответствии с (1.38), анализируя процесс системной реализации, изложенный в 1.3, получаем условия, при которых матрица Y будет отображать основные фазы процесса системной реализации.

1. Фаза развития

$$\frac{d[S(t)]}{dt} > 0. \quad (1.39)$$

Дифференцирование проводится по всем системным инвариантам, в частности $\frac{dY}{dt} > 0$.

2. Стационарный режим

$$\frac{d[S(t)]}{dt} = 0 \left(\text{или } \frac{dY}{dt} = 0 \right). \quad (1.40)$$

Расшифровывается аналогично фазе развития.

3. Фаза распада

$$\frac{d[S(t)]}{dt} < 0 \left(\text{или } \frac{dY}{dt} < 0 \right). \quad (1.41)$$

Анализируя гиперкомплексную матрицу исследуемой системы, можно построить соответствующую этой системе кривую процесса системной реализации.

Очевидно, что выражения (1.39) — (1.41) отображают идеализированную ситуацию для простейшего случая процесса системной реализации. Являясь абсолютно верными для отображения сути сиюминутного (мгновенного) состояния системы, каждое из указанных условий может присутствовать (в качестве флюктуаций) в каждой из фаз процесса системной реализации. Например, если процесс системной реализации идет не по явно выраженной линии, а путем колебаний, то даже на протяжении одной фазы можно будет найти такие отрезки времени, для которых будут справедливы указанные условия.

Относительно определения системы следует отметить: если для описания системы применяется гиперкомплексная матрица, то при выполнении операций с ней необходимо указывать (индексом при соответствующем символе) тот иерархический уровень, на котором надо выполнить требуемую операцию. Например, рассмотрим процедуру получения системного свойства S_3 (структурности) для системы S , описываемой матрицей (1.36). При этом нас будет интересовать не вся система, а только ее часть, которая находится на втором (β) и третьем (γ) иерархических уровнях. Символически указанную задачу и ее решение можно записать в виде

$$S_3^{(0,\beta,\gamma)} = \Gamma^{(0,1,1)}(S) = P_3 S_0^{(0,1,1)} = P_3 [Y(S)]^{(0,1,1)} =$$

$$= \left[\begin{array}{c|cc} 1 & 1 & \\ \hline & 1 & 1 \\ 0 & \hline & 1 & 1 \end{array} \right], \quad (1.42)$$

где индекс $(0, \beta, \gamma)$ в общем (β, γ — буквенном) виде, а индекс $(0, 1, 1)$ в цифровой форме записи указывает, что операцию выделения графа из системы необходимо выполнять только для иерархических уровней β и γ , минуя уровень α (вместо α ставим нуль на соответствующем месте индекса). В (1.42) единицы обозначают наличие элемента или связи в анализируемой системе, а нуль (часто не пишется) — их отсутствие. Выражение (1.42) можно рассматривать как матричную форму записи искомого графа. При необходимости на основе (1.42) легко построить графическое отображение найденной системной характеристики — свойства структурности.

Отвлекаясь от ГДС-содержания, можно отметить, что гиперкомплексная матрица (по своей форме) совпадает с обычной квадратной матрицей, используемой в классической математике, если исследуемая ГДС, отображаемая этой матрицей, имеет только один иерархический уровень [12].

Использование матричного описания систем особенно удобно (в силу легкой алгоритмизуемости) при реализации методов теории ГДС с помощью ЭВМ.

1.5. Волновая концепция процессов развития

Основной недостаток дискретного способа представления систем (системных моделей) — явление, называемое в системной методологии «потерей эмергентности». Суть его состоит в том, что при расчленении системы на части (эта процедура есть необходимое условие определения элементов системы) она теряет свои целостные (эмергентные) свойства, которые присущи только системе в целом и которыми не обладают отдельно взятые ее элементы. Из этого свойства следует вывод: дискретным путем (собирая систему из элементов), идя снизу (от элементов — к системе), мы никогда не постигнем полностью целостных характеристик этой системы в силу того, что она никогда не достигает состояния абсолютной замкнутости (как это следует из R -принципа), при достижении которого как раз и проявляются полностью целостные свойства системы. Эта особенность указывает на однобокость и неполноту дискретного подхода.

Диалектическим дополнением к дискретному способу описания служит целостный (интегральный) подход, который компенсирует недостатки дискретного подхода, обладая в то же время недостатком: при целостном подходе (например, идея «черного ящика») мы никогда достоверно и однозначно (без нарушения целостности) не можем сказать ничего о внутреннем содержимом системы, анализируемой с позиций целостного подхода.

Является очевидным и диалектически объяснимым, что дискретный и непрерывный (интегральный, целостный) подход взаимодополняют друг друга, компенсируя взаимно недостатки каждого.

Только уравновешенное единство двух этих методов дает наиболее объективное отображение исследуемого объекта.

Не раскрывая деталей, покажем возможность реализации непрерывного (целостного) подхода к описанию процессов системного развития, связав этот подход с R -принципом и процедурой определения системы.

В параграфе 1.6 будет показана связь дискретного и полевого методов описания систем, а в 3.6 — рассмотрены некоторые особенности волнового (полевого) представления систем.

Один из способов отображения развития системы в виде процесса распространения волны представлен на рис. 1.7, где показан процесс системной реализации в традиционной форме (рис. 1.7, а) и в полярных координатах (рис. 1.7, б).

Процесс перехода от одного способа представления к другому происходит в соответствии с соотношениями

$$\begin{aligned} \text{Mod } R &= |A|; \\ \alpha &= \frac{2\pi}{\tau} t, \end{aligned} \quad (1.43)$$

где $\text{Mod } R$ — модуль радиуса-вектора, вращением которого в направлении изменения угла α получен рис. 1.7, б; $|A|$ — абсолютное значение A ; α — угол между горизонтальной осью (начало отсчета) и положением R — в данный момент; τ — период развития системы от состояния A_1 до A_2 ; t — время.

На рис. 1.7, б условно показано направление R , по которому можно оценивать скорость распространения волнового фронта (конец радиуса-вектора R) процесса системной реализации. Начальную точку, в которой радиус-вектор равен нулю, можно принять за центр возникновения (возбуждения), начала развития волны (системы, рассматриваемой как волна).

Если говорить более точно, то вместо точки есть некоторая зона неопределенности (зона сингулярности, вырождения) с радиусом, соответствующим значению $A_1 \leq 0,1$. Эта зона эквивалентна системообразующей среде, идеализируя которую, вводим понятие волнового центра в точке 0.

Более детально процесс образования волны и его свойства описаны в параграфах 3.7 и 3.8. Здесь же отметим следующее.

1. Разметив плоскость рис. 1.7, б concentрическими окружностями, равноотстоящими друг от друга, можно будет определять скорость развития и анизотропные явления процесса развития (в случае флуктуаций, деформаций кривой процесса системной реализации).

2. Процессы межсистемного взаимодействия, рассматриваемые при дискретном отображении как сложение гиперкомплексных матриц, в случае волнового представления систем заменяются гиперкомплексной интерференцией.

В частности, системная совокупность инвариант, обозначенных под знаком суммы в выражениях (1.1) и (1.32), также может рассматриваться как интерференционный процесс. Для этого необходимо построить полную совокупность кривых процесса системной реализации по каждому из свойств, заданных в определении системы, затем на основе этих кривых можно будет построить соответствующие им волновые отображения и рассмотреть процессы волновых взаимодействий.

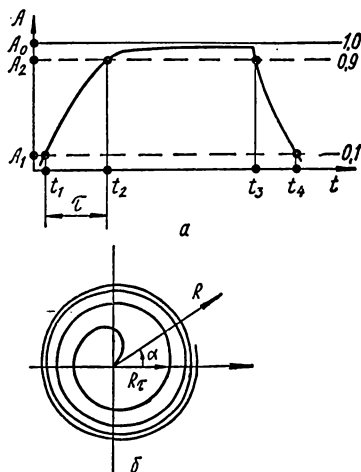


Рис. 1.7. Волновая интерпретация процесса системной реализации

3. Из сравнения рис. 1.7, *а* и 1.7, *б* следует, что ход процесса развития системы, сопоставляемый с условным направлением R , меняет свой знак и концентрацию линий волнового фронта на противоположные, если сопоставлять фазу развития и фазу распада системы: в фазе развития вначале его скорость развития максимальна, затем — спадает (концентрация линий волнового фронта вначале мала, потом максимальна), при этом линии сливаются в предельный цикл, соответствующий уровню A_0 процесса системной реализации; в фазе распада — наоборот: максимальная концентрация линий волнового фронта будет вблизи волнового центра, а развитие (распад) будет направлено от внешней окружности (предельного цикла) к нулевой точке (центру).

4. В наиболее общем случае процесс развития произвольной ГДС можно рассматривать как процесс распространения гиперкомплексной волны в гиперкомплексном поле. Для нашего примера (рис. 1.7) эта ситуация отображается в виде поперечной волны на плоскости. В конкретном случае, например при рассмотрении системообразующих процессов с позиций физической интерпретации, исследуемый объект, процесс или явление (в своем развитии) может трактоваться как распространение гиперкомплексной волны в едином поле пространства-времени, стационарные образования в котором (аналог — бегущая волна в радиотехнике или вихревые образования в жидкостях и газах) создают все многообразие физических разновидностей материального мира.

1.6. О взаимосвязи матричного и волнового описаний ГДС

Как сказано ранее, матричный метод описания наиболее удобен для дискретного представления систем, в составе которых можно четко выделить отдельные элементы.

В наиболее общем случае простейшим отображением (моделью наивысшего уровня абстрагирования) произвольного элемента (при дискретном подходе к моделированию систем) является его графическое отображение в виде точки, понимаемой, например, в физическом или математическом смысле [14, 39]. Итак, первая крайность: дискретизация \rightarrow элемент \rightarrow точка.

Второй рассмотренный подход (волновой), при детальном анализе его свойств и возможностей, приводит к другой крайности, схематическое отображение которой непрерывность \rightarrow волна \rightarrow поле.

Возникает вопрос: ситуации 1 и 2 взаимоисключающие или их можно совместить, рассматривая как два взаимодополняющих способа описания систем, которые, в таком случае, также должны содержать в себе две указанные особенности вне зависимости от вида конкретной реализации произвольной системы?

Теория ГДС дает ответ на этот вопрос в виде следующего соотношения:

$$\begin{aligned} \Delta_1 \Delta_2 = 1 = \text{const} |_{t=t_n}; \\ \Delta_1 = f_1(t), \quad \Delta_2 = f_2(t), \end{aligned} \quad (1.44)$$

где Δ_1, Δ_2 — интервал методологических возможностей дискретного и непрерывного (целостного) подходов; $t = t_n$ — фиксация времени; 1 — гиперкомплексная единица.

Выражение (1.44) можно прочесть так: в каждый момент времени полное адекватное отображение произвольного объекта, рассматриваемого как система, возможно только при одновременном рассмотрении этого объекта с позиций обоих подходов — дискретного и целостного (точечного и полевого). Назовем его условием методологической полноты.

Содержательный аспект понятия «методологический интервал» для абстрактного и наиболее простого случая показан на рис. 1.8, где по горизонтальной оси отложена периодическая дискретная последовательность основных системных инвариант, обозначаемых, как и ранее: S — гиперкомплексность, S_2 — динамичность, S_3 — структурность, S_4 — целостность, а по вертикальной оси отложена в относительных единицах способность каждого из методов отображать эти системные инварианты. Кривая 1 соответствует дискретному методу, кривая 2 — целостному.

Методологические интервалы зафиксированы на уровне 0,7, что соответствует оптимальному использованию какого-либо метода на практике. В то же время видно, что эти интервалы могут быть расширены или сужены (в соответствии с условиями конкретного исследования, например ограничениями методологических возможностей сотрудииков либо аппаратурными ограничениями).

Конкретизируем приведенное соотношение (1.44) с помощью примера, рассмотренного в теории ГДС, где проиллюстрирована связь точечного подхода с полевым [16]. В результате получим

$$\begin{aligned} \rho \cdot v &= m = \text{const} |_{t=t_n}; \\ \rho &= f_1(t); \quad v = f_2(t); \\ \Delta_1 &\rightarrow \rho; \quad \Delta_2 \rightarrow v; \quad 1 \rightarrow m. \end{aligned} \quad (1.45)$$

В (1.45) проведено символическое отображение конкретизации (1.44) для реального случая анализа методологических подходов в физических исследованиях. При этом процесс конкретизации проходит по следующей логической цепочке.

1. Находим диалектические эквиваленты для компонент соотношения (1.44). Для этого производим замены

$$\Delta_1 \rightarrow \text{содержание} \rightarrow \text{тело} \rightarrow \text{плотность} \rightarrow \rho = f_1(t); \quad (1.46)$$

$$\Delta_2 \rightarrow \text{форма} \rightarrow \text{оболочка} \rightarrow \text{объем} \rightarrow v = f_2(t); \quad (1.47)$$

1 (гиперкомплексная единица) \rightarrow масса $\rightarrow m$ (физическая инварианта).

2. Проводим анализ конкретизированного соотношения (1.45), изменяя его компоненты в максимально допустимых пределах. Получаем два крайних случая:

$$\left. \begin{array}{l} \rho \rightarrow \infty \\ v \rightarrow 0 \end{array} \right\} \rightarrow m = \text{const} \rightarrow \text{точка}; \quad (1.48)$$

$$\left. \begin{array}{l} \rho \rightarrow 0 \\ v \rightarrow \infty \end{array} \right\} \rightarrow m = \text{const} \rightarrow \text{поле}. \quad (1.49)$$

В (1.48) получено методологическое вырождение, иллюстрирующее точечный подход. Действительно, при одном и том же объекте (неизменность системной инварианты m) мы сохраняем инвариантность, но получаем ее точечное отображение: бесконечно малый объем с бесконечно большой плотностью, а это и есть физическая интерпретация понятия «точка».

Противоположная картина в (1.49): вырождение, результат которого — бесконечно протяженная сущность с исчезающе малой плотностью, а это и есть физическая интерпретация понятия «поле».

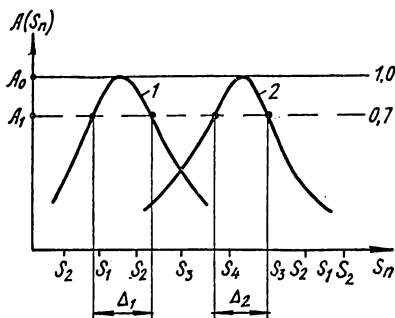


Рис. 1.8. Методологические интервалы

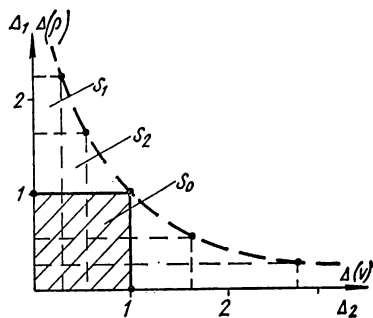


Рис. 1.9. Точечный и волновой подходы

Сказанное иллюстрируется рис. 1.9, где в условных единицах по осям показаны изменения для Δ_1 и Δ_2 , соответствующих ρ и v , а в качестве инварианты m используется неизменная площадь S . Видно, что для сохранения неизменной этой площади при изменении одной компоненты необходимо обратно пропорционально изменить вторую компоненту. Вырождение происходит при равенстве нулю любой из компонент (сторон прямоугольника). Оптимальный вариант достигается для случая равностороннего прямоугольника (квадрат), что соответствует методологически уравновешенному (равномерному) использованию двух подходов (точечного и полевого) при изучении одного и того же объекта, рассматриваемого как система.

Отметим, что с целью облегчения понимания здесь рассмотрен наиболее простой случай для фиксированного момента времени. Более общая ситуация, изменяющаяся во времени, с анализом ряда особенностей процесса системной реализации дана в последующих главах. Там же изложены суть и особенности соотношения гиперкомплексных неопределенностей, на основе которого получены анализируемые выражения (1.44) и (1.45).

Является очевидным, что матричный аппарат формализации соответствует (наиболее удобен) дискретному подходу к отображению системных объектов, когда эти объекты (или их компоненты) отображаются в виде точек (атомарная модель), а волновая формализация — оптимальна для полевых представлений системных объектов и их закономерностей.

Следует отметить, что если на начальных стадиях изучения, когда объем информации об исследуемом объекте мал и для его эквивалент-

ного (с позиций имеющегося уровня знаний) отображения достаточно небольшого числа системных инвариант, то по мере проникновения в суть исследуемого объекта рано или поздно (как это видно из рис. 1.8) возможности конкретного метода будут исчерпаны. При этом без привлечения к процессу исследования принципиально противоположного диалектически дополняющего нового метода дальнейшее познание объекта невозможно.

Например, анализ световых явлений. Световая (зрительная) информация наиболее объемна. Поэтому именно в области изучения феномена «свет» наиболее быстро наступил кризис, который на интуитивном уровне, методом проб и ошибок, за счет «озарений», без методологического обеспечения был разрешен единственно верным и диалектически закономерным путем: свет начали рассматривать одновременно как волну и как частицу, что полностью соответствует изложенным выше ГДС-закономерностям, используя которые можно более эффективно и осознанно проводить исследования сложных процессов и явлений.

1.7. Оценка полноты процесса системной реализации

Понятие полноты, ее системное определение и способ формализованного описания рассмотрены в работе [24]. В диалектике есть понятие абсолютности. Базируясь на законах диалектики, ГДС-подход также должен отражать в своих понятиях, определениях и закономерностях основные моменты этого абстрактного понятия.

Учитывая требование формализуемости для всех аспектов ГДС-подхода, для оценки и отображения абсолютности вводится понятие полноты и ее оценки. Рассмотрим конкретные примеры.

1. Полнота определения системы. Дано априорное определение системы в виде

$$S = \{S_n\}, \quad n = 1, \dots, 10. \quad (1.50)$$

Пусть в процессе реализации конкретного исследования для отображения объекта было достаточно совокупности из трех системных свойств S_n . В таком случае говорят, что полнота определения γ системы S равна 0,3 или 30 %:

$$\begin{aligned} \gamma^{(S)} &= 0,3 \rightarrow 30 \% ; \\ \gamma^{(S)} &= \frac{n_1}{n} = \frac{3}{10} = 0,3 \rightarrow 30 \% , \end{aligned} \quad (1.51)$$

где $\gamma^{(S)}$ — оценка полноты определения системы S .

Является очевидным, что теоретически значение полноты определения систем может изменяться в пределах

$$\gamma^{(S)} = [0, 1]. \quad (1.52)$$

Реально вместо (1.52) в условиях практики всегда будет

$$0 < \gamma^{(S)} \leq 1. \quad (1.53)$$

Это следует из того, что если ни одно из системных свойств не удалось реализовать (обнаружить, применить), то нет смысла оценивать качества несуществующей системы.

2. Полнота отдельного системного свойства (закономерности, инварианты). Пусть необходимо из (1.50) выделить S_3 — структурность и оценить полноту структурной замкнутости для ГДС четвертого порядка общего вида, структурный граф которой изображен на

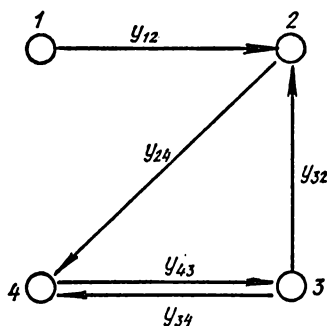


Рис. 1.10. Основной граф ГДС

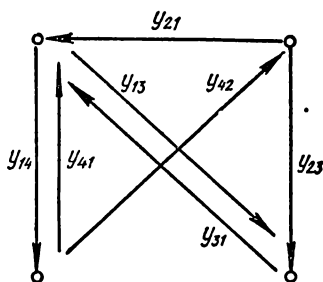


Рис. 1.11. Дополнительный граф

рис. 1.10. Дадим искомую оценку в матричной форме записи. Для этого запишем матрицу полного графа ГДС четвертого порядка:

$$\Gamma_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1.54)$$

Для ГДС, изображенной на рис. 1.10, структурная матрица имеет вид

$$\Gamma_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & & \\ & 1 & & 1 \\ & 1 & 1 & 1 \\ & & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1.55)$$

На основании (1.54) и (1.55) строим матрицу структурной неполноты:

$$\Gamma_2 = \Gamma_0 - \Gamma_1 = \begin{bmatrix} 0 & & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & \\ 1 & & 0 & \\ 1 & 1 & & 0 \end{bmatrix}. \quad (1.56)$$

Граф для (1.55) представлен на рис. 1.11 и носит название **дополнительного графа**.

Как следует из рассмотренного примера:

$$\Gamma_0 = \Gamma_1 + \Gamma_2, \quad (1.57)$$

где Γ_0 — полный граф; Γ_1 — основной (прямой) граф; Γ_2 — дополнительный граф.

Аналогично можно проводить оценку полноты и для других системных свойств.

В соответствии с соотношением (1.57) аналогично вводится понятие полной, основной и дополнительной ГДС, связанных соотношением

$$S_0 = S_1 + S_2. \quad (1.58)$$

Забегая наперед, отмечаем, что полная ГДС (в данном случае) — это ГДС в состоянии полной замкнутости, чего она теоретически достигнуть может только за бесконечно большое время.

3. Полнота процесса системной реализации.

Рассматривая ход процесса для каждого из системных свойств, можно оценить эти свойства (процессы) по приведенной выше методике. Системная совокупность таких оценок дает общую оценку полноты системной реализации.

Отсутствие абсолютной замкнутости (что равносильно обязательному наличию неполноты) есть необходимое условие реализации процесса познания. Действительно, объект, с которым нет контакта по линии хотя бы какого-нибудь системного свойства, для нас не существует и выпадает из процесса исследования.

1.8. Определение статуса принципа системной реализации

В совокупности с постулатом системности R -принцип является исходным пунктом, на основе которого может строиться и развиваться системная методология. При этом принцип и постулат находятся во взаимобусловливающей зависимости, дополняя, конкретизируя и взаимно обосновывая друг друга: если постулат системности рассмотреть как форму, то R -принцип может трактоваться как содержание исходного пункта системной методологии, базирующейся на основных положениях марксистско-ленинской диалектики.

В общей системе научных знаний R -принцип, так же как и постулат системности, относится к фундаментальным положениям системологии, конкретно опредмечиваясь в частных реализациях системных подходов.

В данном изложении такой конкретизацией системного подхода является инвариантное моделирование, базирующееся на теории ГДС, что и обусловило появление данной монографии, в которой описываются основные понятия, определения и закономерности развивающихся систем с позиции теории ГДС.

В целом предметом инвариантного моделирования являются основные закономерности, принципы, понятия и определения, которые являются общими для системных моделей произвольных объектов вне зависимости от их конкретной разновидности (инвариантность по качеству). Поэтому из бесчисленного класса разнообразных моделей,

используемых в конкретных научных исследованиях, выбраны именно системные модели, обобщенные параметры которых (системные инварианты) могут рассматриваться в качестве абстрактных характеристик наивысшей степени общности.

Основные направления, по которым можно реализовать системную методологию, указаны в параграфе 1.7.

В инвариантном моделировании, основанном на теории ГДС, для анализа и описания системных инвариант и конструируемых из них системных моделей применяются средства формализации (гиперкомплексные матрицы, специальные операторы, символическое отображение законов и принципов и т. д.).

При этом в едином контексте могут совмещаться методы, символы и определения, традиционно рассматриваемые в отдельных, четко разграниченных отраслях знаний. В связи с этим для адекватного отображения системных концепций и закономерностей средств какой-либо частной науки (например, теории вероятностей, математики, кибернетики и т. д.) недостаточно.

Для устранения этой трудности в инвариантном моделировании используется специфический, комплексный (системносвязанная совокупность разнокачественных аспектов) подход к процессу формализации и символическому представлению излагаемого материала. Эта процедура получила название «гиперкомплексная систематика» (ГДС-систематика). Ее положения в разбросанном виде встречаются на протяжении всего изложения как в данной книге, так и в отдельных работах по инвариантному моделированию.

Являясь метатеоретической концепцией, инвариантное моделирование обладает высокой степенью обобщения, глубоким уровнем абстрагирования. Эта особенность определяет место предмета данной метатеории в общей структуре знаний: сверху ГДС-подход стыкуется с закономерностями диалектики, обосновываясь и утверждаясь ими, снизу — ограничивается взаимодействием с абстрактно-аксиоматической частью конкретных наук, давая возможность «сшивать» отдельные научные направления в системно организованное единое целое.

В указанной области изложенные методы являются эффективными, позволяя делать обобщения, выводы, планировать стратегию в ходе сложных научных исследований и в процессах познавательной деятельности, что в принципе не могло бы быть реализовано методами любой, самой совершенной частной науки.

В рамках отдельной науки, по узкому научному направлению, системная методология теряет свою эффективность, уступая частным специализированным методам, что и определяет нижнюю методологически-инструментальную границу применения системных методов.

Частные методы, особенно на уровне своих фактологических постулатов и основополагающих принципов, могут использоваться в качестве критериев, позволяющих оценить правомочность отдельных системологических утверждений. Например, то, что в частной теории постулируется либо вводится аксиоматически, может (и должно) обосновываться на логическом уровне метатеоретической системной

концепцией, что в свою очередь может являться подтверждением правомочности и эффективности этой метатеории.

Обобщая материалы гл. 1, можно сделать следующие выводы.

1. Сформулирован постулат системности и приведены следствия из него.

2. Изложены требования к определению понятия системы и системных инвариантов, на основе которых дано вербальное и формализованное определение гиперкомплексной динамической системы.

3. Обоснован и сформулирован принцип системной реализации (R -принцип), а также выделены и проанализированы его основные компоненты.

4. На основе R -принципа указан подход к иерархически более высокому способу отображения процесса определения системы и проанализированы следствия из него.

5. Показана возможность дискретного представления ГДС на основе нового понятия — гиперкомплексной матрицы, основные свойства которой, взаимосвязь с R -принципом и определением ГДС, показаны на конкретных примерах и отображены в символической форме записи.

6. Введено понятие гиперкомплексной волны и показана возможность формализованного описания волнового процесса в рамках теории ГДС.

7. Сформулировано условие методологической полноты и показана взаимосвязь точечного (дискретного) и полевого (волнового) подходов к описанию систем.

8. Определены место и статус постулата системности и R -принципа в общей структуре науки и указаны границы применимости излагаемого системного подхода.

Для самоконтроля процесса усвоения изложенного материала предлагается ответить на следующие вопросы.

1. В какую структуру и как входит системный подход в качестве частной методологической составляющей?

2. Могут ли объекты (компоненты) математических концепций рассматриваться как ГДС, например категории, множества, группы или даже геометрия и алгебра, вместе взятые?

3. Можно ли распространить R -принцип на такие явления, как удар, колебания маятника, движение тела по наклонной плоскости, вращение Земли?

4. Как дать дискретное описание процессов в жидкостях?

5. Можно ли применить точечный подход к моделированию процессов, отображающих взаимодействие многих полей?

6. Какова полнота определения понятия «число»?

7. Что является системообразующей средой при системном подходе к проблематике единого поля?

8. Можно ли назвать системный эквивалент физического понимания вакуума?

9. Можно ли говорить о структуре и внутреннем строении точки?

10. Что отображает свойство гиперкомплексности и структурности (являясь их опредмеченным эквивалентом) в жидкостях и газах?

АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Постановка задачи стационарного анализа

В соответствии с определением процесса системной реализации и анализом его фаз, проведенным в гл. 1, стационарным называется такое состояние системы S , когда

$$\frac{dS}{dt} = 0, \quad (2.1)$$

где $S = \left\{ \sum \{S_n\}^{(i)} \right\}$, $i = 1, \dots, \infty$; $n = 1, \dots, \infty$ при $t = [t_2, t_3]$.

Так как $S = f(S_1, S_2, \dots, S_n)$, $S_n = f_n(t)$, то

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial S_1} \frac{dS_1}{dt} + \frac{\partial S}{\partial S_2} \frac{dS_2}{dt} + \dots + \frac{\partial S}{\partial S_n} \frac{dS_n}{dt}, \\ t = [t_2, t_3]. \end{cases} \quad (2.2)$$

Содержательный аспект (2.1) и (2.2).

1. Понятие стационарности — относительное. Система S может быть стационарна по одному набору системных инвариант и не стационарна по каким-либо другим системным инвариантам. Такая ситуация возможна, например, при неравномерности развития или разнесении во времени процессов реализации отдельных системных свойств.

2. Так как даже при одном и том же наборе системных инвариант ($n = M = \text{const}$) реализация системы может происходить по i разновидностям (например, $i = 1$ — физическая модель, $i = 2$ — химическая и др., т. е. разновидности системных моделей для одного и того же объекта), то необходимо учитывать и возможность изменения качественной разновидности систем. Для стационарного состояния качество системы фиксируется так: из возможного множества i разновидностей $S^{(i)}$ выбирается одна ($i = N = \text{const}$).

3. Интервал времени $t = (t_2 \dots t_3)$ соответствует длительности фазы стационарного состояния системы (согласно параграфу 1.3).

4. Полностью стационарная система — это ГДС, находящаяся в фазе стационарности процесса системной реализации, когда для внешнего наблюдателя число системных инвариант в наблюдаемой системе (при определенной качественной разновидности системы) остается

постоянным. Если процесс изменения i и n отобразить операцией «дифференцирование по индексам», то сказанное можно записать так:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial i} \frac{di}{dt} + \frac{\partial S}{\partial n} \frac{dn}{dt} = 0. \quad (2.3)$$

Совокупность выражений (2.1) — (2.3) представляет собой символическое отображение состояния стационарности для произвольной ГДС.

5. Следует отметить, что стабильность качественного состава системы в стационарном состоянии не означает неизменность (по количественным оценкам) каждого из качеств, которые, например, могут меняться по амплитуде (периодически, аperiodически и т. д.). В этом смысле стационарность не следует путать со статичностью, когда анализируемая величина или процесс представляет собой застывшую (неизменную во времени) сущность.

ГДС в стационарном состоянии — это реализация динамически устойчивой формы существования системы (или объекта, рассматриваемого как система). Примером такой ситуации может быть явление типа «круговорот воды в природе», когда при явной динамике явления ход, компоненты и структура процесса остаются неизменными.

Аналогичный пример — явление гомеостазиса.

В стационарном состоянии система может находиться бесконечно долго, если оно достигнуто и реализовано за счет внутрисистемных ресурсов. Такая ситуация характерна для абсолютно замкнутых систем.

Аналогичное состояние может происходить и при наличии сбалансированного (уравновешенного внутренними процессами) внешнего воздействия на систему.

Анализу замкнутых и разомкнутых систем, находящихся в условиях стационарности, посвящены материалы данной главы.

2.2. Основной закон ГДС

Матричное уравнение, описывающее поведение замкнутой ГДС, имеет вид [16]

$$Y\varphi = 0, \quad (2.4)$$

где Y — гиперкомплексная матрица взаимодействий системы S ; φ — матрица-столбец системообразующих потенциалов, характеризующих внутренние возможности системы.

Раскроем содержание уравнения (2.4). Для этого отметим ряд особенностей замкнутой ГДС, приведших к возникновению этого уравнения.

Говорить о замкнутой ГДС можно только в условиях сознательной идеализации, когда ГДС (или объект, рассматриваемый как система) считается полностью изолированной от окружающей ее среды. На практике такую ситуацию во всей ее полноте реализовать нельзя: с абсолютно замкнутой ГДС невозможны никакие взаимодействия со стороны внешнего наблюдателя.

Поэтому в условиях реального исследования замкнутой будем считать такую ГДС, взаимодействием которой с окружающей средой можно пренебречь.

Это требование часто записывают в виде условия

$$Y^{(S)} \gg Y_{SS_0} \rightarrow 0;$$

$$n = M; i = N; t = [t_1, t_2], \quad (2.5)$$

где $Y^{(S)}$ — взаимодействия внутри ГДС (системы S); Y_{SS_0} — взаимодействия между системой S и окружающей средой, которую также можно рассматривать как систему S_0 .

Условия

$$n = M;$$

$$i = N;$$

$$t = [t_1, t_2]$$

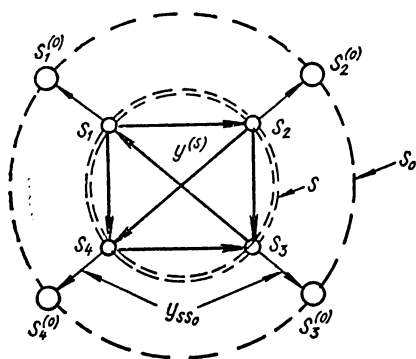


Рис. 2.1. ГДС и окружающая среда

показывают, что соотношение должно выполняться для всех системных свойств $\{S_n\}$, число которых задается (M), а также для всех разновидностей системных моделей (заданы числом N), на протяжении всего времени проведения исследования от t_1 до t_2 .

Выражение (2.5) иллюстрируется рис. 2.1, где двойными стрелками и штрихом обозначена система S , а одинарными — окружающая среда, которую также рассматриваем как систему S_0 . При этом S рассматриваем как совокупность системных инвариант $\{S_n\}$, а в S_0 выделяем и учитываем те компоненты, которые могут взаимодействовать с S по всем ее составляющим $\{S_n\}$.

Свойство замкнутости накладывает свои ограничения как на способ организации системы, так и на условия ее существования.

1. Замкнутая система S должна создаваться только за счет собственных (внутренних) ресурсов, на основе которых должны быть реализованы все системные инварианты $\{S_n\}$ (процесс самореализации).

2. Для обеспечения полноты замкнутости весь системообразующий ресурс системы S должен быть использован так, чтобы частная полнота замкнутости по отдельным системным свойствам стремилась к единице. Например, все взаимодействия в системе S должны быть задействованы внутрисистемно, что исключило бы реализацию связи S и S_0 за счет ресурса внутренних связей.

Если каждому элементу A_n системы S поставить в соответствие часть системообразующего потенциала $d\phi_n$, то очевидно (в силу указанных выше ограничений), что в полностью замкнутой системе этот ресурс весь должен распределиться по всем внутрисистемным направлениям для организации (реализации) внутрисистемных взаимодействий. Для произвольного элемента это запишется в виде

$$d\phi_n = k_{n1}d\phi_1 + k_{n2}d\phi_2 + \dots + k_{nm}d\phi_m, \quad n \neq m, \quad (2.6)$$

где $k_{nm}d\phi_m$ — часть ресурса $d\phi_n$, используемая на реализацию взаимо-

действия элемента A_n с элементом A_m в направлении от A_n к A_m ; k_{nm} — скорость самореализации $d\varphi_n$ по направлению $d\varphi_m$.

Так как взаимодействие между элементами в замкнутой системе реализуется только за счет возможностей самих элементов, то его можно рассматривать как отношение элементов. В простейшем случае это отношение можно понимать буквально, откуда

$$y_{nm} = -\frac{d\varphi_n}{d\varphi_m} = -k_{nm}. \quad (2.7)$$

Аналогично (2.6) запишем в упорядоченном виде систему уравнений для ГДС третьего порядка с одним иерархическим уровнем:

$$d\varphi_1 = 0 + k_{12}d\varphi_2 + k_{13}d\varphi_3;$$

$$d\varphi_2 = k_{21}d\varphi_1 + 0 + k_{23}d\varphi_3;$$

$$d\varphi_3 = k_{31}d\varphi_1 + k_{32}d\varphi_2 + 0.$$

Или, перенося все в левую часть, вынося за скобки построчно $d\varphi_n$ в каждой строке и учитывая (2.7), в матричной форме получаем

$$\left[\begin{array}{c|c|c} 1 & y_{12} & y_{13} \\ \hline y_{21} & 1 & y_{23} \\ \hline y_{31} & y_{32} & 1 \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} d\varphi_1 \\ d\varphi_2 \\ d\varphi_3 \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right]. \quad (2.8)$$

Введя соответствующие обозначения (квадратную матрицу обозначим через Y , матрицу-столбец — через φ), получим из (2.8) уравнение вида (2.4).

Рассмотренный пример — простейший и является иллюстративным, позволяющим сориентироваться в логике построения ГДС-закономерностей.

Проанализируем (2.4) с позиций самообеспечения замкнутой системой своего стационарного состояния, в котором воспринимаемые нами параметры (системные инварианты) оставались бы неизменными в течение всего времени наблюдения (теоретически — бесконечно долго). Более жестко эту задачу можно сформулировать так: при каких условиях изменяющиеся по своей сути элементы системы могут восприниматься внешним наблюдателем как неизменные? Вопрос об изменении элементов естествен: он продиктован тем фактом, что (как показано выше) элементы системы «расходуют» себя на процесс системной самореализации. Этот факт отображен знаком «минус» в (2.7). Любой «расход» рано или поздно приведет к «исчезновению» элемента. Так будет всегда, кроме одной ситуации, когда «расход» элемента будет в точности компенсироваться «приходом» (за счет другого элемента той же замкнутой системы). Кто же будет компенсировать саморасход другого элемента? Ответ — третий элемент. А для третьего? И так далее, и так далее. Либо нужен для последнего элемента мифический источник, либо надо сомкнуть последний элемент с первым. При этом образуется замкнутая структура — единственно возможный способ организации системы, когда, несмотря на фактическую динамику («рас-

ход») элементов, они могут восприниматься как неизменные. Такое явление назовем динамически устойчивой гиперциркуляцией, за счет которой может наблюдаться эффект стационарности для системного свойства (системной инварианты) — гиперкомплексность.

Графосимволическая иллюстрация изложенного приведена на рис. 2.2, где в произвольной системной структуре (рис. 2.2, а) вы-

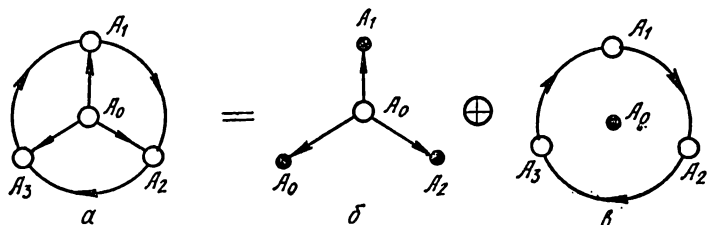


Рис. 2.2. Полная структура (а) как совокупность разомкнутой (б) и замкнутой (в) структур

делены две важнейшие составляющие: структура типа многолучевой звезды (рис. 2.2, б) и замкнутая (циклическая) структура (рис. 2.2, в). На рис. 2.2 кружочками обозначены те элементы системы, которые входят в состав структуры, а точками — место (позиция) отсутствующих элементов.

Из проведенного анализа следует, что с течением времени в полной структуре произвольной замкнутой системы произойдут однонаправленные, необратимые процессы: разомкнутые структурные компоненты (типа рис. 2.2, б) исчезнут («израсходуются»), циклические — останутся, создавая эффект стационарности — динамически устойчивого состояния системы.

Так как проведенные рассуждения относятся к замкнутой системе, состояние которой описывается уравнением (2.4), а проведенный логический анализ может быть выполнен аналитически (это сделано в теории ГДС за счет исследования матрицы взаимодействий путем ее разложения на симметрическую, тождественную рис. 2.2, б, и косимметрическую, тождественную рис. 2.2, в, составляющие [16]), то это уравнение можно назвать основным уравнением, описывающим поведение ГДС.

Результаты анализа этого уравнения сформулируем в виде основного закона, описывающего поведение замкнутой ГДС: каждая ГДС стремится реализовать функцию идеального гириатора.

Под «идеальным гириатором» (в общем случае — гиперкомплексным гириатором) подразумевается многомерный циркулятор (простейший пример — рис. 2.2, в), который аналитически может быть получен путем выделения косимметрической составляющей из матрицы взаимодействий Y произвольной системы [10, 16].

Под «реализацией функции идеального гириатора» подразумевается способность находиться бесконечно долго в состоянии динамической устойчивости, что может быть реализовано только при наличии циркуляции.

«Стремиться реализовать» — вовсе не означает осознанности этого процесса системой. Слово «стремиться» здесь употребляется по антропологическому принципу, когда явление достижения цели проявляется как прекращение деятельности при определенных (оптимальных) для системы условиях. Аналог этого — описанные процессы.

Из основного закона ГДС можно сделать важные для практики выводы:

1. Если устойчивое состояние (без внешних затрат) может быть реализовано на основе процесса гиперкомплексной циркуляции, то, учитывая инвариантность по качеству рассматриваемого системного подхода, гиперкомплексный гиратор можно считать обязательной диалектической компонентой любого устойчиво существующего объекта, рассматриваемого как система.

2. Оптимальными для практики будут те объекты, процессы и т. д., организация которых проведена путем конструирования (создания, разработки) их в виде гиперкомплексного гиратора с минимальными потерями, которые неизбежны в силу неполноты замкнутости в реальных системах.

3. Реальная система (объект, явление), находящаяся в состоянии, близком к состоянию идеального гиратора, может быть ненаблюдаема (за счет реализации полной замкнутости), несмотря на то что ее внутренние процессы могут быть весьма интенсивны. Практическим примером, иллюстрирующим такую возможность, могут служить явления выбивания частиц из вакуума, известные в физике, когда из «ничего» (системы, близкой к замкнутой ГДС) выбивают «нечто» — частицы [39].

2.3. Разомкнутые системы

Рассмотрим два случая. Первый, когда сложный объект рассматривается как замкнутая ГДС. При этом можно выделить часть системы, которая будет связана с оставшейся частью ГДС. Как исследовать (моделировать) такую выделенную часть системы?

Второй случай — ситуация, представленная на рис. 2.2, б (системная структура типа «звезда»), когда в системе существуют неиспользованные (нереализованные внутрисистемно) взаимодействия. Если внутренние возможности ГДС не позволяют реализовать свободные взаимодействия, то такая система, в силу основного закона ГДС, будет вступать во внешние взаимодействия, стремясь достигнуть полноты замкнутости.

В обеих указанных ситуациях мы имеем дело с разомкнутыми ГДС: это системы, у которых есть взаимодействие с внешней средой, которая может рассматриваться либо как система, либо как системообразующая среда (в соответствии с *R*-принципом).

На основании сказанного можно задать вопросы: в каком соотношении могут находиться замкнутые и разомкнутые ГДС, каково уравнение, описывающее поведение разомкнутой ГДС, и чем обеспечивается стационарность ее существования?

Рассуждая так же, как и в случае замкнутой ГДС, для разомкнутой ГДС получаем условия разомкнутости

$$\begin{aligned} Y^{(S)} &\approx Y_{SS_0} \neq 0; \\ n &= M; \quad i = N; \\ t &= [t_1, t_2]. \end{aligned} \quad (2.9)$$

Уравнение, описывающее поведение разомкнутой ГДС, следующее:

$$Y\varphi = I, \quad (2.10)$$

где I — матрица-столбец внешних воздействий.

Состав соотношений (2.9) и (2.10) и способы их получения аналогичны рассмотренной ранее процедуре, приведшей к соответствующим соотношениям (2.4) и (2.5).

Из (2.9) следует: разомкнутость необходимо рассматривать по каждому из системных свойств (системных инвариант), что иллюстрируется рис. 2.1.

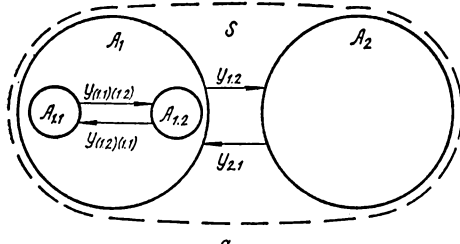
Учитывая высокий уровень методологической и понятийной общности (за счет инвариантности по качеству) закономерностей ГДС, можно утверждать, что поведение системы в целом, так же как и поведение (в данном случае — способ стационарного существования) отдельной системной инварианты, по своей сути подчиняется приведенным уравнениям для замкнутой и разомкнутой ГДС. В силу этого, например, в (2.10) можно I рассматривать как внешнее воздействие, компенсирующее «расход» системообразующих ресурсов по линии гиперкомплексности, а все уравнение в целом (в своей системологической конкретизации) — как описание состояния по свойству гиперкомплексность. Более детально условность процессов опредмечивания системных закономерностей и даже отдельных системных инвариант, понятий и взаимообусловленный характер их отношений раскрыты в гл. 3. Под опредмечиванием в данном случае подразумевается конкретизация наиболее общих системных соотношений опять-таки системными понятиями, без выхода за предметную область инвариантного моделирования. Это ситуации, в которых проводится анализ и дается ответ на вопросы типа: когда гиперкомплексность может рассматриваться как динамичность, а эмергентность — как гиперкомплексность и т. д., без выхода на уровень понятий и законов частных наук.

Для обеспечения стационарности разомкнутой ГДС (в смысле стабильного и неизменного по проявлению для внешнего наблюдателя состояния всех системных инвариант) требуется, чтобы внешнее воздействие (пополнение саморасхода разомкнутой ГДС) строго, динамически сбалансированно соответствовало системным потерям в разомкнутой ГДС по всем анализируемым системным инвариантам. В случае дисбаланса процесс стационарного состояния перейдет в какую-либо другую фазу процесса системной реализации. При этом направление перехода определится знаком разности между собственно системным ресурсом самореализации и кинетическим системообразующим потенциалом внешнего воздействия. Эта разность рассматривается как зависящая от времени. Явления дисбаланса могут быть отображены

и на основе анализа символически представленных закономерностей ГДС (см. гл. 3).

Определим соотношения между замкнутой и разомкнутой ГДС на основе графоаналитического исследования сложной системы. Для этого проанализируем развернутое уравнение сложной ГДС и дадим графическую интерпретацию основным моментам проводимого анализа.

Пусть уравнение вида (2.4) в развернутой форме записи для замкнутой ГДС S имеет вид



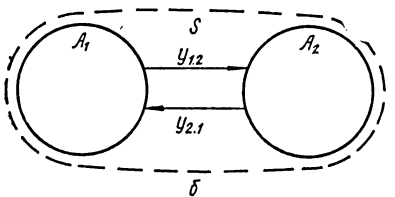
а

1		2
1.1	1.2	
1	$y_{(1.1)(1.2)}$	
$y_{(1.2)(1.1)}$	1	y_{12}
y_{21}		1

y_1

=

y_2



б

(2.11)

Иллюстрация проводимого анализа дана на рис. 2.3, где уравнение (2.11) отображается в соответствии с принятыми ранее обозначениями (рис. 2.3, а). Обозначения элементов проставлены внутри самих элементов системы S , оболочка которой нарисована штриховой линией.

Как видно из (2.11), система S имеет два иерархических уровня, на каждом из которых находится по два элемента. Следовательно, порядок

Рис. 2.3. Сложная ГДС

гиперкомплексной матрицы Y будет следующим:

$$N = 2,2.$$

На главной диагонали стоят единицы. Несмотря на одинаковую символическую форму записи этих единиц, в системном смысле они различны: принадлежат к разным уровням иерархии. Они различны также и в своем конкретном, о вещественном наполнении — каждой из этих абстрактных гиперкомплексных единиц будет соответствовать в реальном исследовании свой объект. В уравнении ГДС все эти различия также отображаются, хотя и в неявной форме, за счет указания номера гиперкомплексной единицы в гиперкомплексной матрице (этот номер равен номеру матричного соответствующего элемента и определяется номером пересекающихся строки и столбца). На прак-

тике номера единиц, так же как и нумерация строк и столбцов, обычно не пишутся. В нашем примере, для полноты понимания, эта операция выполнена так: стрелками и цифрами в верхней части матрицы указана нумерация позиции (стрелками) и ее номер, в соответствии с чем для нашего случая всё гиперкомплексное (элементное) разнообразие имеет вид

$A_1 \rightarrow I_{11}$ — первый элемент высшей иерархии;
 $A_2 \rightarrow I_{22}$ — второй элемент высшей иерархии;
 $A_{1.1} \rightarrow I_{11.11}$ — первый элемент низшей иерархии;
 $A_{1.2} \rightarrow I_{11.22}$ — второй элемент низшей иерархии.

В свернутом виде, без указания внутреннего строения системы S на низшем иерархическом уровне, уравнение (2.11) примет вид

$$\left[\begin{array}{c|c} 1 & y_{12} \\ \hline y_{21} & 1 \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} \Phi_1 \\ \Phi_2 \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} 0 \\ 0 \end{array} \right]. \quad (2.12)$$

Уравнение (2.12) отображено рис. 2.3, б.

Разобьем замкнутую ГДС (2.11) на две взаимодействующие между собой разомкнутые системы S' и S'' так, чтобы

$$S = S' \oplus S'', \quad (2.13)$$

где \oplus — знак гиперкомплексного взаимодействия.

Эта процедура графически представлена на рис. 2.3, в, а ее аналитическое описание имеет вид

$$\left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & y_{(11)(12)} & \\ \hline y_{(12)(11)} & 1 & \\ \hline 0 & 0 & \\ \hline \end{array} \oplus \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline y_{21} & 1 & \\ \hline \end{array} \right) \begin{array}{|c|c|} \hline \varphi_1 \\ \hline \varphi_2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline \end{array}. \quad (2.14)$$

На основе (2.14) выделим разомкнутую ГДС S' и запишем отдельно ее уравнение

$$\left[\begin{array}{c|c} 1 & y_{(1.1)(1.2)} \\ \hline y_{(1.2)(1.1)} & 1 \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} \Phi_{1.1} \\ \Phi_{1.2} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} I_{1.1} \\ I_{1.2} \end{array} \right], \quad (2.15)$$

где $\Phi_{1.1}$, $\Phi_{1.2}$ — внутренние гиперпотенциалы S' ; $I_{1.1}$, $I_{1.2}$ — эквиваленты внешних воздействий, возникающих за счет ресурса Φ_2 .

При этом

$$I_{1.n} = f_n(y_{1.2}; \Phi_2), \quad n = 1, 2. \quad (2.16)$$

Анализ (2.4) свидетельствует о том, что для существования этого уравнения необходимо, чтобы его определитель равнялся нулю. Запишем это требование в виде уравнения замкнутой ГДС и условия его существования:

$$Y\Phi = 0; \det Y = 0. \quad (2.17)$$

Как видно из свойств матрицы ГДС и проведенного изложения, уравнение произвольной разомкнутой ГДС и условие его реализации можно записать в виде

$$Y' \Phi' = I'; \det Y' = 1. \quad (2.18)$$

Если (2.18) входит в состав (2.17), то общая система уравнений такой сложной системы запишется так:

$$\begin{aligned} Y \Phi &= 0; \det Y = 0; \\ Y' \Phi' &= I'; \det Y' = 1, \end{aligned} \quad (2.19)$$

где Y' — матрица диагональной гиперкомплексной единицы из Y ; $Y' = f(Y)$, которую можно получить изложенным ранее способом.

2.4. Принцип гомоцентризма

Постулат системности и R -принцип могут быть распространены на все видопроявления природы вне зависимости от их качественной разнovidности. Частным случаем качественного видопроявления является человек. Так как познавательная и преобразующая деятельность на данном этапе развития человечества практически полностью связана с человеком, то вполне правомочен вопрос о его роли и месте в этих процессах. Возникает задача учета человеческого фактора. При этом требуется выяснить целесообразность постановки такой задачи; определить границы, в пределах которых решение задачи учета человеческого фактора является оптимальным и наиболее важным; определить место этой задачи в структуре научных знаний, в частности в системной методологии; найти способ формализованного и осознанно-конкретизированного опредмечивания понятия «человеческий фактор» в рамках конкретных исследований и довести решение этой задачи до практической реализации.

Все эти аспекты в разной полноте реализации учтены в методологии инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС [21]. Здесь же будет изложена основополагающая закономерность, с помощью которой указанные вопросы и ответы на них могут быть изложены в виде компактной и методологически емкой формулировки, получившей название H -принцип (принцип гомоцентризма, где буква H — первая буква латинского слова homo — человек).

Прежде чем сформулировать H -принцип, раскроем содержание понятия базисного элемента, используемое при реализации системного подхода в задачах системного анализа.

Процесс системной реализации на практике, в условиях конкретного исследования, обязательно сопровождается определением системы. При этом необходимо определить систему по индексу i в формуле (1.32). Конечным результатом выбора этого индекса является задание качественной разновидности реализуемой системы. В общем случае, на языке системно-диалектических понятий, эту процедуру можно назвать задачей выбора базиса, относительно которого реализуется система. Иными словами, выбор базиса определяет нам тот элемент, с позиций которого, глазами которого мы смотрим на процесс системной реализации (на произвольную ГДС, на системную модель и т. д.).

Имея такой «фильтр», при наличии целей конкретного исследования можно выбрать системно-методологический оптимум процесса системной реализации.

Итак, задача выбора базиса. Насколько она существенна? Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. Решается задача фильтрации электронов по скоростям. Группа исследователей состоит из нескольких человек, каждый из которых предлагает свой вариант решения. Анализ этих вариантов показывает их непригодность. Наконец, один из исследователей предлагает: «А что, если на процесс фильтрации посмотреть глазами электрона?».

Данный подход оказался оптимальным. Такая смена позиции (смена точки зрения), приводящая к эффективным нестандартным решениям, часто используется в синектических методах проектирования [7].

Пример 2. Исследователь описывает наблюдаемый физический процесс, строя его системную модель. Какой способ описания системной модели он выберет — полевой или дискретный, если процесс в равной мере допускает обе реализации, а условия исследования не налагают ограничений на выбор метода?

Пример 3. Представим себе гипотетическое исследование: какую-то часть физического пространства наблюдают два субъекта, обладающих интеллектом и являющихся представителями разных форм жизни. Например, один из них — человек (белковая жизнь), другой — инопланетянин, существующий в виде многомерно циркулирующего плазменного образования. Вопрос: наблюдаемая ими часть пространства (как объект исследования) отобразится одинаковым процессом системной реализации или нет?

Во всех трех примерах, при прочих равных условиях, определяющую роль для получения правильного ответа играет процедура выбора базиса и анализа ситуации с позиций этого базиса.

В прагматической формулировке задача выбора базиса (на уровне рассмотренных примеров) звучит так: учет субъекта и его свойств в процессе исследования.

Важнейшим частным случаем в реализации процедуры выбора базиса является ситуация, когда в качестве базисного элемента выбирается человек. Именно этот факт является содержательной частью *H*-принципа.

Выбор человека в качестве базиса является одним из способов учета человеческого фактора на практике. Второй способ — учет человека в качестве составляющей сложного процесса, объекта или явления. При этом в ходе построения системы или ее модели человек автоматически войдет в эту систему в качестве ее элемента. В обоих случаях ввод человека в систему реализуется путем вычленения из человека тех его свойств и особенностей, которые являются существенными для отображения исследуемых процессов, объектов или явлений. Например, при рассмотрении человека в качестве элемента информационно-измерительной системы необходимо учитывать психофизические особенности человека в процессах восприятия и обработки информации.

Обобщая сказанное, сформулируем принцип гомоцентризма.

***H*-принцип:** необходимым условием адекватности исследуемого объекта, его восприятия и его системной модели является выбор человека в качестве базисного элемента, учитываемого в процессе системной реализации.

Условия, при которых *H*-принцип является обязательной методологической компонентой, можно записать в виде

$$\{H_{\min}\}^{(j)} \gg S_0 \gg \{H_{\max}\}^{(j)}, \quad (2.20)$$

где H_{\min} и H_{\max} — минимальные и максимальные (предельные) возможности человека; j — качественная разновидность конкретной возможности человека (например, способность к восприятию звука); S_0 — исходные данные (системообразующая среда) процесса системной реализации.

Выражение (2.20) следует понимать так: человека обязательно надо учитывать там, где он участвует в ситуации, реализуемой на пределе человеческих возможностей (по всем качественным разновидностям).

В задачах формализованного описания системных закономерностей *H*-принцип отображается путем введения специального оператора $P_n^{(H)}$, указывающего на необходимость учета человека (индекс *H*) с его конкретными свойствами (индекс *n*) в рамках конкретной, системно реализуемой задачи [21].

Например, рассматривая процесс интеллектуальной деятельности человека с позиций системного подхода, задачу построения системной модели на основе информационных исходных данных (частный случай этого — построение теории на основе аксиоматики) с учетом *H*-принципа можно записать так:

$$P_n^{(H)} P_n (H_n \oplus A_n) = T, \quad (2.21)$$

где

$$\left. \begin{aligned} P_n^{(H)} P_n &= P \\ H_n \oplus A_n &= A \end{aligned} \right\} \rightarrow PA = T;$$

A — исходная аксиоматика; *T* — конструируемая теория; *P* — оператор, преобразующий *A* в *T*; H_n — конкретные свойства человека, существенные в рамках данного исследования, равноценно входящие в состав исходной аксиоматики наряду с абстрактно-научными (независимыми от человека) аксиомами; $P_n^{(H)}$ — часть оператора *P*, учитывающая на алгоритмически-формализованном уровне совокупность преобразований, продиктованных H_n .

Конкретным примером реализации предлагаемого подхода может служить задача определения информации в рамках теории ГДС, когда на основании *H*-принципа и системной закономерности (соотношения гиперкомплексных неопределенностей) из ГДС-определения информации в виде частного случая было получено классическое определение информации, используемое в теории связи [17].

В наиболее общем случае *H*-принцип, применяемый к абстрактно полученным закономерностям и соотношениям, учитываемый с

помощью оператора $P_m^{(H)}$, отображается так:

$$P_m^{(H)}[S_m = f(S)], \quad (2.22)$$

где S_m — системное соотношение, полученное на основе системной модели S (в виде закономерности, представленной в квадратных скобках).

Оператор $P_m^{(H)}$ в (2.22) свидетельствует о том, что произвольную системную закономерность необходимо конкретизировать, опредметить, наполнив ее содержанием, полученным на основе ее анализа с позиции базиса, в качестве которого выбран человек.

На практике это требование (опускаясь иерархически ниже — от метатеории к конкретной науке) является формализованной записью, заставляющей учитывать человека как постоянную инструментально-методологическую погрешность в любом исследовательском процессе.

Указанные формулы и H -принцип являются связывающим методологическим звеном, позволяющим проводить осознанный анализ в человеко-машинных системах, в задачах инженерной психологии, в сложных процессах интеллектуальной деятельности, проводимой на грани человеческих возможностей, в задачах отображения (моделирования) работы оператора и др.

При исследовании стационарных процессов в ГДС, так же как и при отображении других фаз процесса системной реализации, H -принцип позволяет более строго и с более четким приближением к практике определять границы, в пределах которых и с позиций которых рассматриваемая система будет соответствовать условиям стационарного существования.

Несмотря на то что процедура выбора человека в качестве базисного элемента в произвольной ГДС является частным случаем (ведь базисным может быть любой элемент ГДС), эта ситуация (ввиду ее важности при исследовании процессов человеческой деятельности) возведена в ранг принципа и может быть отнесена к числу фундаментальных положений в теории ГДС.

Фундаментальный характер H -принципа на уровне частных наук очевиден, так как H -принцип имеет непосредственное отношение к аксиоматике любой науки, а эта аксиоматика — есть фундамент частной науки.

2.5. Соотношение гиперкомплексных неопределенностей

Реализация методологии инвариантного моделирования базируется на системном подходе. В данном изложении системный подход конкретизирован теорией ГДС. Изначальным моментом в теории систем служит введение понятия «система». К определению этого понятия можно подойти разными путями. В частности, в параграфе 1.2 дано определение системы, используемое в теории ГДС. В формализованном виде процесс определения системы был отображен выражением (1.32), имеющим вид

$$S = \left\{ \sum^i \{S_n\}^{(i)} \right\}, \quad i = 1, \dots, \infty, \quad n = 1, \dots, \infty. \quad (2.23)$$

Там же было раскрыто содержание этого символического выражения.

Однако изложенный процесс определения ГДС и представления ее в формализованном виде не единствен. Преимуществом изложенного подхода является его широкая общность, что придает этому определению универсальный характер.

Указанную процедуру можно считать индуктивным определением ГДС. В ходе ее реализации мы идем от частного (отдельных системных свойств) к общему — системе, рассматриваемой как совокупность взаимосоотнесенных свойств.

Диалектическим дополнением к подходу индукции является метод дедукции. Поэтому для методологической полноты и с целью демонстрации возможности разносторонних реализаций ГДС-подхода в теории ГДС проводится и дедуктивное определение ГДС, когда на основе факта существования системы (как целого, общего) обосновывается необходимость и показывается возможность существования набора определенных системных свойств (частных составляющих). Такой подход был назван абстрактным определением ГДС и изложен в работе [15].

В процессе реализации дедуктивного подхода была сформулирована одна из наиболее общих системных закономерностей, получившая название «соотношение гиперкомплексных неопределенностей» и имеющая вид [17]

$$\Delta_1 \Delta_2 \cdots \Delta_n = \prod (\Delta_i) = 1, \quad i = 1, \dots, n, \quad (2.24)$$

где Δ_n — n -я гиперкомплексная неопределенность.

Раскроем содержание (2.24), покажем его взаимосвязь с определением системы по правилу (2.23), а также с фазой стационарности процесса системной реализации.

Выражением (2.23) в своем минимальном самовыражении учитывается такой случай определения системы, когда значения i и n — минимальны и равны единице. Результатом этого является система с минимальной полнотой определения, содержащая в наборе своих системных инвариант единственное свойство — гиперкомплексность. Этот факт — выделение системы как единичного (процедура определения системы) и гиперкомплексный состав этой единицы — как раз и выражен соотношением (2.24), где в правой части стоит единица, символизирующая (на абстрактном уровне) выделенную «единичность», а слева — наличие в этой единице неопределенных составляющих, отображающих свойство гиперкомплексности (наличие элементов в составе целого).

Естественно, что абстрактное соотношение (2.24) наполняется конкретным содержанием в ходе частного исследования. Например, процесс выделения единицы может быть овеществлен как процедура присвоения имени чему-либо, выделение объекта как единичной сущности из множества других объектов, конкретизация материального или идеального видопроявления и т. д. В силу этого ясно, что единица справа в (2.24) — гиперкомплексная абстрактная величина, в

наиболее общем случае типа M -числа, в частном случае — овеществленная разновидность в ее конкретном отображении (например, сумма зарядов; масса тела; константа; функция и т. д.).

Если Δ_n — отображение гиперкомплексности, то из определения ГДС и ее свойств следует:

$$\left. \begin{array}{l} 1. \Delta_n = f_n(t, S); \\ S = \{S_n\} = S_1 = P_1 S_0, n = 1 \end{array} \right\} \rightarrow \Delta_n = f_n(t, S_0). \quad (2.25)$$

2. Условие стационарности

$$\frac{dS}{dA} = 0 \rightarrow 1_M = \text{const} \quad (2.26)$$

для (2.24), где 1_M — гиперкомплексная единица (M -число).

3.

$$\{\Delta_n\} = \{f_n(t, S)\}. \quad (2.27)$$

4. Из (2.26) и (2.27) для стационарного режима следует

$$\prod \{f_n(t, S)\}^{(i)} = 1_M = \text{const}, i = 1, \dots, n. \quad (2.28)$$

Для частного случая $n = 2$ из (2.28) в упрощенно-символической форме записи получим

$$(\uparrow \Delta_1)(\downarrow \Delta_2) = 1 = \text{const}, \quad (2.29)$$

где стрелками подчеркнут обязательно взаимопротивоположный характер изменения гиперкомплексных неопределенностей.

Выражение (2.29) подчеркивает в символической форме записи ту диалектическую особенность, что в замкнутой ГДС характер изменения ее компонентов (элементов) обязательно взаимосоотнесенный, противоположный по направлению.

Действительно, если величины типа Δ_n изменяются во времени, то для выполнения условия стационарности (2.26) при одновременном изменении всех Δ_n они должны изменяться так, чтобы взаимокompенсировать изменения по различным качествам. Именно эта особенность позволяет дать более глубокую трактовку сути каждой из Δ_n : гиперкомплексные неопределенности должны содержать в своем составе диалектические компоненты (типа «количество» и «качество»; «форма» и «содержание»; «плюс» и «минус»), если они имеют сложный состав; либо сами Δ_n должны рассматриваться непосредственно как диалектические компоненты, если (2.24) описывает систему с одним иерархическим уровнем. Итак,

$$\Delta_n = (a_n; b_n), \quad (2.30)$$

где a_n, b_n — диалектические компоненты.

Связывая проведенный анализ с уравнениями ГДС, рассмотренными в параграфах 2.2 и 2.3, можно несколько конкретизировать соотношения (2.28) и (2.29) для частного случая, когда

$$\left. \begin{array}{l} d\varphi_n = f_n(S_0, t) \\ S_m = f_m(d\varphi_m) \rightarrow S_1 = f_1(d\varphi_1) \end{array} \right\} \rightarrow \Delta_p = f_p(d\varphi_p; t). \quad (2.31)$$

В наиболее простом случае из (2.31) следует

$$\Delta_p = k_p \Delta \Phi_p. \quad (2.32)$$

Или, учтя (2.32), для $n = 2$ из (2.24) и (2.28) получим

$$\Delta \Phi_1 \Delta \Phi_2 = kC, \quad (2.33)$$

где $k = 1/k_1 k_2$; C — константа в ее частном видепроявлении. Аналогично для произвольного числа n

$$\Delta \Phi_1 \Delta \Phi_2 \dots \Delta \Phi_n = \frac{1}{k_1 k_2 \dots k_n} C = kC. \quad (2.34)$$

Полученное выражение (2.34), так же как и все соотношения этого параграфа, обладает высоким уровнем общности и абстрактности. Является очевидным, что, отображая собственно системные (обобщенные) закономерности, присущие всем системным объектам, эти соотношения в процессе своего опредмечивания (в ходе конкретного исследования) будут терять свойства абстрактности, в процессе чего их формализованные отображения также будут наполняться конкретным смыслом. Например, операция «произведение» в (2.34) может выразиться (опредметиться) в частной реализации как арифметическое сложение (или даже как арифметическое умножение) числовых величин.

С учетом принципа гомоцентризма в ряде случаев, оговоренных в параграфе 2.4, процесс конкретизации соотношения гиперкомплексных неопределенностей должен будет сопровождаться введением оператора $P^{(H)}$, в силу чего вместо (2.24) получим

$$P^{(H)} \left[\prod (\Delta_i) = 1 \right]. \quad (2.35)$$

Например, при системном анализе явлений зрительного восприятия информации человеком оператор $P^{(H)}$ в (2.35) вырождается в операцию логарифмирования, что соответствует известным психо-физическим свойствам человека [13].

Графическое отображение соотношения гиперкомплексных неопределенностей приведено в параграфе 1.6 (см. рис. 1.9), где рассматривался простой пример с матрицей второго порядка для замкнутой ГДС, компонентами которой служили «методологические составляющие» — полевая и дискретная — либо их эквиваленты — объем и плотность; а в качестве константы — методологическая полнота (как явление), эквивалентом которой принималась масса.

В заключение отметим, что в силу неполноты замкнутости как число компонент типа Δ_n , так и их внутренний состав (по диалектическим составляющим) не обязательно будут отображаться наборами диалектических пар, но могут быть произвольными.

Например, процесс абстрактного построения какой-либо замкнутой теории, особенно если практика (как реальность) в таком построении не будет использована в качестве критерия. Такое неадекватное применение изложенных закономерностей, в силу диалектической неполноты в реализации, может привести к существенным искажениям ГДС-подхода. Этот случай типичен при реализации любой системной методологии в семиотических конструкциях, в задачах абстрактной

алгебры и т. д., особенно если за процедуру реализации системного подхода берется узкий специалист, владеющий теоретико-символическим инструментарием и плохо знающий конкретно-предметные области либо проводящий свои исследования с объектами, не имеющими ошествленного отображения в реальной, объективной действительности.

Результатом таких «научных изысканий» может быть только одно — очередной «-изм» (например, типа символизм, телеологизм и т. д.), рожденный игрой ума и воображения интеллектуала с недостаточной диалектической подготовкой и узким подходом к реализации системных методологий.

2.6. Принцип диалектической взаимообусловленности

Раскроем диалектические особенности соотношения гиперкомплексных неопределенностей и определим границы его оптимального применения. Для этого рассмотрим это соотношение в его простейшей форме:

$$\Delta_1 \Delta_2 \Delta_3, \dots, \Delta_n = \prod_{i=1}^n (\Delta_i) = 1, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2.36)$$

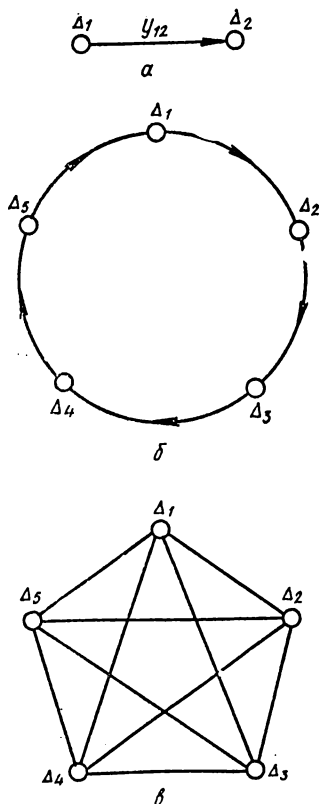


Рис. 2.4. Примеры связей между Δ_n

В параграфе 2.5 показана связь (2.36) с одним из основных системных свойств — гиперкомплексностью. Углубляя этот процесс, проследим взаимосвязь (2.36) со следующим важнейшим системным свойством — динамичностью, отображающей способность элементов системы взаимодействовать друг с другом.

Содержательный аспект величин Δ_n и характер их взаимной связи были раскрыты и проанализированы в параграфе 2.5. Здесь же попытаемся сделать обобщение результатов проведенного анализа.

Соотношение (2.36) получено без указания ограничений на характер (структуру) взаимодействий величин Δ_n , следовательно, оно должно быть верным для любых разновидностей межэлементной связи — от самых простых (рис. 2.4, а) до самых сложных и всеобщих (рис. 2.4, в), отображенных на рис. 2.4, где кружочками обозначены величины Δ_n , а линиями отображена структура связей между ними.

Проанализируем ситуации, изображенные на рис. 2.4, для случая замкнутой ГДС, находящейся в стационарном состоянии.

Рис. 2.4, а отображает простейшую зависимость между двумя величинами Δ_1 и Δ_2 . По сути эта зависимость является графиче-

ским эквивалентом процесса, основанного на причинно-следственной связи; здесь Δ_1 — «причина», а Δ_2 — «следствие», о чем свидетельствует направление линии связи Y_{12} . Причина и следствие в данном случае жестко определены функционально, пространственно, во времени и во всей совокупности системных отношений. В этой ситуации всегда можно подразумевать (часто — даже точно определить) наличие начала и окончания процесса, однонаправленность которого (от причины к следствию) неизбежно и необходимо приводит к бесконечной цепочке вопросов типа: «А где начало этого процесса? А предыдущего? А того, что перед ним?..». В конце концов возникает вопрос о начале всех начал (о причине всех причин), что может привести к необходимости намеренного (по договоренности) обрыва цепи вопросов на каком-либо ее участке (а это не удовлетворит пытливый ум) и заставит искать несуществующие первопричины.

Несмотря на указанные недостатки, этот вид связи (жестко детерминированной, причинно-следственной) широко используется в науке, технике, во всей человеческой практике. При этом ограничение его (по цепи причин) происходит часто автоматически: за счет феноменологических либо пространственно-временных рамок (прагматический подход).

Требования стационарного существования на основе такой связи могут выполняться либо в условиях короткого интервала времени (до истечения внутренних ресурсов Δ_1), либо путем пополнения расходовемых ресурсов за счет внешних источников.

Ситуация рис. 2.4, а является частным примером таких случаев, о которых В. И. Ленин писал: «Причина и следствие, ..., лишь моменты всемирной взаимозависимости, ..., взаимосцепления событий, лишь звенья в цепи развития материи». Сравнивая свойства причинности и взаимозависимости, В. И. Ленин отмечал, что в этом случае мы имеем «Всесторонность и всеобъемлющий характер мировой связи, лишь односторонне, отрывочно и неполно выражаемой каузальностью» [2, с. 143]. Раскрывая основное свойство каузальности (причинно-следственных отношений), В. И. Ленин продолжал, что «Каузальность, обычно нами понимаемая, есть лишь малая частичка всемирной связи» [2, с. 144].

Каким же образом выделить в явном виде, согласованном с ГДС-закономерностями, эту всеобщую взаимосвязь, обобщающую частный случай причинно-следственных отношений?

Эта задача решается в теории ГДС путем обобщения следствий из (2.36) для случая замкнутых систем, находящихся в стационарном режиме. Результат решений может быть сформулирован в виде принципа диалектической взаимообусловленности.

Принцип диалектической взаимообусловленности: любая реализация в замкнутой, стационарной ГДС может происходить только при одновременном наличии в ходе процесса как минимум двух взаимопротивоположных направлений, которые в равной мере определяются и взаимообуславливаются друг другом.

На основании изложенного становится очевидным, что первая ситуация (рис. 2.4, а), характерная для жестко детерминированной,

причинно-следственной связи, является частным случаем (вырванное звено из замкнутой, в общем случае — многомерной цепи) более общих отношений — взаимообуславливающих взаимодействий (рис. 2.4, б, в), для которых в любой момент времени понятия причины и следствия являются весьма условными и зачастую необязательными, что автоматически снимает противоречия, возникающие в первой из рассмотренных ситуаций.

Важным частным случаем, иллюстрирующим принцип диалектической взаимообусловленности и вытекающим из основного закона ГДС, является ситуация, представленная на рис. 2.4, б, где изображена простейшая циркуляция, соответствующая структурно замкнутой ГДС пятого порядка с одним иерархическим уровнем. ГДС в таком состоянии может удовлетворять условиям стационарного существования.

Как видно из анализа рис. 2.4, б, если, например, первый элемент принять за точку отсчета (первопричину), то, продвигаясь по замкнутой цепи, мы получим этот первый элемент как следствие от воздействия последнего (пятого) элемента. Иными словами, никаких оснований для абсолютизации «причин» и «следствий» (начал и концов) в такой замкнутой системе нет: есть относительность и взаимообусловленность распределенных вдоль всей цепи событий, начало и направление рассмотрения (анализа) которых может быть выбрано произвольно.

Более общий и наглядный случай, подчеркивающий возможность максимально полной взаимообусловленности всех процессов, представлен на рис. 2.4, в, где дан полный граф взаимосвязей (без указания направлений) для замкнутой ГДС пятого порядка с одним уровнем иерархии.

Указанный принцип является прагматичным, если он применяется при рассмотрении в целом замкнутой ГДС, при анализе сбалансированных ГДС с внешним воздействием, при анализе части сложной ГДС, когда исследуется один иерархический уровень, в пределах которого эта часть ГДС может с достаточной для практики точностью считаться замкнутой.

Во всех указанных случаях должны соблюдаться условия стационарности. Только тогда в пределах анализируемой ГДС можно найти элементы системы, находящиеся в указанных взаимообуславливающих друг друга отношениях.

Сформулированный принцип соблюдается с той точностью, с которой выполнены условия замкнутости, стационарности и полноты по всему набору системных инвариантов, в рамках которых проводится исследование.

Нарушения принципа возможны и обязательны на границах иерархических переходов, а также при выходе системы из стационарного состояния и переходе в другие фазы процесса системной реализации (это будет показано в гл. 3).

Однако при наличии таких нарушений всегда можно выбрать более широкую по сравнению с исходной системой (обобщить явление, расширить круг исследования), в рамках которой утверждения принципа

станут справедливыми. Причем такой выбор и соблюдение принципа диалектической взаимообусловленности могут быть серьезным и основополагающим критерием полноты проводимого исследования в любой сфере человеческой деятельности.

Выделение принципа диалектической взаимообусловленности в ранг особой системной закономерности, обладающей инвариантным (по качеству) характером, позволяет отнести этот принцип к разряду фундаментальных положений современной науки и применять его в различных научных направлениях, вне зависимости от их предметного содержания: физике, химии, биологии, психологии, информатике, экономике и др.

Например, в области физики на основе указанного принципа можно пересмотреть целый ряд аксиоматических положений, физических принципов и основных физических понятий, давая им более общую и соответствующую духу диалектики трактовку. В частности, можно подойти к расширенной и обобщенной трактовке пространства, времени, расстояния и так далее, что и делается в теории ГДС.

В исследованиях по искусственному интеллекту данный принцип позволяет сформулировать и обосновать новый подход к созданию ЭВМ следующих поколений, базирующихся не на причинно-следственной логике, а на диалектике взаимообуславливающих взаимодействий.

В народном хозяйстве, рассматривая регион, республику или страну в целом как замкнутую систему, соотношение гиперкомплексных неопределенностей и принцип диалектической взаимообусловленности являются на сегодняшний день самыми общими системными критериями, позволяющими оценивать эффективность экономических систем и деятельность различных предприятий.

2.7. Стационарность и вырождение ГДС

Теоретически можно допустить, что в ходе процесса системной реализации ГДС достигла стационарного состояния в его идеализированном варианте, когда система становится абсолютно замкнутой. С позиций внешнего (гипотетического) наблюдателя такая ГДС может рассматриваться уже не только как система, но и как один целостный элемент в системе более высокого иерархического уровня. При этом вполне возможна и практически наиболее вероятна ситуация, когда прочность и сила внутренних взаимосвязей в таком системо-элементе (абсолютно замкнутой ГДС) будет значительно превышать внешние связи (даже если эта замкнутая ГДС будет в составе сложной системы). Часто такая ситуация является необходимым условием, при котором только и возможно устойчивое существование объекта, явления или процесса как отдельной сущности (гиперкомплексной единицы).

Рассматривая такое явление, можно говорить о вырождении ГДС по параметру «гиперкомплексность». Действительно, система — это когда присутствуют, как минимум, два элемента; иначе в принципе нельзя реализовать таких изначальных и важнейших системных свойств, как взаимодействие, структура и т. д.

Случай полной замкнутости, рассмотренный выше, по своему конечному результату аналогичен и для обычной ГДС, состоящей из слабо связанных элементов, которые для целого ряда практически важных задач могут рассматриваться изолированно от других элементов системы, что опять-таки равносильно состоянию вырожденности.

Это же состояние можно получить и формальным путем, полагая в (1.32) — выражении для определения системы — значение n (число системных инвариант) равным единице, тогда

$$S = \{S_n\} = S_1|_{n=1}. \quad (2.37)$$

Если в (2.37) зададим порядок ГДС $N = 1$ (число элементов, определяющее состав S_1), то получим искомое состояние вырожденности.

Встает вопрос: может ли ГДС в состоянии вырожденности соответствовать ГДС-закономерностям и как подобная ситуация овеществляется на практике?

Важность понимания такой ситуации очевидна: она определяет нижнюю (системно-приемлемую) границу применения излагаемого системного подхода, описывая теоретически минимально возможную ГДС, вернее, даже — нижний предел, к которому стремится минимально возможная ГДС.

Сопоставим эту ситуацию с основным законом ГДС, согласно которому каждая ГДС стремится реализовать функцию идеального гиратора, в идеальном случае — превратиться в циркулятор. Отсутствие элементов приводит также и к вырождению циркулятора. Этот процесс можно проиллюстрировать, например, так: было несколько (больше двух) элементов, образующих кольцевую (циклическую) структуру, соответствующую условиям стационарного состояния. Начнем уменьшать число элементов в такой ГДС, оставляя структуру взаимосвязей циклической.

Постепенно придем к минимально возможному циклу, состоящему из двух элементов. Теперь будем уменьшать «расстояние» между элементами, сближая их друг с другом, сливая их в одно целое, как две ртутные капли. В результате можно говорить о «взаимодействии элемента с самим собой» — самоциркуляции, которая может быть реализована не иначе, как в виде гиперкомплексного вращения элемента либо системы в состоянии вырожденности.

В частном случае, например в условиях физического исследования, самоциркуляция элемента превращается (отображается, опредмечивается) в обычное вращение реального физического объекта. При этом, в зависимости от конкретизации общей системы, в рамках которой реализованы условия вырожденности, процесс вращения слабо-связанного элемента может быть осуществлен только единственным образом (для одного и того же момента времени), если элемент рассматривается в пределах одного иерархического уровня, а частота вращения будет меняться при переходе от одного уровня иерархии к другому, увеличиваясь по направлению роста интенсивности внутренних связей.

Это объяснение делает понятным, например, такой конкретный физический факт, как существование Земли, звезд, планет во вращательном состоянии. Это явление, системно легко объяснимое, не вписывается в аксиоматику и основные постулаты физики и не вытекает как следствие из физических закономерностей (хотя характеристики круговых движений космических объектов имеют свое отображение в ряде эмпирических физических закономерностей).

Таким образом, существование вырожденной (одноэлементной) ГДС в стационарном состоянии в соответствии с основным законом ГДС возможно в виде самоциркуляции исследуемого объекта, отображаемого этой вырожденной системой.

Рассмотрим второй случай вырождения, который на практике (в случае замкнутой ГДС) быстрее всего может быть реализован при росте (вплоть до бесконечности) порядка системы (числа элементов).

Если система с большим числом элементов достигла состояния стационарности в целом (по эмергентному свойству), то это отразится тем фактом, что в соотношении гиперкомплексных неопределенностей для такой системы будет стоять константа. Однако эта константа может быть и при динамике отдельных гиперкомплексных компонент типа Δ_n .

Процесс реализации стационарности в таких условиях согласно основному закону ГДС начнет распространяться вглубь — от стационарности в целом к стационарности по отдельным системным инвариантам. Этот процесс будет идти в направлении выравнивания гиперпотенциалов, ибо чем меньше их разнообразие, тем меньше вероятность каких-либо изменений, тем ближе к состоянию стационарности.

Если гиперпотенциалы (по какой-либо системной закономерности) будут выравнены, например полнота замкнутости по гиперкомплексности в сложной, иерархической системе будет равна единице для каждого макроэлемента среднего иерархического уровня, то эта сложная система автоматически распадается (вследствие прекращения взаимодействия) на отдельные элементы, представляющие собой указанные, срединные макроэлементы.

Тем самым мы опять приходим к состоянию одноэлементной ГДС. Является очевидным, что, при прочих равных условиях, ГДС, у которой больше число элементов, достигнет такого состояния (распада) быстрее, чем ГДС, у которой число элементов меньше. Анализ такого явления оставляем для реализации читателю, отметив лишь, что при этом необходимо учесть принцип диалектической взаимообусловленности, определение замкнутой ГДС и условия стационарного состояния.

Вот конкретные примеры объектов, где возможны такие процессы: большие коллективы, в которых обязательно формируются микрогруппы, если нет общего, внешнего, доминирующего воздействия на коллектив в целом; периодическая система элементов (тяжелые элементы); сложные языковые образования; скопления большого числа астрономических объектов и т. д.

Следует отметить, что для внешнего наблюдателя объекты, явления или процессы, стремящиеся к реализации стационарного

состояния, по мере достижения этого состояния (стремления полноты замкнутости к единице) становятся все более «ненаблюдаемы» по тому параметру, который близок к состоянию полной замкнутости (идеальное состояние стационарности). Это следует из того, что на реализацию взаимодействия (от наблюдаемой системы к внешнему наблюдателю) по мере достижения состояния замкнутости все меньше может быть выделено внутрисистемных ресурсов, что приводит к ухудшению условий «наблюдаемости».

Частным примером долговременного, стационарного состояния, плохо наблюдаемого, может быть явление (физический объект), именуемое вакуумом, из которого физики уже выбивают вполне реальные частицы [39].

2.8. Основные особенности стационарного состояния

В идеальном случае система, достигшая стационарного состояния, может существовать неограниченно долго. Такой вывод основывается на следствиях из основного закона ГДС, из анализа системного свойства «замкнутость» и особенностей процесса системной реализации.

Саморазвитие стационарной системы, ее «рост» прекращаются. Это отображается наличием константы в правой части соотношения гиперкомплексных неопределенностей. При этом возможны лишь, как и в любой замкнутой ГДС, только взаимно внутренние преобразования в соответствии с принципом диалектической взаимообусловленности.

Как будет показано в гл. 3, процесс достижения полной замкнутости характеризуется появлением еще одной системной особенности: в ходе процесса системной реализации происходит, наряду с указанными ранее образованиями системных инвариант, образование «тела» и «формы» системы, что особенно ярко и явно проявляется в фазе стационарности — процесс формообразования проявляется в виде возникновения многослойной оболочки вокруг «тела» системы, находящейся в стационарном состоянии.

Появление оболочки и наращивание слоев этой оболочки — доминирующий процесс фазы стационарного развития.

Собственными силами выйти из стационарного состояния, реализованного в условиях абсолютной замкнутости (идеализированная ситуация!), система не может: весь ее системообразующий (собственный) ресурс использован в ходе процесса системной реализации, приведшего систему к состоянию стационарности.

Образно выражаясь, система становится вечной, косной, гиперкомплексно-неподвижной.

Основополагающий вывод, который можно сделать путем обобщения приведенных выше характеристик системы, находящейся в условиях стационарно-замкнутого состояния, следующий: доминирующим и определяющим свойством стационарно-замкнутой ГДС является консервативность.

Степень консервативности поддается оценке аналитической и понятийно-феноменологической. При аналитической оценке можно использовать следующие системные закономерности:

1. Отображение процесса системной реализации на основе волнового подхода, изложенного в параграфе 1.5, проиллюстрированного рис. 1.7, б и соотношением (1.43), определяющим время образования системы (время первого цикла процесса системной реализации). В единицах этого времени (период цикла — как единица измерения) удобно отражать длительность стационарного режима. При этом можно характеризовать скорость развития (либо по изменению радиус-вектора рис. 1.7, б за время стационарности, либо по изменению параметра A процесса системной реализации — рис. 1.7, а) системы в условиях стационарности.

Из анализа свойств стационарности очевидно, что

$$\Delta t_2 = t_3 - t_2 \gg \tau; \Delta t_2 \rightarrow \infty, \quad (2.38)$$

где обозначения соответствуют принятым ранее (см. рис. 1.3 и 1.7).

2. Из основного закона ГДС следует, что в стационарном режиме (для идеального случая) гиперпотенциалы φ_n , оцениваемые в относительных единицах, будут стремиться к одинаковому значению для всех элементов системы (процесс выравнивания), превращая (в пределе) оболочку системы в эквипотенциальную поверхность (орбиту, уровень, гиперкомплексную сферу). Это условие можно записать в виде

$$|\varphi_1| = |\varphi_2| = \dots = |\varphi_n| = \text{const} \rightarrow 0, \quad (2.39)$$

где $|\varphi_n|$ — сравнение по модулю в относительных единицах (оценка полноты).

Стремление к нулю в (2.39) становится ясным по двум причинам: значение потенциалов относительно, а при всеобщем равенстве и точку отсчета, и абсолютное значение, и разность потенциалов для простоты можно рассматривать как равные нулю. Это же хорошо соответствует условию полного расхода собственного системообразующего ресурса в стационарно замкнутой ГДС (нуль гиперпотенциала эквивалентен отсутствию ресурса).

Более детально особенности существования ГДС в условиях выравнивания гиперпотенциалов изложены в гл. 3.

Для нас сейчас важен лишь только вывод: стационарная ГДС (в идеальном случае) может существовать бесконечно долго в виде гиперкомплексной циркуляции по эквипотенциальной гиперповерхности (орбите, уровню и т. д.).

Из равенства гиперпотенциалов (2.39) и соотношения (2.38), а также приведенных выше других особенностей, используя аппарат классической теории поля в его интегродифференциальной форме (либо на основе векторной алгебры), можно дать аналитическую оценку целому ряду свойств системы, находящейся в стационарном режиме: например, оценить ее энергетические способности; определить устойчивость к внешним воздействиям и т. д. [10, 14].

3. Понятно-феноменологический анализ удобно проводить на основе аналогий: состояние циркуляции по эквипотенциальной гиперповерхности и наличие наращиваемой оболочки для стационарной системы можно рассматривать как, например, существование ГДС в виде яйца (гиперкомплексного эллипсоида; в идеальном случае — сфероида).

В фазе стационарной замкнутости ГДС достигает своего системно-оптимального (с позиций живучести) состояния за счет реализации собственной целевой функции (как это следует из основного закона ГДС).

Изложенное выше рассматривалось в условиях абсолютизации и идеализации, что было сделано для обеспечения простоты понимания. Следует всегда помнить: остановка на такой идеализации, игнорирование условий проведения анализа и выход за его разумные границы могут привести к уходу от системно-диалектической методологии теории ГДС и вырождению ее в метафизический «изм».

На практике, в реальности, так же как и при более глубоком теоретическом анализе ГДС-закономерностей (очередной виток методологической спирали), всегда следует помнить, что состояние полной замкнутости в принципе недостижимо и может считаться таковым только в пределах условий (например, точности измерений) реального исследования.

В частности, полное исчезновение гиперкомплексных преобразований в силу свойства неполноты является невозможным. Даже на основании этого становится ясным, что существование в виде гиперкомплексной циркуляции по эквипотенциальной поверхности обязательно будет при более тонком анализе заменено на гиперкомплексную пульсацию этой гиперповерхности относительно условного центра. Это свойство приводит к тому, что вместо строгой орбиты (или гиперповерхности) мы можем иметь размытую зону (либо набор квантуемых уровней), условно (в среднем) именуемую оболочкой. Этот аспект также рассмотрен в гл. 3. В этой ситуации можно говорить не об идеальной поверхности и не об идеальном состоянии стационарности, если учитывать пульсации, а о «стационарности в среднем» — грубое приближение к тонким, гиперкомплексно квантуемым особенностям ГДС.

Реализация функции цели превращает стационарно-замкнутую ГДС в цельное образование, лишенное (либо минимизированное) собственного вектора развития, что позволяет рассматривать ее как идеальный элемент для создания более сложной ГДС, с более высокой иерархической структурой. Эту особенность можно отметить как способность консервативной системы к целостному взаимодействию, что, в свою очередь, является одной из предпосылок к дальнейшему развитию процесса системной реализации. При этом процесс системной реализации переходит из внутрисистемного в межсистемный, осуществление которого возможно лишь при наличии гиперкомплексно достаточного множества отдельных стационарно-замкнутых систем, способных стать (в своей совокупности) новой, иерархически более высокой системообразующей средой для реализации межсистемного процесса.

В заключение проиллюстрируем (определим) указанные особенности стационарно-замкнутой ГДС на конкретном примере частного исследования, где в качестве объекта системного анализа рассмотрим произвольную организацию (предприятие), образованную из совокупности социально-значимых элементов (например, людей или отдельных небольших предприятий и т. д.).

Итак, создана организация, допустим, НИИ (научно-исследовательский институт), предназначенный по изначальному замыслу для решения вполне определенной задачи или круга задач.

Как только процесс создания закончен, НИИ как ГДС вышел в состояние стационарности, «зарос» прочнейшей оболочкой, приобрел способность быть «строительным кирпичом» в жестко-детерминированной (формально-бюрократизированной) системе развития. Он будет существовать «вечно», что удобно, если изначальные цели еще актуальны в течение времени существования, и очень вредно, если время ставит свои задачи, не совпадающие с собственными целями НИИ. При этом, чем больше в условиях стационарности существует этот НИИ, тем больше его консервативность, тем труднее «пробить его оболочку» и практически невозможно без радикальных (не косметических) общесистемных изменений (ломок) переориентировать этот НИИ для выполнения новых задач. В то же время в процессе своего развития этот НИИ может вырасти до головного или ведущего (по форме, а не по сути) в своем научном направлении и, обладая реальной властью, вследствие свойства консервативности будет давить все новое, мешая движению по линии научного прогресса.

Выход здесь один: не допускать достижения фазы стационарного состояния («схлопывания», превращения системы в «черную дыру»), а вовремя, на этапе системного развития (при подходе к фазе стационарности) провести системно-обоснованную реконструкцию по всем направлениям деятельности такой организации. Эта процедура равносильна осуществлению управляемой и контролируемой фазы распада процесса системной реализации, что на языке экономики можно назвать — управление динамикой системообразующих (социально-экономических) ресурсов. Очевидна важность исследования и реализации таких процессов, особенно в условиях экономической перестройки, при наличии ограничений (моральных, материальных, временных и других) на объем системообразующих ресурсов.

Оптимальная реализация указанных процессов возможна лишь при наличии заранее обдуманного подхода к его осуществлению, на основе изучения поведения исследуемого объекта с помощью прогностической модели, реализованной с помощью системного подхода, например методологии инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС.

Таким образом, по данной главе можно сделать следующие выводы.

1. Дано формализованное отображение условий стационарности и раскрыто их содержание.

2. Рассмотрено уравнение, описывающее поведение замкнутой ГДС и исследован его генезис.

3. Сформулирован и обоснован основной закон ГДС.

4. Проведен анализ явления гиперкомплексной циркуляции и раскрыты свойства гиперкомплексного гиратора как основного элемента устойчиво существующих систем.

5. Рассмотрено основное уравнение разомкнутой ГДС и показана его взаимосвязь с уравнением замкнутой ГДС.

6. Сформулирован принцип гомоцентризма, раскрыто его содержание. Показан способ его символического отображения в системных закономерностях и определен его статус в общей структуре научных знаний.

7. Изложено и проанализировано соотношение гиперкомплексных неопределенностей, раскрыты его основные свойства и диалектические особенности, а также показана связь с другими системными закономерностями.

8. Сформулирован принцип диалектической взаимообусловленности, раскрыто его содержание, дано обоснование и показан его фундаментальный характер.

9. Приведены и проанализированы ситуации, в которых возможно вырождение ГДС и сделан анализ этих вырождений в условиях стационарной ГДС.

10. Рассмотрены особенности стационарного состояния, а именно: свойство консервативности стационарно-замкнутой ГДС; появление оболочки ГДС; существование ГДС в виде гиперциркуляции по эквипотенциальной гиперсфере.

Для самопроверки процесса усвоения материала предлагается ответить на следующие вопросы.

1. Каково соотношение понятий: «статика», «стационарность» и «динамика»?

2. Может ли быть стационарной только по одной системной инварианте замкнутая ГДС, содержащая в своем определении две системные инварианты?

3. Каков смысл нуля (с позиций гиперкомплексного подхода) в уравнении для замкнутой ГДС, можно ли уточнить правую часть этого уравнения на основе ГДС-подхода?

4. Если колеблющийся маятник рассматривать как систему, то какова ее целевая функция и что можно сказать о процессе системной реализации для такого объекта?

5. При каких условиях человек может находиться в состоянии, близком к идеально-стационарному?

6. Как объяснить вращение спутника вокруг своей оси (при его движении по стационарной орбите) с позиций основного закона ГДС?

7. Если муравейник — объект системного исследования, то что можно сказать о фазах его процесса системной реализации?

8. Можно ли на основе принципа гомоцентризма объяснить подходы В. Гейзенберга и Э. Шредингера к решению проблем квантовой механики?

9. В чем системно-методологическая ошибка (с позиций *R*-принципа) большинства безуспешных попыток физиков решить задачу Великого объединения (построения теории единого поля)?

10. Что можно сказать с позиций системного подхода о таком объекте исследования, как «яйцо и курица»?

11. Что является эквивалентом оболочки у академической научной организации?

12. Можно ли принцип диалектической взаимообусловленности применять при лечении человека?

САМОРЕАЛИЗАЦИЯ ГДС

3.1. Введение в задачу самореализации систем

При исследовании стационарных ГДС неизбежно возникают вопросы типа: что было до того, как ГДС стала стационарной; что будет после; каким образом из хаоса системообразующей среды может появиться системно организованный объект; существуют ли закономерности таких процессов и как они связаны с законами стационарных ГДС?

Совокупность приведенных и подобных им вопросов относится к тем явлениям системного развития, которые отображаются первой и третьей фазами процессов системной реализации, описанных в параграфе 1.3.

Формальная запись условий развития имеет вид

$$\frac{dS}{dt} > 0, \quad (3.1)$$

где $S = \left\{ \sum \{S_n\}^{(t)} \right\}$, $i = 1 \dots \infty$; $n = 1 \dots \infty$;

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial S_1} \frac{dS_1}{dt} + \frac{\partial S}{\partial S_2} \frac{dS_2}{dt} + \dots + \frac{\partial S}{\partial S_n} \frac{dS_n}{dt} > 0; \quad (3.2)$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial i} \frac{di}{dt} + \frac{\partial S}{\partial n} \frac{dn}{dt} > 0. \quad (3.3)$$

Выражения (3.1) — (3.3) отображают систему S , находящуюся в первой фазе. Обозначения и содержания символов в этих выражениях соответствуют принятым ранее (см., например, параграф 2.1).

Для системы, находящейся в третьей фазе, условия будут аналогичными, отличаясь лишь тем, что вместо знака «больше» в уравнениях появится знак «меньше», в частности вместо (3.1) получим

$$\frac{dS}{dt} < 0. \quad (3.4)$$

Аналогично (3.4) изменятся (3.2) и (3.3).

Как и в предыдущих главах, продвижение в глубь системного подхода контролируем и направляем диалектикой, сверяясь с ее основными положениями.

Об идее развития В. И. Ленин писал: «Две основные (или две возможные? или две в истории наблюдающиеся?) концепции развития

(эволюции) суть: развитие как уменьшение и увеличение, как повторение, и развитие как единство противоположностей (раздвоение единого на взаимоисключающие противоположности и взаимоотношение между ними).

При первой концепции движения остается в тени *с а м о* движение, его *д в и г а т е л ь н а я* сила, его источник, его мотив (или сей источник переносится во вне — бог, субъект etc.). При второй концепции главное внимание устремляется именно на познание источника «*с а м о*» движения.

Первая концепция мертва, бледна, суха. Вторая — жизненна. *Т о л ь к о* вторая дает ключ к «*с а м о д в и ж е н и ю*» всего сущего; только она дает ключ к «скачкам», к «перерыву постепенности», к «превращению в противоположность», к уничтожению старого и возникновению нового» [2, с. 317].

Из определения ГДС и анализа ее свойств, изложенных выше, видно, что ГДС-подход полностью удовлетворяет требованиям второй из приведенных концепций, о которых писал В. И. Ленин.

В соответствии со сказанным процессы развития (возникновения, становления) отдельных системных инвариант и всей системы в целом как необходимость будут таковыми, что: все системные инварианты, процессы и другие системные явления должны быть реализуемы только за счет собственных возможностей конкретной системы (при анализе замкнутой ГДС) путем взаимодействия между собой исходных системных компонентов, имеющихся в системе в момент ее рассмотрения. Характерной особенностью этих взаимоотношений является их динамичность и противоположная направленность в ходе процесса системной реализации.

Такой процесс развития системы (самой из себя) назовем самореализацией системы. В качестве обобщенной характеристики, соответствующей процессу самореализации, введем системное понятие (очередную инварианту) — *самореализуемость*, как неотъемлемое свойство любой системы или объекта, рассматриваемого как система.

Раскрытию закономерностей процесса самореализации посвящена данная глава.

3.2. Взаимосвязь законов статике и динамики ГДС

Из определения ГДС следует, что статичность, понимаемая в классическом смысле, не свойственна ГДС: даже сам факт существования элемента (устойчивого, воспринимаемого как неизменный объект) есть результат динамических взаимоотношений внутри системы. Поэтому в общепринятом смысле говорить о статике ГДС нельзя.

Из совокупности фаз процесса системной реализации можно выделить фазу стационарности (гл. 2), в которой ГДС меняется намного медленнее, чем в других фазах. Это «намного» является таким, что позволяет нам рассматривать (в относительном смысле) фазу стационарности как статику ГДС.

По отношению к классическим понятиям (например, используемым в физике) статика ГДС — это классическая динамика.

Иными словами, в методологическом смысле метатеоретический инструментарий теории ГДС понижает на одну ступеньку порядок сложности при описании исследуемых явлений. Аналог этому — операторное исчисление и интегродифференциальные уравнения: точно так же, как операторный метод позволяет упростить решение интегродифференциальных уравнений за счет превращения их в алгебраические (более низкая ступень сложности), аналогично и ГДС-статика отображает классическую динамику, оперируя при этом более простыми соотношениями.

Пример. Колеблющийся маятник (в установившемся режиме) — явно динамическая «конструкция», явление, если его рассматривать с позиций классической физики; в то же время — это явление из области статистики ГДС.

С учетом сделанных оговорок будем называть статикой ГДС состояние системы в стационарной фазе процесса системной реализации (вторая фаза).

Соответственно динамика ГДС — это состояние ГДС в первой и третьей фазах (развитие и распад, прогресс и регресс).

Рассмотрим основные тенденции и характерные отличия закономерностей ГДС для систем в условиях статистики и динамики.

1. Гиперкомплексность. В условиях статистики это свойство проявляется себя фактом наличия неизменных элементов в рассматриваемой ГДС. В абстрактно-символической форме записи это отображается так:

$$\begin{aligned} |a_n| &= \text{const} \neq f(t); \\ a_n = 1_{nn} &= \text{const} \neq f(t), \end{aligned} \quad (3.5)$$

где a_n — n -й элемент ГДС; $|a_n|$ — значения (модуль) a_n ; 1_{nn} — гиперкомплексная единица (М-число), соответствующая a_n (при дискретном отображении ГДС с помощью гиперкомплексной матрицы).

В условиях динамики (3.5) нарушается, что является характерным и необходимым признаком, указывающим на наличие динамических процессов в ходе системной реализации. При этом возможны два случая:

$$1_{nn} = f(t), \quad \frac{\partial |1_{nn}|}{\partial t} > 0; \quad (3.6)$$

$$1_{nn} = f(t), \quad \frac{\partial |1_{nn}|}{\partial t} < 0. \quad (3.7)$$

Условие (3.6) соответствует первой фазе (развитие, прогресс, рост) Условие (3.7) — третьей фазе (регресс, распад) процесса системной реализации.

2. В соответствии с (3.6) и (3.7) для соотношения гиперкомплексных неопределенностей получаем

$$\Delta_1 \Delta_2 \dots \Delta_n = f(t) = 1_{nn} \neq \text{const}. \quad (3.8)$$

При этом в рамках (3.8) может наблюдаться одновременное (не взаимно-противоположное) изменение (например, рост) всех Δ_n . О чем свидетельствует такой факт? Это значит, что исходный объект, рассматриваемый нами как система, представлен (отображен, выбран

нами) недостаточно полным (взята лишь часть более общей системы, где соотношение гиперкомплексных неопределенностей выполняется так же, как и раньшее). В этой более общей ГДС вместо (3.8) получим

$$\Delta_1 \Delta_2 \dots \Delta_n \Delta_{n+1} \dots \Delta_m = 1_{mm} = \text{const} \neq f(t), \quad (3.9)$$

где $(\Delta_{n+1} \dots \Delta_m)$ — дополнительные (недостающие) гиперкомплексные неопределенности, не учтенные в первом случае. При этом характер изменений $(\Delta_1 \dots \Delta_n)$ и $(\Delta_{n+1} \dots \Delta_m)$ обязательно взаимопротивоположный, чем и обеспечивался рост системы в случае (3.8).

С учетом сказанного становится ясным условный характер понятий «рост», «распад», «неизменность» и др. Они верны только лишь для конкретных условий, конкретной ГДС, рассматриваемой с позиций конкретного, четко определенного базиса. При изменении указанных условий эти понятия, рассматриваемые, например, в отрыве от конкретной системы (абсолютизация понятий), теряют смысл, а любые рассуждения о них перестают быть диалектичными (рождается софистика и схоластика).

Здесь же следует отметить, что если в условиях статики характерными являются консервативность и законы сохранения (что следует из анализа ГДС-закономерностей), то в условиях динамики определяющими признаками являются развитие и преобразование.

В общем случае соотношение гиперкомплексных неопределенностей и основной закон ГДС являются минимальным и достаточным набором ГДС-закономерностей, из которых можно получить практически все законы сохранения, известные в классических науках; это возможно при наполнении конкретным содержанием инвариантных ГДС-законов, рассматриваемых в теории ГДС на абстрактном уровне. В частности, в гл. 4 будет изложен закон сохранения информации для замкнутых ГДС.

В конкретной науке, допустим, в физике, подобным примером может быть нарушение законов сохранения вещества, энергии и т. д., что наблюдается в ряде явлений (радиоактивном распаде, синтезе элементарных частиц [39]).

Для таких ситуаций ГДС-подход указывает конкретный выход: либо рассматривать исследуемое нарушение как развивающуюся систему, либо, поменяв начальные условия (расширив их), дополнить явление до более общего, которое будет соответствовать стационарной ГДС. Второй способ, хотя и более трудоемок, гораздо перспективнее первого: если первый дает сиюминутный выход из положения (тактическое решение), то второй является более долгоживущим, так как егс в конце концов надо будет реализовать в силу неизбежности развития процессов познания (стратегическое решение).

3. Аналогичным процессам будут подвергаться и другие системные свойства и закономерности. Например, структура стационарной ГДС неизменна, ее граф не является зависимым от времени. В то же время в пределах первой и третьей фаз структура ГДС может меняться, например по числу ветвей в графе ГДС от нуля до граничного числа M , определяемого потенциальными возможностями структурообразующего ресурса.

Более детально изменения отдельных системных свойств в процессе развития изложены в следующих параграфах данной главы.

4. В статике практически все равно, в какой момент времени система рассматривается: даже при наличии флуктуаций в стационарном режиме их относительное значение сравнительно мало (относительно общего уровня стационарности). Поэтому в статике легко сравнивать различные ГДС, например, отсутствуют проблемы с масштабированием по времени. Иное дело — динамика или процесс системной реализации, рассматриваемый в целом. Совокупность задач здесь можно выразить в виде вопроса: как сравнивать различные объекты по их процессам системных реализаций, если эти объекты разного качества и их системные определения (в том числе и назначения процессов самореализаций) различные? Основные трудности в этой проблеме: различные единицы измерения; несовместимость (на одном графике) временных интервалов; различный диапазон амплитуд процесса системной реализации и т. д.

Для преодоления указанных противоречий удобно проводить сравнительный анализ процессов системной реализации на основе самонормированных (по всем осям) графиков этих процессов. Нормировка происходит следующим образом:

4.1. Весь интервал времени для сравниваемых (допустим, двух) объектов принимается за единицу. При этом лучше всего сравнивать либо по времени какой-то фазы, либо по всему процессу системной реализации в целом (общее время существования ГДС).

4.2. Максимальная амплитуда (ось ординат) каждого из сравниваемых процессов принимается также за единицу.

4.3. Проводится пересчет всех точек сравниваемых графиков путем пересчета их в относительные единицы (отношение текущего значения к нормирующему интервалу).

4.4. Так как в каждом процессе можно выделить фазы и уровень предельного развития, то именно на основе этого хорошо давать сравнительную оценку, используя нормированные графики процессов системной реализации. Особенно удобен такой подход для качественного анализа и сравнительной оценки разнородных объектов с существенно различными временами жизни и системными параметрами. Например, сравнение жизненного цикла бабочки-однодневки и жизненного цикла растения (допустим, столетнего дуба).

Пример процесса нормировки для произвольных, различных процессов системной реализации (R_1 и R_2) представлен на рис. 3.1, где в верхней части (рис. 3.1, а) дано отображение процессов в обычной форме (абсолютные значения откладываемых величин), а внизу (рис. 3.1, б) — нормированные (приведенные к единичным уровням) отображения сравниваемых процессов. Компактность нормированных отображений и снятие противоречия разнокачественности (за счет введения относительных единиц измерения) позволяют математизировать процесс сравнения, что особенно важно при наличии неравномерностей в процессах развития и их сравнительном анализе.

5. На языке графики, сопоставляя особенности статике и динамики ГДС в их предельных самовыражениях, можно сказать, что статика —

это циклическое повторение одного и того же (бег по кругу), а динамика — это разрыв круга и превращение его в спираль, расходящуюся в первой фазе процесса системной реализации и сходящуюся в третьей фазе.

Наполнение конкретным содержанием абстрактно излагаемых метатеоретических закономерностей ГДС, особенно при изложении динамики ГДС, открывает принципиально новые возможности и перед частными науками. Например, математические теории, как правило, разрабатываются в условиях неизменной аксиоматики (в ходе использования теории аксиоматика не меняется — аналог стационарной, зачастую — замкнутой ГДС).

Можно поставить вопрос: а что будет, если теорию (и аксиоматику) перевести в режим развивающейся системы? Такой подход позволит перейти от метафизического характера современной математики к ее диалектическому развитию, что резко расширит возможности применения математических методов и уменьшит дистанцию между свойствами математических моделей и закономерностями моделируемых объектов.

Аналогичные процессы могут быть реализованы и в других частных науках, расширяя их методологические, инструментальные и феноменологические границы.

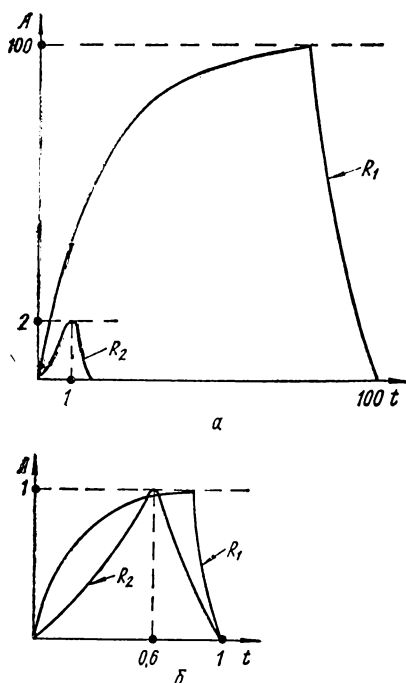


Рис. 3.1. Обычные (а) и нормированные (б) зависимости процессов системной реализации

3.3. Реализация гиперкомплексности

Свойство гиперкомплексности отображает состав и характеристики элементов системы. В соответствии с принятыми ранее обозначениями задача реализации гиперкомплексности (S_1) может быть записана так:

$$S_1 = P_1 S_0, \quad (3.10)$$

где S_0 — системообразующая среда; P_1 — оператор перехода от S_0 к S_1 . Реализация гиперкомплексности, так же как и других системных инвариант, происходит в соответствии с R -принципом и может быть отображена графически в виде собственного процесса системной реализации.

Основные системно-методологические особенности гиперкомплексности и процесса ее реализации, который обозначим $R(S_1)$, следующие.

1. $R(S_1)$ — это системный вариант одной из диалектических процедур выделения частного из общего. Именно поэтому в абстрактно-обобщенной форме записи, в обезличенном виде элементы системы представляются как гиперкомплексные единицы вида 1_{nn} , где нижний индекс определяет конкретную разновидность элемента, его место в системе S и уровень иерархии (как это было показано в гл. 1).

2. Абстрактная единица 1_{nn} может быть конкретизирована (определена, оществлена) при реализации системных закономерностей в ходе конкретного исследования.

3. Так же как и другие системные понятия, гиперкомплексная единица может характеризоваться полнотой, например полнотой своего определения, полнотой своей реализации и т. п. В частности, в зависимости от фазы $R(S_1)$ для гиперкомплексной единицы выполняется одно из соотношений: (3.5), (3.6) или (3.7).

4. Если (3.10) происходит в пределах замкнутой ГДС, то $R(S_1)$ называется самореализацией S_1 . Если эта процедура происходит в результате внешних воздействий, то $R(S_1)$ называется процессом системной реализации инварианты S_1 . При этом следует различать две феноменологически различные ситуации:

4.1. $R(S_1)$ — естественный самопроизвольный процесс, наблюдаемый в реальном объекте, который рассматривается с позиций системного подхода.

4.2. $R(S_1)$ — процедура, выполняемая человеком в процессе абстрактно-теоретических построений, рассуждений и их формализованных представлений.

Пример 1. Происходит химическая реакция (ее исходные компоненты — системообразующая среда S_0), в результате которой образуются молекулы какого-либо вещества. Эти молекулы в дальнейшем мы будем рассматривать как элементы системы, которую собираемся исследовать (допустим, с позиций структурной устойчивости). Является очевидным, что молекулы (как элементы) можно считать находящимися в фазе стационарности.

Пример 2. Из общей массы людей выбраны дети, которые будут наблюдаться в течение года (например, профилактические медицинские осмотры). В данном случае дети (элементы системы) могут рассматриваться как зависимые от времени (развивающиеся) гиперкомплексные единицы (первая фаза $R(S_1)$).

Пример 3. Объект системного исследования — радиоактивный распад. В качестве системообразующей среды здесь выступает исходная масса радиоактивного вещества. В качестве элементов — продукты распада (α -, β - и γ -излучения). Процесс преобразования системообразующей среды (S_0) в элементы (S_1) происходит по закону радиоактивного распада, выполняющего в данном случае роль оператора P_1 .

Указанные примеры иллюстрировали первую ситуацию — естественный, самореализуемый процесс.

Примерами абстрактно-символических процедур могут быть:

Пример 4. Присвоение каким-либо объектам имен или введение символических обозначений, совокупность которых может рассматриваться как система.

Пример 5. Процедура нумерации или перечисления. Полученная последовательность может системно интерпретироваться.

5. В задачах абстрактного моделирования следствием операции (3.10) могут являться следующие результаты: полная совокупность элементов (например, в виде списка, множества и т. д.), их индексация, нумерация и символическое обозначение. Указанные особенности распространяются на все уровни иерархии в исследуемой системе, что также должно находить свое отображение в S_1 .

Пример 6. В результате выполнения (3.10) получим S_1 для S с двумя иерархическими уровнями. Причем на первом уровне — три элемента (A_1, A_2, A_3), на втором — четыре (a_1, a_2, a_3, a_4). Формализованная запись этой процедуры имеет вид

$$S_1 = P_1 S_0 = \{\{A_n\}, \{a_m\}\}, n = 1, 2, 3; m = 1, \dots, 4. \quad (3.11)$$

Для (3.11) может быть дана расшифровка, например в виде списка, в котором по результатам опредмечивания каждому из элементов соответствуют на основе исходных данных какие-либо объекты, свойства и т. д.

Если S_1 используется при абстрактном ГДС-анализе (например, в структуре ГДС-матрицы), то каждому элементу предписывается его абстрактное отображение в виде ГДС-единицы. Для нашего примера это может быть, например, в таком виде:

$$\begin{aligned} A_1 &\rightarrow 1_{11}; & A_2 &\rightarrow 1_{22}; & A_3 &\rightarrow 1_{33}; \\ a_1 &\rightarrow 1_{11.11}; & a_2 &\rightarrow 1_{11.22}; \\ a_3 &\rightarrow 1_{33.11}; & a_4 &\rightarrow 1_{33.22}. \end{aligned}$$

Рассмотренный переход условен: он мог бы быть и каким-либо другим, что определяется конкретными условиями реального исследования.

6. Объекты операции (3.10) могут быть произвольной природы: как материальные, так и идеальные. Эта особенность гиперкомплексности называется инвариантностью по качеству. Для реализации дальнейших системных свойств в каждом из полученных (построенных, рассмотренных) элементов необходимо уметь выделить его диалектические составляющие (противоположности).

7. Начальным пунктом в реализации (3.10) является задание системообразующей среды и определение признаков, на основе которых продукты этой среды могли бы идентифицироваться как искомые элементы. Определить S_0 — это значит задать ее границы (пространственные, временные и другие); указать системообразующие возможности (например, в виде вероятностей получения того или иного параметра, свойства и т. д.); а также задать базис, относительно которого проводится процесс системного исследования.

Необходимо помнить и всегда выполнять условие-требование: после задания S_0 все, что относится к процессу системной реализации, должно быть получено только на основе S_0 и ее производных, без каких-либо других ресурсов. При этом полученные результаты можно рассматривать как таковые только в границах возможностей исходно заданной S_0 .

3.4. Гиперкомплексное взаимодействие

Учитывая явление самореализуемости, можно задать вопрос: за счет чего реализуются взаимодействия между элементами системы? Обобщая изложенные ранее закономерности и свойства ГДС, можно сделать вывод: самореализация взаимодействий — это продукт (результат) взаимодействий между элементами.

«Отношения каждой вещи (явления etc.) не только многообразны, но и всеобщы, универсальны. Каждая вещь (явление, процесс etc.) связаны с *каждой*» [2, с. 203]. Это утверждение, которое В. И. Ленин рассматривал в качестве одного из элементов диалектики, очень хорошо отражает на методологически-философском уровне одну из основных черт взаимосвязей — их всеобщность и универсальность. Всеобщность и универсальность являются необходимыми условиями для того, чтобы рассматривать анализируемое свойство (качество, характеристику) в качестве системной инварианты. Инвариантой, сутью которой являются взаимосвязи (взаимодействия), в теории ГДС служит динамичность, утверждая своим названием и характер этих взаимосвязей. Рассмотрим последовательность и особенности процессов при реализации гиперкомплексных взаимодействий.

Пример 1. Простейший вариант взаимодействия — это взаимодействие двух элементов одного иерархического уровня (см. рис. 1.5). При этом можно говорить о величине и направлении взаимодействия: Y_{12} — взаимодействие между элементами 1 и 2 в направлении от 1 к 2. Последовательность процесса реализации такого взаимодействия можно представить в виде следующей алгоритмической цепочки:

$$S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow Y_{12}, \quad (3.12)$$

где S_0 — системообразующая среда;

$$S_1 = P_1 S_0 = \{A_i\};$$

$$S_2 = P_2 S_0 = f(S_1) = \{Y_{nm}\};$$

$$Y_{nm} = [k \oplus f(A_n, A_m)], \quad (3.13)$$

где i — число элементов в ГДС; $n = 1, \dots, i$; $m = 1, \dots, i$; Y_{nm} — взаимодействие элементов A_n и A_m ; его знак (плюс или минус) определяется выбором положительного направления (обычно знак «плюс» соответствует взаимодействию, направленному к элементу); k_1 — учет выбора базиса (относительность взаимодействия); $f(A_n, A_m)$ — учет характера межэлементных отношений, частным случаем которых является

$$f(A_n, A_m) = \frac{dA_n}{dA_m}. \quad (3.14)$$

Случай (3.14) рассматривался в гл. 1.

Отметим некоторые особенности примера 1:

1.1. Так как величина Y_{nm} является производной от гиперкомплексности, которая в общем случае отображается гиперкомплексной единицей 1_{nn} , то и взаимодействие (так же, как и 1_{nn}) должно быть ограничено в своей реализации ресурсом, содержащимся в 1_{nn} .

1.2. Из условия замкнутости и (3.12) следует, что ресурс для реализации S_2 не может быть больше ресурса, необходимого для реализации S_1 .

1.3. Случай вырождения (превращение ГДС в одноэлементную) эквивалентен самовзаимодействию элемента: весь ресурс S_2 уходит на этот процесс, который внешне будет проявляться как гиперциркуляция этого единственного элемента.

1.4. Случай вырождения можно рассматривать как взаимодействие между двумя элементами, один из которых удален бесконечно далеко от другого: вследствие конечности ресурса S_2 такое взаимодействие равно нулю, что эквивалентно самовзаимодействию.

Пример 2. Взаимодействие одного элемента (допустим, A_1) со многими элементами в пределах одного иерархического уровня.

Данная ситуация в основном совпадает с первым примером. Отметим различия.

2.1. Совокупность множественных взаимодействий можно записать так:

$$\Sigma Y_{1m} = k_1 \oplus f(A_1, A_2, \dots, A_m). \quad (3.15)$$

2.2. Наиболее часто функция в (3.15) имеет вид

$$f(A_1, A_2, \dots, A_m) = \frac{dA_1}{dt} = \frac{\partial A_1}{\partial A_2} \frac{dA_2}{dt} + \frac{\partial A_1}{\partial A_3} \frac{dA_3}{dt} + \dots + \frac{\partial A_1}{\partial A_m} \frac{dA_m}{dt}, \quad (3.16)$$

где $\frac{dA_1}{dt}$ — потенциальные возможности элемента A_1 с позиций реализации всевозможных (неконкретизированных) взаимодействий по всем межэлементным направлениям.

Здесь время выступает в роли обобщенного показателя, отображающего в наиболее простом виде все, что есть в системе (кроме элемента A_1).

Для случая вырождения (один элемент) эта ситуация может трактоваться как элемент-источник, взаимодействие элемента с «окружающей средой» и т. д.

Пример 3. Взаимодействие элементов разного иерархического уровня. Допустим, есть два элемента A_1 и A_2 одного иерархического уровня. Причем элемент A_2 представляет собой сложную систему, состоящую из трех элементов: $a_{2.1}$, $a_{2.2}$, $a_{2.3}$. Требуется описать процессы взаимодействий для двух случаев: первый — взаимодействие $Y_{(1)(2.1)}$ (между элементами A_1 и $a_{2.1}$ в направлении от A_1 к $a_{2.1}$); второй — $Y_{(2.1)(1)}$.

Для первого случая получим

$$Y_{(1)(2.1)} = k_1 \oplus f[\{A_n\}, \{a_{2.m}\}], \quad n = 1, 2; \quad m = 1, 2, 3, \quad (3.17)$$

где наиболее часто имеем

$$\begin{aligned} f[\{A_n\}, \{a_{2.m}\}] &= \frac{\partial A_1}{\partial a_{2.1}} = \\ &= \frac{\partial A_1}{\partial A_2} \left(\frac{\partial A_2}{\partial a_{2.1}} + \frac{\partial A_2}{\partial a_{2.2}} \frac{da_{2.2}}{da_{2.1}} + \frac{\partial A_2}{\partial a_{2.3}} \frac{da_{2.3}}{da_{2.1}} \right). \end{aligned} \quad (3.18)$$

В (3.18) указан алгоритм реализации межэлементных соотношений (взаимодействий) наиболее простого вида, когда взаимосвязь между элементами представляется как отношение элементов.

Особенности процесса:

3.1. При взаимодействии элементов разного иерархического уровня обязательно должен присутствовать в соотношениях уровень иерархии, лежащий между взаимодействующими элементами (разделяющий их). Этот уровень должен быть конкретизирован и указан даже при абстрактных (не опредмеченных условиями конкретного исследования) построениях.

В выражении (3.18) это требование соблюдается путем введения сомножителя вида $\frac{\partial A_1}{\partial A_2}$, где составляющая ∂A_2 в наиболее общем случае конкретизируется оболочкой второго элемента (дифференцирование по поверхности, по форме, а не по содержанию).

3.2. Иерархический раздел, опредмеченный оболочкой, служит «главным диспетчером», распределяющим между элементами $\{a_{2,m}\}$ взаимодействие (воздействие), поступившее от элемента A_1 . При этом распределение идет как непосредственно на интересующий нас элемент $a_{2,1}$ (сомножитель $\frac{\partial A_2}{\partial a_{2,1}}$), так и опосредованным путем: от оболочки на другие элементы ($a_{2,2}$ и $a_{2,3}$), а от этих элементов — на элемент $a_{2,1}$ (если он связан с этими другими элементами своего иерархического уровня), что отображается сомножителями типа $\frac{\partial A_2}{\partial a_{2,m}} \frac{da_{2,m}}{da_{2,1}}$.

Операцию (3.18) можно рассматривать как пример «дробного дифференцирования» (по аналогии с понятием «дробного порядка» в гиперкомплексной матрице с несколькими уровнями иерархий). При этом ценен не сам факт присутствия «дробного дифференцирования», а возможность проследить его генезис и дать системное обоснование процесса происхождения этой операции.

Проанализируем второй случай. Для того чтобы элемент мог провзаимодействовать с элементом A_1 , необходимо:

1. Элемент $a_{2,1}$ должен выйти за пределы своего иерархического уровня на внешний уровень, который представляет собой оболочку элемента A_2 как сложной системы. Этот выход происходит непосредственно (расход ресурса $a_{2,1}$ на образование оболочки системы A_2) и опосредованно ($a_{2,1}$ взаимодействует с элементами $a_{2,2}$ и $a_{2,3}$, увеличивая за свой счет их ресурс по образованию оболочки для A_2).

Сказанное запишем в следующем виде: $\Delta I_{2,1}$ — собственный ресурс $a_{2,1}$, отображающий передачу взаимодействия от $a_{2,1}$ на оболочку (поверхность) A_2 ; $\Delta I_{2,2} = Y_{(2,1)(2,2)} \cdot \Phi_2 = \frac{\partial a_{2,1}}{\partial a_{2,2}} \Phi_2$ — дополнительный ресурс $a_{2,2}$, возникает за счет $a_{2,1}$; $\Delta I_{2,3} = \frac{\partial a_{2,1}}{\partial a_{2,3}} \cdot \Phi_3$ — дополнительный ресурс $a_{2,3}$.

2. Полученный суммарный ресурс распределяется по оболочке элемента A_2 , которую обозначим $S(A_2)$. В результате увеличивается

потенциал взаимодействия A_2 на величину $\Delta\varphi_2$ (что эквивалентно «приращению» элемента A_2 на величину ΔA_2). Этот процесс символически запишем так:

$$\int^{S(A_2)} \left(\sum^n I_{2,n} \right) dS = \Delta\varphi_2 \rightarrow \Delta A_2, \quad n = 1, 2, 3. \quad (8.19)$$

Выражение (3.19) — это символически отображенный эквивалент той части гиперкомплексности для элемента A_2 , которую создает своими возможностями элемент $a_{2,1}$.

3. Условно можно рассматривать ΔA_2 как новый элемент A_3 , иерархически соизмеримый с A_1 . При этом можно на общих основаниях определить взаимодействие между ними (по правилам, рассмотренным в примере 1):

$$Y_{3,1} = Y_{(2,1)(1)} [k_1 \oplus f(\Delta A_2, A_1)],$$

где

$$f(\Delta A_2, A_1) = \frac{d(\Delta A_2)}{dA_1} = \frac{d \left[\int^{S(A_2)} \left(\sum^n I_{2,n} \right) dS \right]}{dA_1}. \quad (3.20)$$

Главным и существенным отличием в двух рассмотренных случаях взаимодействия элементов, находящихся на разных иерархических уровнях, является то, что при изменении направления взаимодействия на противоположное также меняется на противоположный и характер этого взаимодействия. Действительно, в первом случае (от высшей иерархии — вглубь, от целого — к дробному, части целого) происходит эквивалентная этому процессу операция — дифференцирование (3.18). В то же время во втором случае, когда направление изменилось на противоположное (процесс идет от части — к целому, изнутри — наружу), доминировать стала операция интегрирования (3.20).

Описанная ситуация еще раз утверждает диалектичность ГДС-подхода, раскрывая такие свойства гиперкомплексного взаимодействия, которые полностью соответствуют одной из главных диалектических закономерностей — закону единства и борьбы противоположностей [40].

Резюмируя, сделаем выводы.

1. Следует подчеркнуть, что излагаемый материал, так же как и рассмотренные примеры, относился к сути процесса самореализации взаимодействия и совершенно обходил стороной форму этого явления. Анализ такой формы посвящается специальный параграф гл. 4, где эта особенность будет связана с H -принципом и рассмотрена с позиций восприятия R -процесса человеком.

2. Отличительной особенностью процесса самореализации взаимодействия является то, что в ГДС реализуются не любые, а только ортогональные взаимодействия, на реализацию которых уходит минимум системообразующего ресурса [19].

3. Если взаимодействие возникает не за счет собственных ресурсов (не самореализация), а путем внешнего вмешательства (разомкнутый процесс), то реализация взаимодействия может идти и не ортогональным способом. При этом на поддержание неортогонального взаимо-

действия, учитывая его противоречивость внутрисистемным закономерностям, необходимо будет затрачивать внешние постоянные, дополнительные ресурсы, прикладывать дополнительные усилия и т. д.

4. Наиболее «расположены» к реализации взаимодействия (максимально контактны) системы, которые близки к состоянию замкнутости: при прочих равных условиях из двух систем быстрее и легче реализует взаимодействие та система, чья полнота замкнутости выше. Это объясняется тем, что целевая функция замкнутой системы реализована. Такая ситуация отображается равенством нулю вектора собственной цели системы, а чем меньше собственный целевой вектор (чем «безразличнее» система), тем шире спектр взаимодействий, в которых ГДС может участвовать.

5. В отношении символического отображения процессов реализации взаимодействия следует отметить, что, как и в ряде других случаев, используя для описания ГДС-закономерностей стандартную математическую символику, надо всегда помнить ее иллюстративно-ориентировочный характер. Эта символика не является и не может являться буквально понимаемым набором действий (как в классической математике), а служит лишь средством компактного и обозримого представления сложных, громоздких и неудобных для целостного восприятия словесных конструкций. Говоря системным языком, реализует свойство эмергентности в системе человек — текст в процессе чтения. Непосредственно понимать и применять символику нельзя, ибо ее конкретная форма, реализуемая на практике, возникает, создается лишь в процессе конкретного исследования, на основе исходных данных, опредмечивая метатеоретические абстрактные символы, понятия и законы. Только после такого опредмечивания получается конкретный алгоритм, который может быть реализован в частной задаче. Естественно, что такое опредмечивание не может быть реализовано только средствами математики, для этой цели привлекаются еще и средства той частной науки, в рамках которой реализуется системный подход. Средств одной математики для реализации системного подхода недостаточно.

3.5. Структурообразование в ГДС

Высокая степень общности системных инвариант и необходимость расхода внутренних ресурсов системы на процессы их реализации (количественно-качественные преобразования) приводят к тому, что рост числа системных инвариант создает потенциальную возможность возникновения (проявления) у системы новых, дополнительных свойств, которые на определенном уровне обобщения также можно рассматривать в качестве системных инвариант.

Такой процесс хорошо согласуется с одним из важнейших законов диалектики — законом перехода количества в качество, иллюстрируя его системные особенности и, в свою очередь, обосновываясь и утверждаясь этой известной диалектической закономерностью [40].

В рамках системных понятий и определений абстрактно-общая философская закономерность (закон перехода количества в качество)

опредмечивается (конкретизируется) процессом реализации системного понятия — эмергентности, под которой в данном изложении подразумеваются целостные свойства системы (свойства объекта, явления, системы, рассматриваемых неделимо, в целом).

Реализация эмергентности — такой же процесс, как и реализация других системных инвариант. Так же как и другие системные закономерности и понятия, эмергентность обладает (проявляет в себе) свойством полноты, соотносится с другими системными инвариантами и подчиняется основным ГДС-закономерностям.

Действительно, проанализированные ранее две системные инварианты (гиперкомплексность и динамичность), рассматриваемые в целом, позволяют выделить принципиально новое системное свойство — структурность, являющееся целостной характеристикой, эмергентной особенностью, следствием двух указанных выше системных инвариант.

В силу высокой степени общности, способности к абстрактному самовыражению это новое свойство может рассматриваться как системная инварианта, включающая в себя понятие структуры и закономерности, которые связаны с этим понятием.

Точно так же, диалектически закономерно, количественный рост системной инварианты гиперкомплексности, рассмотренной ранее, обусловил возникновение своего эмергентного свойства — динамичности. Является очевидным, что динамичность, характеризующая различные виды системных взаимодействий, может возникнуть (проявить себя, обусловить свое появление) только при росте числа элементов системы: элементов должно быть не менее двух, чтобы в явной форме говорить о динамичности — взаимодействии между двумя элементами и анализировать процессы ее реализации.

В наиболее общей формулировке изложенная тенденция, проявляющаяся в ходе реализации системных свойств и всей системы в целом, может быть сформулирована в виде проблемы: составляют ли сами системные инварианты (в своей совокупности, на абстрактном уровне изложения) гиперкомплексную динамическую систему и обладает ли (соответствует ли) эта ГДС закономерностями теории ГДС? Этот вопрос, получивший название проблемы автореферентности, развивается и рассматривается на протяжении всей данной главы (часто в неявной форме), обособленно — в параграфе 3.8.

Здесь же остановимся на очередном, промежуточном этапе проблемы автореферентности — анализе свойства структурности, рассматриваемого как эмергентная характеристика двух предшествующих свойств — гиперкомплексности и динамичности.

Как отобразить и что можно сказать о системной структуре, о ее связях с ГДС-закономерностями?

Первое приближение к раскрытию сути свойства структурности излагалось ранее: аналитически — в виде системной инварианты S_3 , графически — в виде топологического представления (структурного графа). В чем ограниченность таких отображений?

Аналитическое представление S_3 (первое приближение) имело вид

$$S_3 = P_3 S_0. \quad (3.21)$$

В силу изложенных выше особенностей, связанных с проблемой автореферентности и эмергентных закономерностей, переходя на более глубокий системный уровень анализа, необходимо расширить трактовку содержания входящих в (3. 21) символов.

Действительно, S_0 — системообразующая среда, рассматриваемая в момент структурообразующего процесса, уже не является той же системообразующей средой, которая была в момент реализации динамичности, и тем более отличается от состояния системообразующей среды, которая соответствовала процессам реализации гиперкомплексности. В чем же здесь отличие? В S_0 как таковую, когда еще не было реализовано ни одной системной инварианты (обозначим эту среду S_0^0), постепенно добавлялись (выделяясь из нее же, без увеличения общего ресурса!) продукты процессов: вначале — от реализации S_1 , затем — от S_2 . Иными словами, после S_1 исходная системообразующая среда для реализации S_2 представляла собой S_0^1 :

$$S_0^1 = f_1(S_0^0) \oplus S_1 = f_0(S_0^0) + \{A_n\}. \quad (3.22)$$

После реализации S_2 в качестве системообразующей среды для S_3 получим

$$S_0^2 = f_2(S_0^0) \oplus S_0^1 = f_2(S_0^0) \oplus \{A_n\} \oplus \{Y_{nm}\}. \quad (3.23)$$

В (3.22) и (3.23) величины типа f_n имеют следующий смысл: $f_1(S_0^0)$ — остатки первосреды после расхода ее ресурса на реализацию гиперкомплексности; $f_2(S_0^0)$ — остатки первосреды после реализации S_1 и S_2 . Иными словами, сама системообразующая среда S_0 также подвержена ГДС-закономерностям, участвуя в процессах самореализации, развиваясь, претерпевая изменения, обладая свойством относительности и т. д.

Описанные процессы являются следующим, очередным приближением к раскрытию сути понятий и закономерностей теории ГДС, в частности — к раскрытию содержания процесса системной реализации основных системных инвариант. При этом учитываются явления генезиса (прошлое, происхождение, история развития), наследственные факторы в ходе процессов системной реализации. Свойство наследственности и особенности системного генезиса более детально отображены в гл. 4 и 5, здесь же, указав на истоки этой проблематики, запишем для структурности более углубленный и системно-значимый вариант процесса реализации S_3 . Вместо (3.21), учитывая (3.23), получаем

$$S_3 = P_3[f_2(S_0^0) \oplus \{A_n\} \oplus \{Y_{nm}\}]. \quad (3.24)$$

Аналогичными ограничениями обладает и топологический подход, когда продукт структурообразующего процесса иллюстрируется (отображается) графом системы, который только фиксирует (во времени!) наличие или отсутствие структурных компонентов (для графа — это вершины, в качестве которых выступают элементы системы; и ребра — в качестве которых выступают взаимодействия в системе). Более детальное отображение можно получить на основе так называемого взвешенного графа, когда указываются какие-либо количе-

ственно-качественные оценки компонентов графа. Однако и этот вариант системно неполный — в нем отсутствует в явном виде ряд целостных (эмергентных) особенностей, к числу которых (кроме уже указанных) можно отнести понятия «тела» и «оболочки» системы, учитывающие кроме временной еще и конкретно-пространственную фиксацию структурообразующих компонентов системы. Основные положения процессов реализации «тела» и «оболочки» системы даны в следующей главе. Здесь же мы остановимся на структурных особенностях, относящихся к оболочке и телу системы.

Не давая пока что строгих аналитических определений, под оболочкой и телом системы будем подразумевать (для простоты изложения) их интуитивно ясные аналоги: например, оболочка и тело живых существ.

На более общем уровне можно говорить об оболочке и теле как о характеристиках внешнего и внутреннего свойств в исследуемом объекте.

На наивысшем уровне абстрагирования, смыкаясь в пределе с диалектическими понятиями, оболочка и тело переходят в понятия формы (Δ_1) и содержания (Δ_2), диалектическое единство которых отображает конкретное единичное явление или объект, которые в теории ГДС (в абстрактной форме записи) символически обозначают 1_{nn} .

Обобщая сказанное и учитывая соотношение гиперкомплексных неопределенностей (параграф 2.5), имеем

$$\Delta_1 \Delta_2 = 1_{nn}. \quad (3.25)$$

Избежать указанные выше недостатки можно, если для отображения и анализа структурных свойств ГДС использовать М-число, например в его дискретном представлении — с помощью гиперкомплексной матрицы. В матрице ГДС одновременно учитываются и гиперкомплексность, и динамичность, причем именно в такой форме, которая позволяет не только говорить о наличии либо отсутствии структурных компонентов, но и указать их количественно-качественные характеристики. В той же матрице присутствуют и гиперкомплексные единицы, содержащие в своем составе информацию вида (3.25).

Учитывая такие особенности гиперкомплексной матрицы, можно задать вопрос: как конкретно можно представить (отобразить) в матричной форме записи структурные особенности оболочки и тела системы и можно ли, используя матричное представление, выявить (определить) какие-то новые характеристики или структуры либо системы в целом?

В качестве ответа на эти вопросы рассмотрим два простейших случая, изображенных на рис. 3.2 и рис. 3.3, где представлены структуры оболочки и тела системы. На основании этих рисунков покажем, как можно дать матричные описания рассмотренных структур, используя метод МК-преобразований [23].

На рис. 3.2 свойство структурности, применяемое к оболочке (форме) системы, отображаем с помощью каркаса (построенного из ломаных линий), на который натянута оболочка.

Графоаналитическое отображение такого каркаса делаем, аппроксимируя кривую, представляющую собой оболочку, с помощью ломаной линии (набор отрезков). Такая аппроксимация делается с точностью, задаваемой условиями конкретного исследования. Вершины A вписанного многоугольника принимаем за элементы ГДС, а отрезки типа A_3A_4 — взаимодействия (Y_{34}) между соответствующими элементами. На основании правил, изложенных в гл. 1, используя указанные преобразования, можно построить гиперкомплексную матрицу каркаса оболочки, отображая тем самым ее структурные особенности.

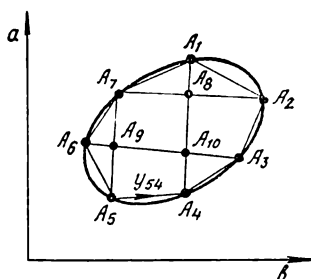
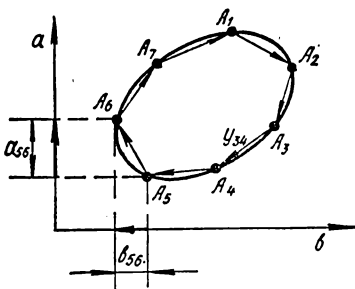


Рис. 3.2. Структура формы системы Рис. 3.3. Структура тела системы

Следует отметить, что проведенные преобразования можно выполнять для произвольной кривой, не обязательно замкнутой или плоской. В наиболее общем случае вместо плоской кривой в качестве оболочки системы будет выступать гипersфера. При этом суть анализа ее структурных свойств останется той же, что и в рассмотренном примере.

Если подобное описание провести в заранее заданном ортогональном базисе, например в условиях декартовых координат (как это показано на рис. 3.2 и 3.3), и в качестве координат использовать диалектические (например, ортогональные) составляющие, то каждый из структурных элементов может быть разложен по этим составляющим. Например, отрезок A_5A_8 , отображающий взаимодействие Y_{58} , будет иметь ортогональные составляющие в виде проекций (a_{58} и b_{58}) на соответствующие оси.

Аналогичный (по своей сути и последовательности реализации) процесс происходит и в случае анализа структурных свойств тела системы. Отличие: если структура оболочки — это каркас, на который натягивается эта оболочка, то структурные свойства тела — это каркас (скелет), который держит на себе все тело системы, и пронизывая его, проникает по всему объему. Границы объема тела — это и есть системная оболочка, поэтому анализ оболочки можно рассматривать как предельную ситуацию при анализе тела системы. Процедура перехода к системным эквивалентам и построение на их основе гиперкомплексной матрицы ясны из рис. 3.3. Так же как и для рис. 3.2, компоненты структуры тела могут быть разложены на ортогональные составляющие.

В наиболее общем случае тело ГДС — это заполненный объем многомерного ГДС-эллипсоида.

Общие замечания:

1. Проведенные преобразования изложены на системно-абстрактном уровне. При конкретизации указанных процедур за счет условий конкретного исследования можно провести построение каркасов для тела и оболочки системы (объекта), сообразуясь со свойствами (особенностями) строения исследуемого объекта. Например, выбирать в качестве структурообразующих компонентов жесткие неоднородности, встречающиеся по объему тела, или особые направления, определяющие процесс реализации элементов и взаимодействия и т. д.

2. Метод МК-преобразований может быть реализован и использован на двух иерархических уровнях: как промежуточный вариант, позволяющий перейти от абстрактно-обобщенных положений к конкретной, легко формализуемой, частной системной закономерности (например, матричной форме отображения каких-либо объектов); второй уровень — переход от частной системной формы к графо-аналитическому описанию в границах частной науки или частного, опредмеченного исследования.

3. На основе метода МК-преобразований можно реализовать математический эксперимент в рамках проводимого исследования. При этом в качестве объекта исследования в математическом эксперименте можно будет использовать два вида ГДС-моделей: первый — непосредственно гиперкомплексную матрицу исследуемого объекта, полученную по указанным выше правилам; второй — аналоговая модель, построенная путем опредмечивания ортогональных составляющих матричных элементов (проекции на оси a и b рис. 3.2 и 3.3). Например, рассматривая ортогональные оси как электрические компоненты, обладающие свойством ортогональности (R -, L -, C -элементы), можно построить электрическую схему (аналоговую модель) системно отображенного объекта и исследовать эту схему (следовательно, и объект) на основе анализа такого электрического аналога.

4. Аналоговое моделирование, реализуемое с помощью метода МК-преобразований, позволяет использовать для системного исследования средства и методы той конкретной науки, предметно-феноменологическим базисом которой реализованы (овеществлены) указанные аналоги. Например, в случае электроаналогий, для исследований методами теории ГДС можно будет применять ЭВМ и программы САПР, широко используемые в схмотехническом анализе [29, 31, 33].

5. Представление структурных свойств (так же как и других системных свойств) с помощью матриц позволяет проводить аналитическое исследование устойчивости системы, например структурной устойчивости, что тесно связано с таким важным системным свойством, как живучесть, особенно существенным при анализе сложных объектов (живых организмов, экономических систем и т. д.) [41].

В частности, свойства устойчивости можно определить на основе расчета степени обусловленности гиперкомплексной матрицы или выделенной из нее определенной составляющей конкретного иерархического уровня. Тем самым можно не только провести аналитическое исследование процесса устойчивости, но и дать системную интер-

претацию понятия обусловленности, проблематика которой еще далеко не полностью решена даже в рамках математических наук [38].

6. Метод МК-преобразований позволяет решать также задачу перехода от целостного представления произвольного объекта или его свойства, отображенного графически, к дискретному описанию этого объекта. Процедура перехода аналогична описанным ранее преобразованиям, проиллюстрированным на основе анализа структурных свойств. Такая особенность удобна, например, при переходе от полевого представления к элементному (дискретному) описанию системы. При этом в качестве оболочки (формы) может рассматриваться волновой фронт либо эквипотенциальная поверхность, либо заданная условиями исследования граница пространства распространения; а в качестве тела — собственно волна, объем поля (система как поле) либо определенный объем пространства, в границах которого выделяется (как единичное) объект исследования.

3.6. Анализ процесса образования структуры

В предыдущем параграфе показано, что гиперкомплексная матрица, описывающая взаимодействия в системе, содержит в себе всю информацию, относящуюся к структурным особенностям, понимаемым в общепринятом, классическом, смысле.

Так как для классического анализа структур есть хорошо разработанный теоретический инструментарий (топология, дифференциальная геометрия, матричная алгебра и т. д.), то существует необходимость получения из матрицы ГДС информации о структурных свойствах системы. При этом желательно, чтобы форма представления такой информации легко переводилась в классическую, например могла иметь вид системного графа. Параллельно с указанной существует необходимость и символического описания собственно ГДС-процессов структурных преобразований, что удобно, например, при реализации на ЭВМ ГДС-методики.

Поставленные задачи решаются средствами ГДС-систематики, служащей для реализации процессов формализованного описания закономерностей ГДС.

Символически первую задачу (получение структурной матрицы $Y^{(S)}$ из матрицы взаимодействий Y) можно записать так:

$$Y^{(S)} = P_n^{(S)} Y, \quad (3.26)$$

где $Y^{(S)}$ — искомая структурная матрица; $P_n^{(S)}$ — оператор структурных преобразований (символ S свидетельствует о том, что преобразования структурные, а символ n указывает на конкретную разновидность преобразования, например $P_2^{(S)}$ — выделение из Y графа с учетом направления взаимодействия).

Для нашего случая необходимо выделить из Y системный граф без указания его веса и ориентации (операция $P_0^{(S)}$). Для этого в матрице Y необходимо поставить единицы вместо тех элементов матрицы, которые отличны от нуля, и оставить нули на месте нулевых элементов

матрицы Y . Тем самым мы получим информацию о наличии, числе и местонахождении структурных компонентов.

Следует помнить, что структурная матрица $Y^{(S)}$, являясь частной формой матрицы Y , обладает теми же основными свойствами, что и матрица Y (иерархичностью, многомерным порядком и т. д.), а структурные уравнения, описывающие общие структурные закономерности, имеют ту же математическую форму, что и основные законы ГДС, представленные в общем виде. Это утверждение становится ясным, если воздействовать оператором $P_n^{(S)}$ на уравнения (2.19).

В частности, в силу свойства ортогональности взаимодействий, взаимообусловленности и относительности понятий «элемент» и «взаимодействие» (подробнее об этом сказано в гл. 2) свойством ортогональности обладает и структура ГДС:

1. Любую структуру ГДС можно представить набором ортогональных структур (в виде многолучевых звезд и многоугольников).

2. Любая структура ГДС может быть подвергнута ортогональному преобразованию, например из многолучевой звезды в многоугольник.

3. Структурные преобразования могут приводить к внутрисистемному разделению ГДС, при котором ряд ее элементов может стать ненаблюдаем с позиций выбранного базиса (после проведения ортогонального преобразования). Из этого следует возможность порождения в одной ГДС новой разновидности ГДС, ортогональной относительно исходной. Анализ особенностей наблюдаемости ГДС излагается в гл. 4.

Процесс воздействия оператора $P_n^{(S)}$ на основные уравнения ГДС приводит к получению (выделению как частного случая) из теории ГДС теории графов в ее наиболее общем виде, с основными закономерностями, которые можно получить из анализа структурных уравнений ГДС [3].

В качестве примера символического представления структурных преобразований можно рассмотреть описание ГДС-модели структуры деятельности (частный случай), отображающей часть процесса возникновения научных теорий на начальном этапе их формирования. К основным моментам такого процесса можно отнести:

1. Определение объекта познания и анализа его составных частей с позиций субъекта, проводящего исследование. Процесс происходит за определенное время (t_n); при определенных условиях (Y_n); с позиций определенного субъекта (H_n), обладающего конкретными личными свойствами. Краткая запись таких исходных данных — $t_n Y_n H_n$.

2. При исследовании достаточно сложного объекта необходимо длительное или многократное изучение объекта. При этом могут выбираться различные наборы свойств изучаемого объекта (как по числу, так и по качеству сторон); меняться позиции, с которых изучается объект (один или несколько человек, отличие личных свойств у исследователей и т. д.); возникать деформирующие воздействия на изучаемый объект как со стороны субъекта (исследователя), так и с других сторон (случайные воздействия).

3. Синтез накопленных знаний, при котором выделение интеллектуальной продукции происходит в виде законченной теории, построен-

ной с позиций субъекта, проводящего исследование. При этом устраняются прямые связи между субъектом-исследователем и элементами познаваемого объекта и устанавливаются (явно не данные в наблюдении) связи между отдельными элементами изучаемого объекта (процесс абстрагирования), а также проводится обобщение накопленных знаний.

4. Существование построенной теории, когда при достаточной логической полноте, законченности и отсутствии противоречивых фактов теория может существовать неограниченно долго (консервативность). Появление новых фактов, взгляд на тот же объект с других позиций, изучение объекта во взаимодействии с другими объектами, работа на стыках разных отраслей знаний — все это может привести к необходимости нового этапа в развитии теории. При этом теория расширяется или заменяется принципиально новой.

В данном изложении ограничимся приведенными пунктами, учитывая тот факт, что можно (при необходимости) провести и более детально рассмотрение процесса формирования научных теорий.

Для иллюстрации применимости к описанию изложенного процесса методов теории ГДС (ортогональные преобразования структур, моделирование структуры деятельности и т. д.) покажем соответствие содержания приведенных пунктов основным положениям ГДС-подхода.

Определению объекта познания и выделению его составных частей соответствует процесс формообразования ГДС [15]. При этом порядок ГДС определяется числом ее элементов, а каждый элемент — это отличающаяся по качеству компонента в структуре ГДС. В качестве одного из элементов ГДС может быть выбран человек. Выбор человека в качестве базисного элемента (принцип гомоцентризма [21]) соответствует познанию объекта с позиций субъекта (человека), о чем говорится в п. 1. Конкретные личностные свойства и их влияние на результаты познания могут быть отражены путем введения сложного строения базисного элемента в конструируемой ГДС-модели.

Изложенное удобно представить аналитически — в виде матрицы взаимодействий Y ; а также графически (с точки зрения структурного анализа) — с помощью рис. 3.4, а, где точками обозначены элементы ГДС (рядом с ними стоят порядковые номера). Причем нулевой номер соответствует базисному элементу (человеку, проводящему исследование). Линии, соединяющие каждый элемент с базисным, соответствуют информационному потоку (или другому виду взаимодействия), идущему в направлении, указанном стрелкой. Такая структура легко описывается матричным способом.

Рис. 3.4, а отображает следующее: происходит процесс познания одним определенным человеком (H_1), при определенных условиях (Y_1), в определенное время (t_1). Величины H_1 , Y_1 , t_1 могут являться независимыми переменными в выражениях, определяющих элементы матрицы взаимодействий Y в основном уравнении ГДС.

Изменением базиса и его места в гиперкомплексном пространстве можно учесть тот факт, что исследуемое явление может изучаться

разными людьми или группами людей, причем их взгляд на вещи (позиция) может не совпадать со взглядом первого человека, начавшего исследование. Это отклонение иллюстрируется величиной δ_0 на рис. 3.4, б. Там же показано, как можно учесть различное число изучаемых сторон в исследуемом объекте; неточность совпадения элементов анализа, оцениваемая величиной δ_4 , рассматриваемой как расстояние между элементами с одинаковыми номерами — со штрихом

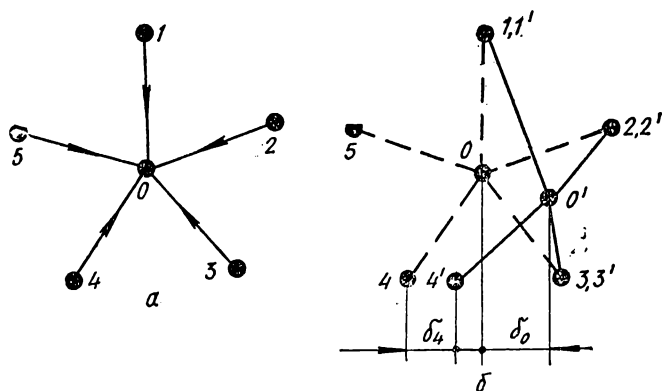


Рис. 3.4. Модель структуры процесса анализа одним человеком (а), двумя (б)

и без штриха; полное отсутствие каких-либо сторон исследования (штриховая линия). Степень различия рис. 3.4, а и б видна при сравнении нарисованной справа штриховой линией (структуры (соответствующей левому изображению) с наложенным на нее изображением новой структуры, возникшей при условии $H_2 Y_2 t_2$ и показанной сплошной линией.

Матричная форма записи структур типа изображенных на рис. 3.4 представлена выражением (3.27).

При необходимости учета численного соотношения между элементами структуры необходимо вместо единиц в выражении (3.27) поставить функциональные зависимости вида

$$Y_{nm}^{(S)} = f(Y_{nm}, t, H, Y),$$

где $Y_{nm}^{(S)}$ — элемент структурной матрицы S_1 , стоящий на пересечении n -й строки и m -го столбца:

$$S_1 = P_0^{(S)} Y = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 0 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & | & | & | & | & 1 \\ | & 1 & | & | & | & 1 \\ | & | & 1 & | & | & 1 \\ | & | & | & 1 & | & 1 \\ | & | & | & | & 1 & 1 \\ | & | & | & | & | & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.27)$$

Необходимо отметить, что (для ясности изложения) на рисунках не показаны возможности учета воздействия помех, деформирующих структуру. Это явление легко может быть учтено путем модификации создаваемой модели на основе введения в рассмотрение свойств разомкнутых ГДС.

Процесс синтеза, описанный в п. 3, представлен на рис. 3.5, а, где пятиугольник — это структура, отображающая способ объедине-

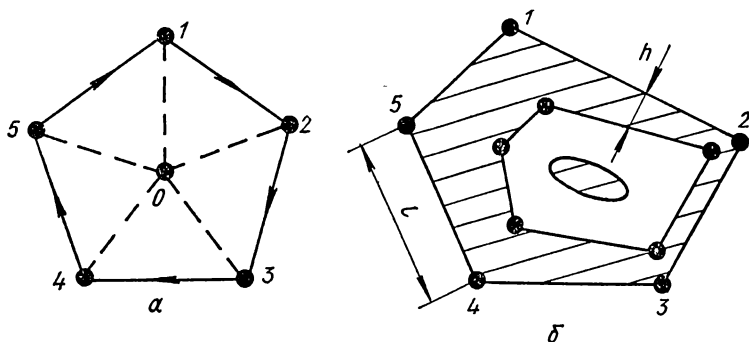


Рис. 3.5. Модель структуры процесса синтеза: прямая в виде звезды (а) и ортогональная (б)

ния отдельных изучаемых частей в единое целое, исключая центральный элемент (человека), что проявляется в виде наличия изолированного базиса (человека) без прямой связи между ним и остальными элементами. Внутри пятиугольника (для сравнения) показана штриховой линией структура анализа исходных данных. На рис. 3.5 не показаны, чтобы не усложнять картину, перекрестные взаимосвязи (вида $Y_{1,2}$, $Y_{5,2}$ и др.) между элементами.

Рис. 3.5, а может быть получен путем воздействия оператора ортогонального преобразования $P_1^{(S)}$ на структурную матрицу S_2 , отображающую процесс синтеза в аналитической форме записи

$$S_2 = P_1^{(S)} S_1 = P_1^{(S)} (P_0^{(S)} Y).$$

Полная матрица S_2 (с учетом всех взаимосвязей, не указанных на рис. 3.5, а) имеет вид

$$S_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & & & & & 1 \end{bmatrix}.$$

При необходимости учета условий t, H, Y в S_2 ее элементы (вида $Y_{nm}^{(S)}$) необходимо определять в соответствии с выражением для $Y_{nm}^{(S)}$, приведенным выше.

На рис. 3.5, б показана структура S_2 (при ее плоском изображении в гиперкомплексном пространстве), соответствующая ортогонально преобразованной структуре (см. рис. 3.4, б). При этом также не показаны перекрестные связи, но отмечены заштрихованными областями размытые зоны гиперкомплексного пространства, соответствующие несовпадению центров, сторон и элементов в совмещенных структурах анализа. При этом уменьшение длины луча в звездной структуре приводит к увеличению (при полном отсутствии луча — до бесконечности) расстояния в ортогональной этому лучу стороне многоугольника и в сужении (вплоть до нуля) толщины этой стороны. В соответствии с этим удобно за счет величин типа h и l отображать уровень познания (глубину изложения разрабатываемой теории) исследуемого объекта.

Несовпадение базисов (исследование разными людьми) приводит к пространственному расширению базисного элемента, что отображено расплывчатым центром на рис. 3.5, б и может быть отражено аналитически в матрице S_2 (путем введения иерархического строения элементов $Y_{00}^{(S)}$).

Как видно из рисунков и следует из анализа математических свойств приведенных структур, создание теории (с целью ее наибольшей ясности и четкости изложения) следует проводить, используя возможности одного человека (роль личности), которого в крайнем случае может заменить сплоченный идеально в научном отношении коллектив, направляемый одним умом, волей. При этом наиболее ясная и четкая теория будет получаться при синтезе, который порождает максимально компактные формулы, соответствующие ортогональным связям в структуре (ортогональные — это взаимодействия по минимальным расстояниям). Эти выводы подтверждаются практикой.

Существование построенной теории, особенно при учете в процессе ее реализации большого числа элементов, удобно изображать с помощью волнового подхода к представлению ГДС. При этом матрица заменяется гиперкомплексным вектором, движение которого в гиперкомплексном пространстве можно изобразить с помощью кривой, играющей роль годографа. Эта ситуация представлена на рис. 3.6, а, (замкнутая ГДС), что соответствует консервативной системе (логически завершенной теории), находящейся в устойчивом состоянии. Рис. 3.6, б соответствует развивающейся теории. Причем процесс ее расширения происходит на стыке различных сторон в исследуемом объекте (разрыв цикла, незамкнутость, отображаемая несовпадением точек 1 и 6 в годографе). Разрыв можно оценить величиной $\delta_{1,6}$.

Аналитически процесс развития (спираль) легко описывается с помощью математического аппарата разомкнутых ГДС. Такое положение вещей соответствует практике познавательной деятельности: чтобы развиваться и восприниматься людьми (задевать их), теория должна

быть достаточно «плохой», так как идеальная по своей завершенности (замкнутости) конструкция остается неуязвимой (логически невзаимодействующей) и может существовать неограниченно долго. Пример — научные концепции И. Ньютона [39], метафизическая философия [40]. В то же время разомкнутая теория находится в непрерывном развитии и не может существовать иначе. Пример — диалектический материализм [40].

Применение операторов структурного преобразования и методов теории ГДС не ограничивается приведенным примером или каким-либо

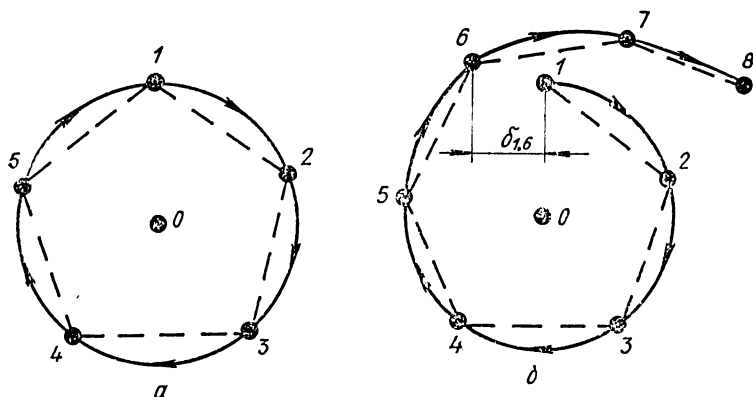


Рис. 3.6. Замкнутая (а) и разомкнутая (б) ГДС-модели

узким классом исследуемых явлений. Этот пример служит лишь иллюстрацией к пониманию одного из основополагающих моментов в теории ГДС — инвариантного по качеству преобразования и взаимодействия друг с другом ГДС, позволяющих дать обоснование процессов преобразования и развития ГДС, определению их формы и способа существования, а также других характеристик и процессов, имеющих место при структурных преобразованиях ГДС.

Кроме раскрытого выше содержания приведенные рисунки и анализ могут служить иллюстрацией процесса возникновения зрительного образа, понятий и определений при реализации мыслительных процессов у человека [13].

Процесс ортогональных структурных преобразований можно конкретизировать и опредметить частным случаем: в теории электрических цепей проводят аналогичные преобразования «треугольника» в «звезду» и наоборот [34].

Анализ свойств структур, их преобразований, а также связь структур с другими системными инвариантами, понятиями и закономерностями могут быть использованы при изучении устойчивости социальных структур, структур управления народным хозяйством (экономические структуры), структур естественных объектов и явлений и в других случаях, где изучаются сложные системы и исследуются их основные свойства.

3.7. Самореализуемость и иерархия

В предыдущих параграфах и главах показано проявление свойства иерархичности у разных системных инвариант (гиперкомплексности, динамичности, структурности) при решении различных задач системного характера. Обобщая эти явления, можно задать вопрос: проявляются ли и как иерархические особенности и у процесса системной реализации, рассматриваемого в целом, на самом общем системно-методологическом уровне? ГДС-анализ такой задачи проведем графо-аналитически, анализируя R -процесс для системы со сложной иерархией.

Как сказано в параграфе 3.5, даже системообразующая среда обладает иерархическими особенностями, которые могут проявлять себя при определенных условиях. Конкретизируем для большей ясности анализируемый R -процесс, рассматривая его как реализацию гиперкомплексности (например, самореализации элементов).

Допустим, исходная (на начало исследования) системообразующая среда S_0^0 обладала ресурсом самореализации R_0 для систем типа S_1 , представляющих собой два взаимодействующих элемента. Для простоты идеализируем процесс: весь ресурс R_0 ушел на образование систем типа S_1 , которые, выйдя в режим стационарности, уже сами (рассматриваемые в совокупности) представляют собой системообразующую среду S_0^1 с ресурсом R_1 , по количественной оценке вдвое меньшим, чем R_0 .

Пусть процесс протекает аналогично и так же идеализированно. Получим следующий уровень системообразования: системы S_2 , состоящие из элементов типа S_1 , соединенных попарно. Системы S_2 уже со сложной иерархией. Исходным уровнем для них (нулевой линией системообразования) является верхний уровень системообразования у S_1 . Если условия системообразования те же, то процесс может быть продолжен до полного расхода системообразующего ресурса.

Графическое отображение такого сложного R -процесса дано на рис. 3.7 для трехуровневой по иерархии ГДС, где A_m^n — максимальные значения (индекс m) для ГДС каждого из трех типов (индекс $n = 1, 2, 3$).

Является очевидным, что для более высокого уровня иерархии (например, второго) системообразующей средой, в которой еще неразличимы системные элементы этого уровня, служит высший уровень систем nižшей иерархии (полностью реализованные системы S_1).

Описанные явления — это начальное приближение к анализу свойства иерархичности у R -процесса. В качестве второго приближения проанализируем более детально явления, происходящие в особых точках R -процесса иерархически сложных систем. Эти особые точки обозначены на рис. 3.7 как зоны z_1 и z_2 , рассматриваемые в моменты времени Δt_1 и Δt_2 соответственно. Более детально (в увеличенном виде) такая зона, рассматриваемая в промежутке времени Δt , отображена на рис. 3.8, где линиями (R_1 и R_2) выделены (частично) процессы самореализации для систем S_1 и S_2 разных иерархических уровней; зона

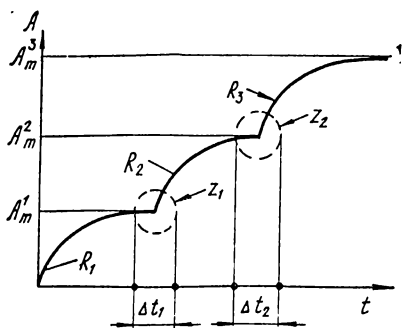


Рис. 3.7. R-процесс трехуровневой ГДС

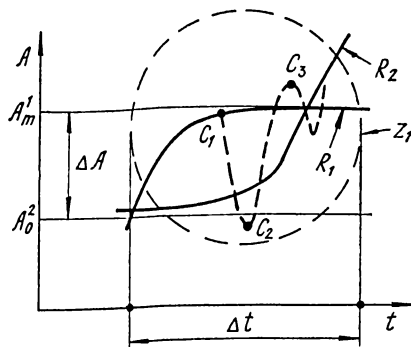


Рис. 3.8. Особая точка R-процесса

z_1 изображена в виде окружности, выделен начальный уровень системообразования A_0^2 для систем типа S_2 и верхний уровень R-процесса A_m^1 для систем типа S_1 и линия в виде затухающих колебаний (точки C_1, C_2, C_3) — как результирующая двух процессов (R_1 и R_2) в особой зоне.

Краткий анализ особой зоны:

1. После завершения R-процесса для S_1 у нее возможен только распад. В это время R_2 только начинается. Распад доминирует (участок C_1C_2). Получаем провал в результирующей двух R-процессов.

2. Начало (достаточно интенсивное) R_2 . Все, что могло распасться для S_1 , в основном распалось. Доминирует процесс системообразования S_2 (кривая C_2C_3).

3. В силу неполной завершенности процедур типа 1 и 2 суммарный процесс растягивается во времени, колеблясь вокруг усредненной линии и падая по амплитуде: стабилизация перехода от R_1 к R_2 (весь участок Δt).

4. Интервал ΔA — совокупность двух порогов различий: верхнего (от 0,9 до 1) — для S_1 и нижнего (от 0 до 0,1) — для S_2 . Уровни порогов условны, определяются условиями конкретного исследования. Интервал ΔA — это зона неопределенностей для обоих R-процессов.

5. В особой зоне система нижнего иерархического уровня обладает повышенной чувствительностью к восприятию (самореализации) R-процесса высшего уровня. Это объясняется тем, что (после реализации своей целевой функции) замкнутая ГДС, находящаяся в стационарном состоянии (например, S_1), наиболее способна к межсистемному взаимодействию (система как элемент) на более высоких уровнях R-процесса.

6. Наличие особой точки (в виде фокуса) достаточно для реализации таких явлений, как бифуркации рождения предельного цикла, а также стягивания цикла в фокус (обратный процесс) [25]. Действительно, замкнутую ГДС можно рассматривать как особую точку в ГДС-пространстве (эквивалент фокуса), а гираторную циркуляцию — как предельный цикл.

Для более точного отображения процессов, происходящих в особой зоне, в качестве следующего приближения можно рассматривать

описанные явления системно, на основе ГДС-подхода. При этом процедуру анализа R -процесса для S_2 можно описывать с помощью ГДС-матрицы, вводя взаимосвязанные циркуляторы (системы S_1) и рассматривая внутреннюю структуру ГДС более высокого уровня. Подобный анализ особенно важен при изучении таких особенностей ГДС, как условия и способы существования ГДС; исследования живучести и устойчивости системных объектов и т. д.

Анализ особой зоны может рассматриваться как системно-диалектическое обоснование и обобщение такого научного направления, как теория катастроф; он может быть пригодным для понимания процессов смены парадигмы в научном познании, для выбора оптимальных путей перехода от одной экономической или общественной структуры (формации) к другой, более сложной, а также позволяет применять для достижения указанных целей ЭВМ (в силу алгоритмизуемости рассмотренных системных положений).

3.8. Проблема автореферентности системных инвариант

Эта проблема состоит в следующем: могут ли системные инварианты, на основании которых определяется система, сами быть системно определены?

Частные аспекты проблемы автореферентности:

1. Существует ли последовательность в реализации системных инвариант или порядок их реализации может быть произвольным?

2. Иерархия R -процесса и системные инварианты — как они соотносятся друг с другом?

3. Существует ли минимальный, системно устойчивый (с позиций основного закона ГДС и R -принципа) набор системных инвариант?

Указанные вопросы определяют ориентировочно круг задач, связанных с проблемой автореферентности, рассматриваемой в теории ГДС.

Проиллюстрируем результаты ГДС-анализа проблемы автореферентности с помощью рис. 3.9, на котором отображен процесс самореализации системных инвариант (первое приближение). По горизонтальной оси (рис. 3.9) откладываются порядковые номера величин вида S_m^n — это системные инварианты, аналогичные упоминавшимся ранее $\{S_m\}$, где m указывает на качественную разновидность инварианты: S_1 — гиперкомплексность, S_2 — динамичность, S_3 — структурность, S_4 — эмергентность; верхний индекс n указывает на уровень иерархии R -процесса, в границах которого рассматривается определенный набор системных инвариант. Так как инварианты S_m^n зависимы от времени, а также в силу указанных ниже особенностей процесса самореализации системных инвариант горизонтальную ось можно рассматривать и как ось времени (t).

По вертикальной оси откладывается оценка уровня процесса самореализации $A(R)$ системных инвариант, например в относительных единицах.

Сплошная линия (C_1) отображает R -процесс на минимально низких уровнях иерархии; линия C'_1 — синусоидальное усреднение C_1 ; штриховые линии C_2 — огибающие процессов нижнего уровня (представляет собой часть R -процесса для более сложной системы высшего уровня иерархии).

Как видно из рис. 3.9, R -процесс системных инвариант периодичен по качеству: системные инварианты упорядоченно повторяются, чере-

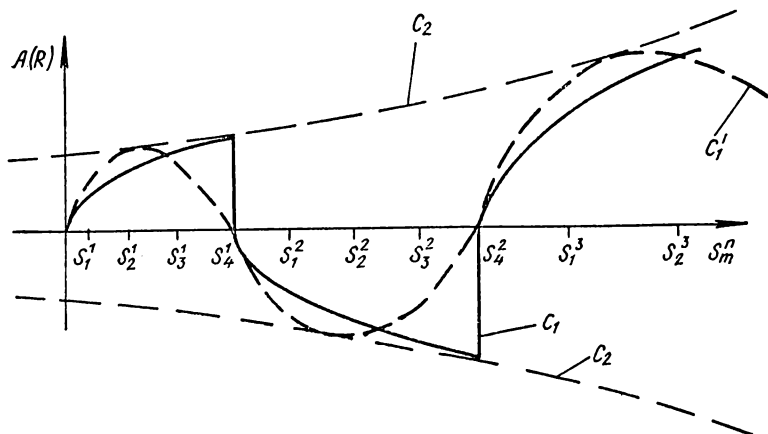


Рис. 3.9. Процесс самореализации системных инвариант

дующь в виде цепочки S_1, S_2, S_3, S_4 , которую можно назвать периодом по качеству. Временная длительность самореализации этой цепочки различна: в идеальном случае происходит равномерное чередование (пульсации во времени) расширений и сжатий.

Как образованы кривые рис. 3.9? Из системообразующей среды (момент времени $t = 0$) начинают выделяться элементы, что равносильно реализации S_1 и соответствует увеличению (росту) оценки $A(R)$. Появление S_1 делает возможным возникновение S_2 (как это рассматривалось в предыдущих параграфах), что в свою очередь развивает R -процесс. Совокупность S_1 и S_2 порождает структурность S_3 , процесс реализации которой в своей конечной фазе эквивалентен возникновению эмергентного (целостного) свойства у системы низшего иерархического уровня — завершается первый период (по качеству) самореализации системных инвариант ($S_1^1 S_2^1 S_3^1 S_4^1$).

Системы второго уровня иерархии проходят те же этапы самореализации, но для них (как это показано в параграфе 3.7) свойство гиперкомплексности S_1^2 реализуется так, что системы первого уровня иерархии служат элементами в системе второго уровня, процесс реализации которых (R_2) идет уже по своему пути (это отображается скачкообразным изменением $A(R)$ в особой зоне иерархического перехода). Переход с одного уровня иерархии на другой происходит также при изменении амплитуды $A(R)$: она растет, если система развивается, и падает (по модулю), если система распадается. Этот процесс хорошо иллюстрируется характером изменения огибающей.

Иерархический рост может быть рассмотрен и обобщен далее — это явление в измененном (сжатом с целью обозримости) масштабе представлено на рис. 3.10, где обозначения те же, что и на рис. 3.9, дополнительно лишь показана огибающая C_3 для R -процессов высших иерархических уровней.

Явления сжатия и расширения периодов объясняются тем, что меняется запас системообразующего ресурса по мере его расхода на

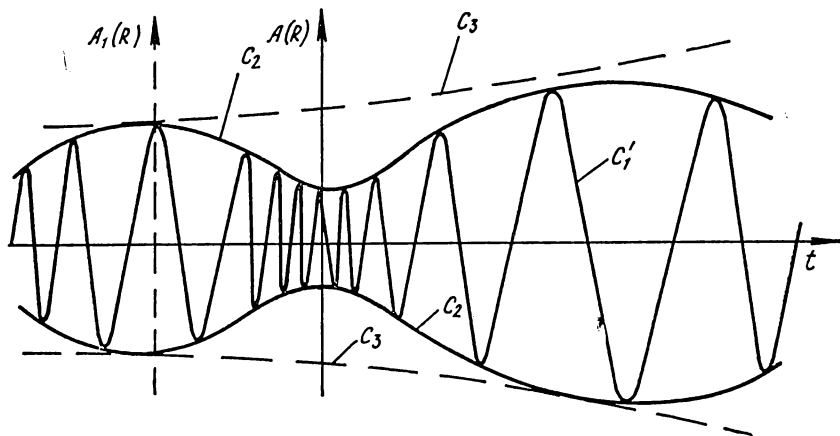


Рис. 3.10. Обобщенный R -процесс системных инвариант

реализацию системных инвариант. Уменьшение ресурса затрудняет реализацию, что приводит к расширению периодов (и частей периода) во времени. Смена расширения сжатием может произойти, например, при достижении системой предельного цикла (предел развития — максимальное расширение, замедление темпов), после которого возможен только самораспад. Но самораспад эквивалентен увеличению ресурса системообразующей среды, что приводит к росту динамики R -процесса (смена расширения сжатием).

На рис. 3.10 показана также условность выбора начального момента времени (штриховая вертикальная ось $A_1(R)$). Аспекты относительности R -процесса и связанных с ними системных инвариант рассмотрены в гл. 4.

Обобщая приведенные результаты, делаем выводы.

1. Естественный ход развития (R -процесс) упорядочен, спиралевидно цикличен и условно замкнут. Спиралевидность иллюстрируется сжатием и расширением временных периодов R -процесса и обуславливается наличием иерархичности. Условность замкнутости определяется конкретными ограничениями частного исследования.

2. Иерархичность R -процессов и системные инварианты (рассматриваемые в пределах своего качественного периода) взаимообуславливают друг друга. При смене иерархии происходит скачок, соответствующий диалектическим закономерностям о переходе количества в качество, о смене прерывного непрерывным, о единстве и борьбе противоположностей [40].

3. В качестве минимального набора системных инвариант можно рассматривать (основываясь на ГДС-анализе R -процесса, определении системы и обуславливаясь диалектической закономерностью единства и борьбы противоположностей) совокупность S_1 и S_2 — элементов и взаимодействий, т. е. гиперкомплексности и динамичности, являющихся системной конкретизацией (опредмечиванием) понятий в указанном философском законе.

Как видно из рассмотренного выше, системные инварианты глубоко системны по сути и генезису, что не только решает проблему автореферентности, но и лишний раз говорит о высокой общности системного подхода, реализованного на основе теории ГДС.

Обобщая материал гл. 3, можно сделать следующие выводы.

1. Дано обоснование и раскрыто содержание системного понятия «самореализуемость».

2. Раскрыто содержание и указаны основные отличия понятий статистики и динамики ГДС. Приведено их сравнение с классическими понятиями статистики и динамики. Определены свойства консервативности и развития, сохранения и преобразования для статистики и динамики соответственно (в условиях теории ГДС).

3. Показана возможность сравнения различных R -процессов на основе их нормированных изображений.

4. Рассмотрены особенности процессов реализации системных инвариант: гиперкомплексности, динамичности, структурности, эмергентности и иерархичности, а также показана взаимосвязь этих процессов с основными законами ГДС.

5. Показана возможность анализа и символического представления структур оболочки и тела системы.

6. Изложен метод МК-преобразований, удобный для описания графических изображений системных объектов.

7. Проведен анализ процессов структурных преобразований на основе конкретного примера — моделирования процесса познавательной деятельности.

8. Показана взаимосвязь R -процесса и свойства иерархичности. Проведен анализ особой точки R -процесса, возникающей на границах иерархических переходов.

9. Сформулирована проблема автореферентности системных инвариант, изложены ее основные особенности и показана взаимосвязь с процессами системной реализации.

Для самопроверки процесса усвоения предложенного материала предлагается ответить на следующие вопросы.

1. В чем различие понятий самореализации и процесса системной реализации?

2. Какое значение может иметь основной вопрос философии (о том, что первично, — материя или дух) в рамках анализа процесса самореализации?

3. Можно ли выделить фазы процесса системной реализации, если в качестве исследуемого явления рассмотреть движение тела по наклонной плоскости?

4. Если поющий хор — это объект системного исследования, то как в нем реализуются системные инварианты, сколько их и как они опредмечены?

5. Горящая лампа — это явление ГДС-статики или ГДС-динамики?

6. Как трактовать классические понятия бесконечно большого и бесконечно малого с позиций теории ГДС?

7. Чем опредмечивается системное понятие «тела» в процессах мыслительной деятельности человека?

8. Может ли у одного и того же объекта одновременно быть несколько тел и форм?

9. Может ли R -процесс состоять только из какой-либо одной своей фазы?

10. Можно ли, используя основные системные инварианты, обосновать и изложить механику межсистемных взаимодействий?

11. Существуют ли объекты, которые нельзя рассматривать как системы?

12. Существует ли аналог проблемы автореферентности в других науках?

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО РАЗВИТИЯ

4.1. Введение в проблему дискретизации процессов системного развития

При реализации гиперкомплексности можно задать вопрос: существуют ли условия или требования, наличие которых является обязательным для реализации гиперкомплексности?

Содержанием R -процесса для S_1 является выделение (вычленение) единичного из общего. При этом можно выделить два существенных момента:

1. Учитывая Н-принцип, процесс выделения (для человека) совпадает с процессом различения, реализация которого в качестве необходимого требует наличия дистанции (количественной, качественной или какой-либо другой) между выделяемым объектом и средой, из которой происходит это выделение. Только при соблюдении этого условия (как обязательного) «вещь в себе» может стать «вещью для нас». Это условие — не единственное, но мы останавливаемся именно на нем, исходя из сути излагаемого материала. Для человека процесс вычленения (реализация гиперкомплексности) в частном случае совпадает с процессом восприятия, который в существенной мере определяется личными свойствами воспринимающего. В частности, воспринимающим субъектом может быть человек, и тогда процесс восприятия (как частная реализация операции выделения единичного из общего) будет определяться психофизическими свойствами человека. Одними из важнейших характеристик таких процессов являются пороги восприятия [13].

2. В отсутствие внешнего наблюдателя, без внешнего воздействия (процесс самореализации гиперкомплексности) выделение единичного — это переход в фазу стационарности системных образований низшего иерархического уровня.

Фаза стационарности обеспечивает таким образованиям более высокую устойчивость (как условие выживаемости) по сравнению с теми образованиями, которые находятся в других фазах процесса самореализации. Одной из характеристик устойчивого существования системы является ее способность противостоять внешним воздействиям (в определенном диапазоне взаимодействий) без существенных нарушений (изменений) своих системных свойств, например без изменения полноты набора своих системных инвариант. Диапазон устойчивого существования системы можно характеризовать путем введения порогов восприятия — нижнего и верхнего. Нижний порог — это минимальное

внешнее воздействие, различаемое системой. Верхний порог — это максимальное воздействие, превышение которого приводит либо к насыщению процесса взаимодействия, либо к разрушению системы (по характеризующему параметру).

В наиболее общем случае верхний и нижний пороги — понятия гиперкомплексные и, как и все ГДС-понятия, могут характеризоваться не только на основе количественной оценки (например, по модулю), но и полным набором основных системных инвариант, рассматриваемых применительно к пороговым характеристикам.

Оба выделенных момента, а также наличие двух порогов взаимодействий являются иллюстрацией к процессу обоснования условий существования системы и раскрытия основных характеристик этих условий: живучести, устойчивости, чувствительности и т. д. [41].

Описанные явления, обобщенные на наивысшем абстрактно-методологическом уровне, в границах системного подхода позволяют (в качестве ответа на поставленный в начале параграфа вопрос) заключить следующее: определение ГДС, проводимое в процессе деятельности человека, так же как и процесс самореализации систем, происходящий вне зависимости от участия в нем человека, нуждается в ходе своего овеществления (опредмечивания, конкретизации) в существовании (наличии) разнообразия, в границах которого (и только в них) может быть реализовано свойство гиперкомплексности. В свою очередь, необходимым условием, обеспечивающим существование разнообразия, является дискретный характер всех системообразующих процессов, так как отсутствие дискретизации (для определенных системных параметров, инвариант и т. д.) никогда не позволит утвердить на практике наличие разнообразия как конкретного и объективного факта или естественной закономерности.

В соответствии с изложенным первым приближением к пониманию процессов дискретизации и обоснованию их существования являются указанные выше пороги чувствительности в процессах межсистемных взаимодействий, собственно определение ГДС, анализ содержания свойства гиперкомплексности и определение условий его реализуемости.

В качестве второго приближения покажем в следующем параграфе, как можно установить свойство дискретизируемости на общесистемном уровне исходя из анализа ГДС-закономерностей.

4.2. Системная трактовка процессов дискретизации

По определению формальное представление ГДС, как это показано в гл. 1 и 2, имеет вид

$$S = \sum_i \{S_n\}^{(i)}, \quad i = 1, \dots, \infty; \quad n = 1, \dots, \infty. \quad (4.1)$$

Уже из анализа (4.1) следует возможность рассмотрения предпосылок к реализации процессов дискретизации по крайней мере по двум диалектически взаимосвязанным направлениям: различение (дискретизация, вычленение) по качеству (дискретизация по индексу i) при

фиксированном или неучитываемом многообразии системных инвариантов для каждого качества, второе направление — дискретизация по уровню (по индексу n) в пределах одного качества или, опускаясь иерархически ниже, в пределах какой-либо одной системной инварианты. Второе направление назовем квантованием по уровню (по аналогии с его частным видопроявлением, реализованным в квантовой механике [39]).

Помня о том, что оба направления дискретизации связаны друг с другом (в соответствии с соотношением гиперкомплексных неопределенностей) и абсолютизация любого из них — это очередной «изм», рассмотрим в отдельности особенности каждого из них.

Дискретизация по качеству в своем частном случае может быть проиллюстрирована рис. 3.9, где квантуемость по качеству очевидна и сомнений не вызывает.

Этот случай дискретизации в своем обобщенном варианте можно отобразить путем введения «пространства качества», к основным особенностям которого можно отнести следующие.

1. Пространство качества ($R^{(1)}$) можно задать параметрически — совокупностью дискретных горизонтальных осей, каждый уровень дискретизации которых соответствует конкретной гиперкомплексной величине, объекту, событию и т. д.; а по вертикальным осям откладываются параметры, соответствующие характеризующим объектам горизонтальной оси. Таким образом, $R^{(1)}$ — это множество ортогональных (дискретно-непрерывных) пар осей. Число этих пар равно числу отображаемых параметров. Частный пример — рис. 3.9, где ортогональная пара — это горизонтальная ось (дискретная) с последовательностью периодически повторяющихся системных инвариантов и вертикальная ось (непрерывная) с приведенным параметром, отображающим уровень реализации системных инвариантов.

2. $R^{(1)}$ можно задать в обобщенной, дискретной многофазовой форме. Так как совокупность системных компонентов (согласно принципу диалектической взаимообусловленности) всегда взаимосвязана, то эту взаимосвязь можно отобразить с помощью взаимноортогональных дискретных осей. Каждая точка в такой «системе координат» будет соответствовать определенной системе S , а проекции этой точки будут соответствовать набору параметров (например, системных инвариантов), которые определяют эту систему.

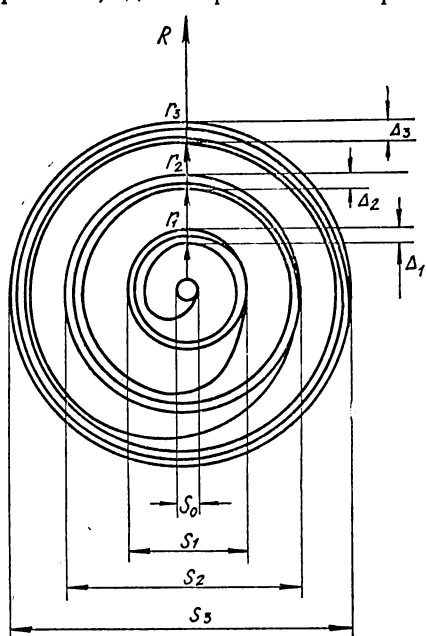
3. $R^{(1)}$, несмотря на то что оно отображает всего лишь одну из сторон анализируемого системного процесса, обладает полным набором системных характеристик. Например, свойство иерархичности в нем проявляется так, что любая из точек $R^{(1)}$ может быть «расщеплена» на совокупность иерархически более мелких точек, что равносильно выделению подпространства $R_n^{(1)}$ из пространства $R^{(1)}$, или, иными словами, разбиению сложного системного «события» (феномена, объекта и т. д.) на определенное число более мелких «событий» (компонентов, элементов).

4. Одним из параметров в $R^{(1)}$ может быть время, понимаемое в общепринятом, классическом смысле. Тогда в $R^{(1)}$ (в виде дискретной

траектории) может быть отображен процесс развития системного объекта во времени (как совокупность разных событий или набор состояний одного и того же события).

5. $R^{(1)}$ можно назвать отображением феноменологической (качественной) компоненты полного ГДС-пространства, о котором будет сказано ниже, после рассмотрения дискретизации по уровню.

Процесс дискретизации по уровню проанализируем на основе рис. 4.1, где отображен в полярной системе координат R -процесс трех-



уровневой ГДС, аналогично тому, как на рис. 1.7 был отображен R -процесс для одноуровневой (по иерархии) ГДС. Обычное отображение R -процесса для трехуровневой ГДС было представлено ранее на рис. 3.7.

Проанализируем рис. 4.1 с учетом особенностей процессов системной реализации, рассмотренных в гл. 3. Если в качестве исходной точки отображаемого R -процесса выбрать S_0 (соответствует нижнему порогу R -процесса для систем вида S_1), то получим предельные циклы для S_1 , S_2 и S_3 , а также соответствующие им предельные радиусы r_1 , r_2 , r_3 и зоны устойчивого (стационарного) существования (местонахождения в полярной системе координат) для каждого из уровней сложной иерархической системы. Эти зоны обозначены Δ_1 , Δ_2 и Δ_3 соответственно. Линия R условно

Рис. 4.1. R -процесс трехуровневой ГДС отображает направление процесса развития (распространения ГДС-волны).

Между зонами устойчивости расположены запретные с позиций стабильного существования зоны. Отличия запретных и стационарных зон по сути те же, что и отличия фаз развития (распада) и стационарных фаз, рассмотренных в гл. 1. Для рассматриваемого случая существенным будет тот факт, что в зоне стационарного состояния объект (система) пребывает намного дольше (в идеальном случае — бесконечно, неограниченно долго), чем в зоне запретной, где в идеальном случае объект находится бесконечно мало времени (время стремится к нулю). Причины такого явления излагались и обосновывались в предыдущих главах.

Если указанные временные процессы, идеализируя их, рассмотреть по оси R , то дискретный характер развития (скачкообразность R -процесса: «стояние» в точках, соответствующих стационарным зонам, и скачкообразное, быстрое прохождение зон запретных) является очевидным. В идеальном случае, когда вместо размытой зоны устойчивости

рассматриваем одну предельную (или усредненную) орбиту, а переход запретной зоны считаем мгновенным, получаем дискретизацию, аналогичную по форме рассмотренной для случая с пространством $R^{(1)}$.

Руководствуясь предыдущим случаем (пространство $R^{(1)}$), введем вторую диалектическую компоненту ГДС-пространства — пространство $R^{(2)}$, с помощью которого будем отображать дискретизацию по уровню (количественный аспект). Основные особенности $R^{(2)}$:

1. Параметрическое задание $R^{(2)}$: по вертикальной оси откладываются дискретные значения исследуемой величины (параметра), изменяющейся во времени, время откладывается по горизонтальной оси. В рамках первого приближения к анализу свойств ГДС-пространства время, понимаемое в общепринятом, классическом смысле, можно считать непрерывным (недискретизируемым). Как и ранее, получим совокупность определенного числа пар взаимноортогональных осей.

2. Многофазная форма $R^{(2)}$: первое приближение — многофазное пространство, тождественное классическому, математическому (многомерному) понятию многофазного пространства [26]. Второе приближение — n -мерное, многофазное, дискретизированное по фазовым осям $R^{(2)}$.

3. $R^{(2)}$, так же как и $R^{(1)}$, гиперкомплексно по своей сути и подчиняется закономерностям ГДС.

4. При использовании в качестве одной из «фаз» $R^{(2)}$ времени получим отображение процесса развития по уровню.

5. $R^{(2)}$ можно назвать количественной компонентой полного ГДС-пространства.

Системная совокупность количественной и качественной компонент образуют полное ГДС-пространство R (первое приближение). Символически сказанное запишем так:

$$R^{(1)} \oplus R^{(2)} = R. \quad (4.2)$$

Расширяя набор диалектических компонент, получаем более углубленный анализ и отображение ГДС-пространства.

По отношению к физическому пониманию и трактовке понятия пространства ГДС-пространство занимает следующее положение: вырожденная точка ГДС-пространства (аналог системы с одной иерархией) содержит по сути полный (в общем случае — бесконечный) объем физического пространства произвольной размерности. Средствами одной только физики или любой частной (однокачественной) науки, например математики, отобразить ГДС-пространство нельзя, можно лишь характеризовать какие-либо отдельные его стороны.

Так как R -процесс и его анализ в данном изложении проводились на абстрактном, метатеоретическом уровне, без привязки к определенному базису (качеству, предмету, объекту), то приведенные рассуждения могут быть распространены на все объекты, явления, параметры и т. д., которые могут быть исследованы на основе системного подхода (например, с помощью инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС).

На основании материала данной главы можно заключить.

1. Идеальный случай дискретизации по уровню (квантуемость по уровню) соответствует R -процессу, график которого (в пределах одной иерархии) — это прямоугольный импульс.

2. ГДС-пространство и изложенные процессы дискретизации соответствуют диалектическим закономерностям, обуславливаясь ими и иллюстрируя переход количества в качество, единство прерывного и непрерывного, единичного и общего и т. д.

3. Абсолютизация любой из приведенных компонент, так же как вырывание из контекста и абсолютизация какой-либо из других отдельных черт ГДС-пространства и процессов дискретизации, описанных выше, неминуемо приведет к возникновению очередного «изма», который может быть эффективен и полезен в одном, частном случае, но никогда не сможет выполнять роль методического, общетеоретического рассуждения или быть образцом (аналогом) для применения его в ситуациях, отличающихся от исходной (где был рожден этот «изм»).

4. Практическая реализация процесса дискретизации либо его проверка возможна только на уровне частного исследования, при наполнении конкретным смыслом (опредмечивании) каждого из приведенных выше абстрактных, системных положений и определений.

5. На уровне системных инвариант изложенные процессы позволяют ввести еще одно общее системное свойство (инварианту) — **дискретизируемость** (квантуемость), под которой подразумеваются способность к дискретизации системных свойств, понятий и т. д., а также закономерности, соответствующие процессам дискретизации.

4.3. Аспекты относительности процессов самореализации

В рамках возможностей инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС, можно не только исследовать свойства относительности, которыми обладают те или иные системные понятия и закономерности, но и обосновать саму идею относительности, даже если бы это понятие не было заранее известно.

Действительно, абстрактный характер метатеоретических закономерностей требует при реализации на практике этих закономерностей ответа на вопросы: для чего (кого) мы делаем ту или иную операцию (процесс, действие), с позиций какого элемента выполняется (анализируется, проходит) процесс или явление (учет субъекта деятельности), как и чем мы будем опредмечивать (трактовать, овеществлять) абстрактные символы, понятия и закономерности?

В обобщенном виде эти вопросы объединяются в решение и анализ одной проблемы: выбора базиса, относительно которого реализуется системный подход.

Постановка задачи выбора базиса является системно-методологическим основанием, приводящим к возникновению проблематики относительности во всех ее аспектах, применительно ко всем системным закономерностям, понятиям и явлениям.

Относительны и условны уже и принципы системности (возможны ведь и другие основания), и границы, в пределах которых эффективны

и правомочны методы инвариантного моделирования. Относителен и условен R -процесс (в силу высокого уровня абстракции), который может быть овеществлен и конкретизирован лишь с позиций определенного базиса (как метрического, так и феноменологического). Относительны, наконец, и сами отдельные системные инварианты — как в рамках своей метатеории (взаимозаменяемость и взаимообусловленность системных инвариант и их процессов самореализации, рассмотренных ранее), так и при овеществлении системных инвариант на практике: задача выбора прототипа, эквивалента, аналога, предмета конкретизации настолько сложна и существенна, что вырастает в отдельную проблему — проблему идентификации, от успешного решения которой определяющим образом зависят результаты любого системного исследования.

В силу высокой степени абстракции, при решении задач идентификации, наполнение конкретным содержанием системных объектов (например, инвариант) нуждается в критериях, удостоверяющих истинность выполненных операций и т. д.

Обращаясь к диалектике, можно найти общеметодологическое определение критерия истинности — практики [2, 40]. Так как системный подход в своем конкретном видопроявлении — инвариантном моделировании — стоит иерархически на ступеньку ниже в общей системе познавательной деятельности, чем философия, то в рамках системного подхода практика как критерий истинности нуждается в своей конкретизации по крайней мере на двух уровнях иерархии, относительно которых действительны будут эти критерии: метатеоретическом (общесистемном) уровне (при разработке и анализе системных закономерностей) и на более низком уровне конкретного исследования (науки), в границах которого происходит опредмечивание системных закономерностей. Уже на этих двух уровнях истинность и критериальность условны и относительны в своем самовыражении: то, что для метатеоретического уровня является практикой и служит критерием правомочности системной методологии, на более низком уровне является постулируемым положением, которое самоутверждается, контролируется в процессе овеществления задач и процессов частных наук. Например, аксиоматика конкретной науки проверяется практикой технико-производственной деятельности и, в свою очередь, является пробным камнем (практикой, критерием истинности) для метатеоретических закономерностей, из которых аксиоматика частной науки должна быть получена в виде абстрактно-опредмеченных отображений системных закономерностей.

Возвращаясь к системным инвариантам, особенно в исследованиях на метатеоретическом уровне при анализе и разработке инвариантных моделей, можно видеть высокую степень относительности и условности в выборе объекта конкретизации системной инварианты даже в пределах самой метатеории. Действительно, то, что в одном случае мы выбираем в качестве элементов системы, в другом может рассматриваться нами уже как овеществление, скажем, взаимодействия или даже целой системы, либо какого-нибудь другого системного свойства.

Вопрос относительности существен и при реализации процессов восприятия, особенности которых рассматриваются в параграфе 4.6.

Без учета субъекта деятельности (относительный характер выбора базиса) невозможно однозначно (в рамках конкретного исследования) решить вопрос существования, который в принципе нельзя даже ставить безотносительно, на основе понятий абсолютного — это может привести к бесконечным дискуссиям, в которых никто никогда никого не сможет ни в чем убедить. Действительно, то что существует и воспринимается, скажем, в оптическом диапазоне, с помощью органов зрения, может не существовать и не восприниматься в звуковом диапазоне при восприятии органами слуха. В научно-теоретическом плане такая «неконтактность», невосприимчивость ярко проявляет себя в разговоре двух узких специалистов, работающих в непересекающихся отраслях знаний: их разговор — это беседа слепого с глухим.

Относительный характер системных закономерностей был продемонстрирован при анализе проблемы автореферентности, при реализации структур систем со сложной иерархией, анализе свойств системообразующей среды, раскрытии особенностей соотношения гиперкомплексных неопределенностей, формулировке принципа гомоцентризма и т. д. При этом на системно-методологическом уровне проявляли себя диалектические особенности соотношений абстрактного и конкретного, единичного и целого, частного и общего субъективного и объективного и т. д.

Бесомость свойства относительности и необходимость его учета в рамках закономерностей ГДС продемонстрируем на конкретном примере, рассматриваемом в следующем параграфе, где излагаются следствия, обусловленные относительным характером процессов реализации двух системных инвариант — гиперкомплексности и динамичности.

4.4. Производные ГДС

В общем случае выбор элементов, из которых строится ГДС, является произвольным. Но система с произвольно выбранными элементами еще не является гиперкомплексной динамической системой (не может рассматриваться как ГДС) до тех пор, пока не установлено соответствие этой системы основным закономерностям теории ГДС. Такая проверка относится к идентификационным процессам и не всегда может быть легко выполнена.

Избегать этой проверки-подтверждения или значительно упростить ее можно путем установления ограничений и правил на выбор элементов, что особенно важно при теоретическом построении ГДС или при определении совокупности элементов, соответствующих реальному объекту, рассматриваемому как система.

Одним из таких правил может являться выбор элементов, параметры которых можно представить в виде разложения по ортогональному базису. При этом взаимодействия (Y) между элементами ГДС, в соответствии с ГДС-закономерностями, будут определяться как отношения взаимоортогональных параметров рассматриваемых элементов. Разложение требования ортогональности и рассмотрение Y в виде отноше-

ния ортогональностей дают возможность, как это было показано ранее, ввести операции дифференцирования в методологию ГДС.

Если признать в качестве исходной системы ГДС с такими свойствами, то ее взаимодействие Y будет отображаться производными первого порядка.

В соответствии со сказанным назовем Y в такой ГДС взаимодействием первого порядка. Эту ситуацию проиллюстрируем примером трех-элементной замкнутой ГДС с циклическим, однонаправленным взаимо-

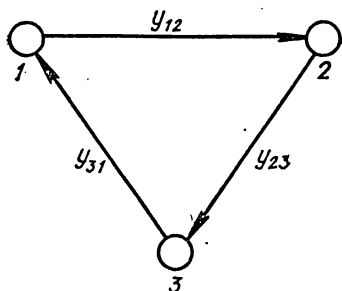


Рис. 4.2. ГДС с взаимодействием первого порядка

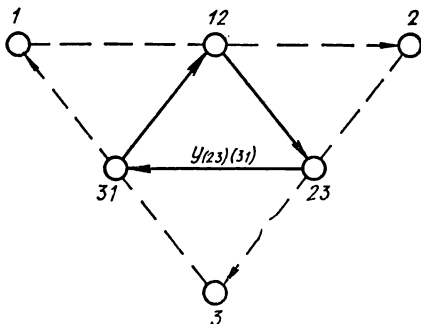


Рис. 4.3. ГДС с взаимодействием второго порядка

действием (рис. 4.2, где элементы обозначены окружностью и цифрой, а взаимодействия — стрелкой и индексированным символом вида Y_{nm}).

Определение 1. ГДС, элементы которой представляют собой взаимодействия, выделенные в исходной ГДС, называется производной ГДС первого порядка.

При этом исходная ГДС — это ГДС нулевого порядка (нуль — символ базиса, начало отсчета), а взаимодействия в ГДС первого порядка будут представлять собой вторые производные (производные второго порядка, если их рассматривать относительно элементов базисной ГДС).

Действительно, в ГДС нулевого порядка взаимодействия — это обычные производные (отношения дифференциалов первого порядка), в то же время если и в производной ГДС рассматривать ее взаимодействия как отношения ее элементов, то получим производную от производной, что тождественно производной второго порядка.

ГДС первого порядка представлена на рис. 4.3 сплошными линиями, а исходная ГДС — штриховыми. Здесь имеем

$$Y_{12} = \frac{dA_1}{dA_2}; Y_{23} = \frac{dA_2}{dA_3}; Y_{31} = \frac{dA_3}{dA_1};$$

$$Y_{(23)(31)} = \frac{dA_{23}}{dA_{31}} = \frac{d(Y_{23})}{d(Y_{31})} = \frac{d\left(\frac{dA_2}{dA_3}\right)}{d\left(\frac{dA_3}{dA_1}\right)} \equiv f'', \quad (4.3)$$

где f'' — условное обозначение второй производной.

Процесс может быть продолжен. Причем это продолжение может быть направлено в обе стороны от базовой ГДС: как в сторону повышения, так и в сторону понижения порядка производной ГДС.

В соответствии со сделанным определением В ГДС порядка n взаимодействие будет отображаться в виде производных порядка $(n + 1)$.

Рассматривая элементы базовой ГДС как взаимодействия в ГДС «минус первого» порядка, можно ввести понятие отрицательного дифференцирования как разновидность ГДС-дифференцирования. При этом индекс дифференцирования будет отображаться отрицательным числом: в простейшем случае — отрицательным целым числом, в общем случае — с помощью M -числа.

Из анализа сути отрицательного дифференцирования, введенного формально, становится очевидным, что оно тождественно операциям интегрирования, рассматриваемого в классической математике.

Рассмотренные особенности в процессах определения элементов и взаимодействий не только приводят к расширению арсенала ГДС-операций, но и позволяют более глубоко раскрыть сущность понятий в теории ГДС. Как видно, само понятие «элемент» в рассматриваемых ГДС, как и понятие «взаимодействие», — условно, относительно и взаимообусловленно, что хорошо согласуется с положениями марксистско-ленинской диалектики об относительности сущего [2, 40].

Условность определения следует из того, что элемент одной ГДС может представлять собой взаимодействие в другой ГДС, если рассматривать его в производной структуре с более низким порядком взаимодействий.

Относительность и ее ранг определяются выбором базовой ГДС.

Взаимообусловленность вытекает из приведенных определений производной ГДС, взаимодействий более высокого порядка и свойств относительности, рассматриваемых в едином контексте.

Используя определения, символику классической математики и приведенные выше рассуждения, а также выражение (4.3), можно составить функционал Φ , представляющий собой ГДС-совокупность (гиперкомплексную сумму) взаимодействий полного ряда производных ГДС всех порядков (в общем случае — бесконечного ряда):

$$\Phi = \sum^n Y^{(n)}, \quad (4.4)$$

где $Y^{(n)}$ — взаимодействия в ГДС порядка n .

Выражение (4.4) можно рассматривать как системный аналог ряда Тейлора [26].

Условность и относительность понятия «элемент», а также ортогональный характер взаимодействий позволяют предложить логическую структуру процесса определения понятий, что важно, например, при использовании ГДС-закономерностей в математической лингвистике и др. Более того, определение сущности элемента ГДС дает возможность интерпретации и самого процесса возникновения понятий и определений (определение определения) во всей их полноте, диалектической взаимосвязи и математической форме записи.

Определение 2. Понятие — это сечение ортогональных взаимодействий.

С учетом принципа гомоцентризма, изложенных выше закономерностей проекция гиперкомплексно определенного элемента (как частной разновидности понятия) в физическое пространство, воспринимаемое человеком, представляет собой целостную совокупность ортогональных свойств (полное определение), что и определяет содержание сущности, выделяемой человеком, в качестве понятия, определения, категории или частного видопроявления материи.

Учитывая инвариантный, метатеоретически-абстрактный характер ГДС-закономерностей и определений, можно распространить предложенные определения на объекты произвольной природы, рассматриваемые с позиций системного подхода. В частности, конкретизация процесса определения понятия, рассмотренная выше, может быть сделана на основе системных инвариант, каждую из которых можно считать как конкретную разновидность абстрактно определенного понятия.

При использовании в реальных, конкретных исследованиях понятия производной ГДС следует учитывать условия их реализуемости (аналогично условиям реализуемости системных инвариант, рассмотренных в предыдущих параграфах).

Производные ГДС являются теоретическим обоснованием, позволяющим выдвинуть гипотезу о существовании новых видопроявлений материи, еще неизвестных человеку, определить их основные свойства, условия существования, а также разработать стратегию проведения эксперимента по обнаружению и исследованию таких новых сущностей.

4.5. Эмергентность и процессы системного развития

К эмергентным характеристикам произвольной ГДС можно отнести диалектическую пару вида «форма и содержание». Эти характеристики связаны соотношением гиперкомплексных неопределенностей, так же как и все другие пары системно-диалектических компонентов ГДС. Форма и содержание — это абстрактные понятия, отображающие особенности ГДС на самом высоком, системно-диалектическом, уровне и характеризующие соотношение между внешним и внутренним для любых системных объектов, понятий, явлений или закономерностей. Опускаясь по понятийной иерархии ниже, можно диалектическую пару форма — содержание заменить другим набором: оболочка и тело ГДС. Такие понятия менее абстрактны, чем философские «форма и содержание», более соответствуют (с позиций восприятия и осмысливания) принципу гомоцентризма, но и они, являясь абстрактными по отношению к частным наукам, должны и могут овеществляться только в условиях конкретного исследования.

В предыдущих главах показывалась возможность и обосновывалась необходимость наличия у ГДС оболочки и тела, что в наиболее явном виде проявлялось в случае представления ГДС-процессов с помощью полярных координат. Здесь же покажем, как можно оценить процессы образования оболочки и тела на основе анализа *R*-процессов

и введенного понятия ГДС-пространства, а в следующем параграфе отметим особенности процессов восприятия, анализируя их на метатеоретическом уровне и помня о том, что именно оболочку и тело произвольного объекта наиболее легко воспринимает и идентифицирует человек при реализации системного подхода на практике.

Рассмотрим R -процесс, представленный графиком на рис. 1.7. Если начало этого процесса (зона на уровне нижнего порога восприятия) принять за точку отсчета (базис), то, учитывая, что процессы образования (нарастания) оболочки и тела идут одновременно со всеми системными процессами, можно охарактеризовать развитие оболочки на основе анализа собственно линии R -процесса (например, интегрирование вдоль линии, анализ ее особенностей — точек перегиба, неравномерностей и т. д.), а тело оценить на основе анализа площади поверхности, образованной линией R -процесса и горизонтальной осью (например, вычисляя определенный интеграл по графику R -процесса исследуемой системы).

Отметим некоторые особенности таких оценок:

1. Непосредственно оболочку и тело, данные в восприятии внешнему наблюдателю, указанным методом определить нельзя. Можно только дать относительную и опосредованную оценку процессов образования (или наличия) оболочки и тела для системы, чей R -процесс анализируется.

2. Так как R -процесс может быть рассмотрен (или задан) для любых системных понятий, инвариант, объектов и т. д. (в силу R -принципа), то даже для одного и того же реального объекта, рассматриваемого как ГДС, может быть определено столько оболочек и тел, сколько различных R -процессов мы можем иметь для этого объекта. Это число увеличивается еще во столько раз, со скольких базисов мы будем анализировать имеющиеся R -процессы. Изложенные процедуры легко формализуются даже на основе средств классической математики, например с помощью методов интегродифференциального исчисления [26].

3. Описанные выше особенности позволяют сделать вывод, что системные трактовки оболочки и тела, рассматриваемые на понятийном и опредмеченном уровнях, относительны, взаимообусловлены и, так же как и другие ГДС-понятия, обладают полным набором собственных ГДС-характеристик: иерархичностью, структурностью и т. д. Например, способ оценки структур оболочки и тела рассматривался в параграфе 3.6.

4. Сравнивая оболочку и тело с их оценкой, проводимой на основе R -процессов, можно сказать, что мы (в процессе таких оценок) оперируем сечением тела и оболочки, что особенно явно видно при представлении R -процессов с помощью полярных координат.

Более полную картину можно получить, используя для анализа оболочки и тела введенное в параграфе 4.2 понятие ГДС-пространства, где характеристику тела и оболочки во всех фазах их развития можно дать путем определения многомерного объема (характеристика тела) и анализа поверхности, ограничивающей этот ГДС-объем. В этом случае мы от сечений приходим к полному, целостному представлению и анализу оболочки и тела исследуемого объекта, явления и т. д.

Связывая описанные процессы с основным законом ГДС, можно видеть, что в своем предельном самовыражении идеальная ГДС — это многомерный гипершар, оболочка которого имеет вид многомерной гиперсферы, а тело характеризуется наполнением и особенностями многомерного объема, образованного гиперсферой.

В стационарном режиме такой гипершар будет неизменным, в фазе развития — расширяться, в фазе распада — уменьшаться.

Обобщая, можно говорить о существовании ГДС как о пульсации с переменной амплитудой (в границах характеристики на основе диалектической пары «оболочка — тело»). В наиболее простом идеализированном случае (одномерный объем и оболочка — вырождение в линию, однокоординатное ГДС-пространство) получим спираль — либо неподвижную (стационарный режим), либо изменяющуюся (фазы развития и распада).

Указанные явления, в силу свойства инвариантности, могут быть распространены на все объекты системного анализа, вне зависимости от их материальной или идеальной качественной разновидности, что позволяет, например, осознанно вводить и исследовать понятия оболочки и тела даже у таких объектов, как способ мышления человека, экономические системы, абстрактные грамматические и логические конструкции и т. д., при рассмотрении этих характеристик как на метатеоретическом и абстрактном, так и на конкретно-предметном уровнях.

4.6. Анализ процессов восприятия

Произвольный процесс восприятия можно рассматривать как конкретное явление и использовать для этого системный подход. При этом получим.

1. Процесс восприятия будет рассматриваться как объект исследования и, в соответствии с R -принципом, будет анализироваться на основе его системной модели.

2. В ходе такого анализа будут преследоваться две цели: первая — исследование собственно процесса восприятия; вторая — иллюстрация применения ГДС-подхода для решения конкретной задачи.

В простейшем случае системную модель процесса восприятия можно представить в виде двухэлементной ГДС, где первый элемент (S_1) — это объект восприятия, а второй элемент (S_2) — это субъект процесса восприятия (наблюдатель, с позиций которого происходит восприятие). Оба элемента, S_1 и S_2 , могут иметь сложную структуру. Процесс восприятия в такой модели отображается взаимодействием Y_{12} — от воспринимаемой системы к наблюдателю. В идеальном случае взаимодействием Y_{21} можно пренебречь и считать, что оно достаточно мало и не оказывает существенного влияния на объект наблюдения. Это условие должно четко соблюдаться в условиях конкретного эксперимента.

Проанализируем эту модель на основе ГДС-закономерностей. Для этого рассмотрим рис. 4.4, где отображен R -процесс для S_1 во всех его фазах (верхний график) и показано взаимодействие Y_{12} как производная от R -процесса (нижний график).

Процессы, отображенные на рис. 4.4, можно представить в символической форме записи. Действительно, по определению взаимодействия

$$Y_{12} = \frac{dS_1}{dS_2} \rightarrow \frac{dR_1}{dS_2} \equiv \frac{dA_1}{dt} = A_2, \quad (4.5)$$

где переход от dS_1 к dR_1 (от системы к ее R -процессу) обусловлен имеющимися исходными данными и выполнен в соответствии с определением ГДС-взаимодействия.

Особенности описанного процесса следующие.

1. Процесс восприятия (в замкнутой системе) идет за счет самораспада наблюдаемой системы. Ее ресурс идет на реализацию Y_{12} .

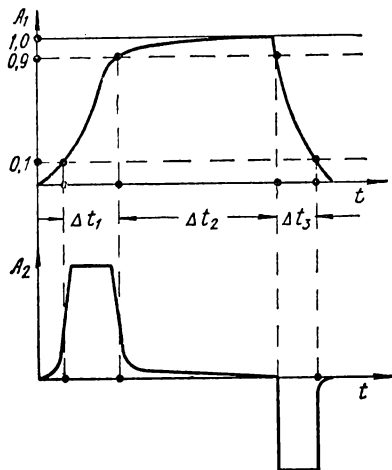


Рис. 4.4. Процесс восприятия

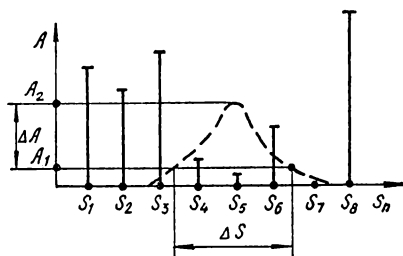


Рис. 4.5. Отображение свойств субъекта в процессе восприятия

Конечно, возможен и такой случай, когда S_2 использует свои ресурсы для осуществления процесса наблюдения. При этом происходит перераспределение системных ресурсов по цепочке $S_2 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2$, что усложняет реализацию процесса на практике. Основное содержание процессов восприятия в обоих случаях одинаково, поэтому остановимся на первом варианте (для простоты понимания).

2. Саморасход S_1 неравномерен на протяжении всех фаз R -процесса: оптимальными (с позиций наблюдателя) будут фазы развития и распада, в то же время в условиях стационарного режима (максимальная замкнутость) S_1 практически ненаблюдаема. Эти особенности достаточно ясны даже на уровне интуиции, поэтому подробно на них останавливаться не будем.

3. На рис. 4.4 не учтены свойства субъекта восприятия (выбора базиса), что существенным образом может изменить конечный (требуемый) результат процесса восприятия. Эта особенность отображена на рис. 4.5.

Раскроем содержание рис. 4.5, где по вертикальной оси откладываем величину модулей (амплитуды) максимальных значений A_2 , взятых из множества R -процессов, построенных для различных системных инвариант $\{S_n\}$, под которыми (в простейшем случае) могут подразумеваться различные свойства наблюдаемого объекта. Каждая из таких амплитуд отображена сплошной вертикальной линией. По горизон-

тальной оси в виде упорядоченной последовательности представлены позиции всех имеющихся у наблюдаемого объекта инвариант (или собственных качеств, которыми он характеризуется). Подобную совокупность можно назвать ГДС-спектром объекта наблюдения. На этом же рисунке штриховой кривой показан ГДС-спектр наблюдателя, иллюстрирующий возможности его восприятия с учетом нижнего (A_1) и верхнего (A_2) порогов восприятия (по уровню), что дает динамический диапазон восприятия (ΔA). Там же показан диапазон восприятия по качеству (ΔS).

Если допустить, что наблюдатель — это человек, а объект наблюдения характеризовать набором $\{S_n\}$, то процессы, изображенные на рис. 4.5, можно отобразить в символической форме записи:

$$\text{Res} = P^{(H)} \{Y_{12}^{(n)}\} = (\Delta A, \Delta S), \quad (4.6)$$

где Res — результат процесса восприятия; $P^{(H)}$ — учет субъекта процесса восприятия (в данном случае — человека); $\{Y_{12}^{(n)}\}$ — совокупность n разновидностей Y_{12} , образованных наблюдаемым объектом, характеризуемым набором системных инвариант (свойств) $\{S_n\}$; $(\Delta A, \Delta S)$ — характеристика воспринятого на основе интервалов по качеству (ΔS) и по уровню (ΔA).

По сути (4.6) свидетельствует о том, что идеальная картина восприятия типа (4.5) может существенно исказиться за счет неоптимального выбора базиса (субъекта восприятия). Как видно из рис. 4.5, субъект может неполно воспринимать наблюдаемый объект за счет того, что, например, какое-либо наблюдаемое свойство по величине будет лежать ниже порога восприятия (S_5 на рис. 4.5) либо будет находиться вообще за пределами интервала по качеству (свойства S_1, S_2, S_8 на рис. 4.5). В то же время (как это бывает) основная информация от наблюдаемого объекта может быть заключена именно в невоспринятых свойствах, что при самых усердных действиях наблюдателя не приведет к получению необходимо полной картины процесса восприятия.

Можно конкретизировать рис. 4.5 частным случаем, вероятность реализации которого на практике близка к единице: допустим, что совокупностью $\{S_n\}$ характеризуется какой-либо системный подход, обладающий достаточно широким метатеоретическим содержанием, и что этот подход отдан для его оценки высококвалифицированному (в узкой области знаний — штриховая кривая рис. 4.5) специалисту, который должен определить дальнейшую научную судьбу этого нового системного подхода.

Что он увидит и поймет из представленного материала, какую даст оценку и каким будет его решение? Получение ответа, в силу его очевидности, оставляем в качестве самостоятельного упражнения.

4.7. Ограничения процессов самореализации

В предыдущих параграфах рассмотрены особенности системного развития и условия, при которых возможно возникновение процессов развития. Можно задать вопросы: процесс развития конечен во времени, пространстве, количестве и качестве или нет? Существуют ли внутренние,

присущие собственно ГДС какие-либо особенности, которые, накладывая ограничения на процессы развития, могут управлять ими (эффект самоуправления)?

Проведенный анализ R -процессов позволил в качестве ответа на указанные вопросы заключить следующее.

1. При отсутствии внешних ограничений процесс развития идет так долго, как это позволяет делать системообразующий ресурс, вернее, его запасы, которыми обладает та или иная развивающаяся система.

2. По мере развития системы многообразие возможных ее разновидностей стремится к нулю: если на начальном этапе образования ГДС существует максимальное число возможных вариантов самореализации, то по мере развития системы число возможных вариантов падает. Это объясняется двумя причинами: первая — по мере расхода S_0 на R -процесс все возможности S_0 уменьшаются, в том числе и количество возможных системных вариантов. При этом, в силу закона сохранения информации (или — что то же — сохранения многообразия, о чем см. следующий параграф), хаотическое многообразие S_0 переходит в упорядоченное и организованное многообразие развивающейся системы. Эта организация и упорядоченность приводят к самоформированию и внутренних системных закономерностей, которые в свою очередь накладывают ограничения на выбор возможных вариантов развития системы. В частности, более ясными эти процессы становятся, если применить к ним основной закон ГДС и проанализировать системные явления неполноты. Примером (и объяснением явления) самоограничения системного развития может служить явление (и понятие), именуемое «судьба»: бывает, что, несмотря на все усилия и большое желание, процесс не хочет подчиняться и все идет безысходно, как будто под чьим-то внешним управлением. Действительно, это может быть суммарным эффектом, возникающим при развитии сложной, с высоким уровнем организации системы (явления, процесса, события, рассматриваемых как система). При этом уровень развития может быть настолько высок, что из множества разновидностей допустимым для данной системы окажется только один вариант — наличие и проявление этого единственного варианта может (по неведению) трактоваться как «судьба», «рок», «провидение» и т. д.

Вторая причина — это ситуация, когда начальный ресурс бесконечен (или достаточно велик, чтобы говорить о его бесконечных запасах в границах времени наблюдения). При этом возникает вопрос: будет ли до бесконечности продолжаться процесс самореализации, например, станет ли тело системы бесконечно большим? В такой ситуации также будут происходить явления, создающие эффект самоуправления, и связаны эти явления будут практически со всеми основными системными инвариантами. Для примера рассмотрим явления самоограничения, связанные с иерархичностью. Иерархический R -процесс приводит к возникновению оболочек, а это в свою очередь приводит к тому, что система будет делиться на замкнутые друг в друге подсистемы разных иерархических уровней (если рассматривать развитие в его количественном аспекте). Множество оболочек все более будет изолировать внут-

рение системы от системообразующего ресурса (общего), в силу чего единственно возможными процессами для внутренних систем и элементов останутся процессы самораспада (стационарность и развитие нечем будет поддерживать). Подобный самораспад можно либо назвать «внутренним самоделением» системы, достигшей определенного уровня сложности («зрелости»), либо рассматривать как «саморазъедание» системы изнутри. Если такой процесс представить графически и рассматривать его во времени так, чтобы скорость развития этой системы ощущалась (воспринималась) человеком (явление гомоцентризма), то указанный процесс хорошо иллюстрировать с помощью расширяющегося кольца (от начальной точки до максимального диаметра). Кольцо — это наиболее простой случай: для многомерной ГДС, в анизотропном пространстве (области развития) этот эффект будет более точно отображаться раздувающейся оболочкой определенной толщины, которая будет определяться соотношением скоростей внутреннего самораспада и общесистемного развития. При равенстве этих скоростей (радиальных) толщина оболочки будет постоянна; но если скорость самораспада на каком-то отрезке времени начнет превышать скорость развития, то этим определится время жизни ГДС: как только фронт распада совместится с фронтом развития (анализ ГДС-волны), система распадется и перейдет в состояние системообразующей среды, в которой (при определенных условиях) вновь может начаться процесс системного образования. Если скорость самораспада будет меньше скорости саморазвития, то толщина оболочки будет расти: оболочка будет перерастать в системное тело.

3. Учитывая предыдущий пункт, а также понятие производных систем и свойства относительности, можно процесс развития рассматривать как распространение ГДС-волны для всех объектов исследования, вне зависимости от их качественной разновидности (инвариантность по качеству). При этом один и тот же процесс, в зависимости от выбора базиса, может рассматриваться одновременно и как волновой, и как дискретный, может наблюдаться и не наблюдаться, может иметь разные скорости распространения и т. д. Сказанное следует не только из качественного анализа ГДС-закономерностей, но может быть получено и аналитически, путем исследования решений основного уравнения для производных ГДС высокого порядка.

4. Основным условием, самоограничивающим процесс возникновения производных ГДС, является то, что для реализации каждой из последующих ГДС в предыдущей ГДС (более низкого порядка) должны происходить изменения взаимодействий: если этих процессов нет (стационарность по взаимодействию), то следующей производной ГДС не будет. При этом «откачка» системообразующего ресурса от нулевой ГДС должна быть такова, чтобы она не привела к разрушению (истощению) нулевой (базовой) ГДС. Выполнение указанных требований можно проиллюстрировать примером полевых (более тонких и менее массовых и энергоемких сущностей) эффектов (ГДС высшего порядка), возникающих при изменениях в ГДС, реализованных из физического вещества (исходные ГДС, расход вещества в которых минимален при образовании полей).

5. Явление возникновения производных ГДС в процессах самореализации (при условиях, описанных выше) можно назвать явлением ГДС-самореализации и, в силу абстрактного и инвариантного характера ГДС-закономерностей, распространить это явление на все объекты, рассматриваемые с позиций системного подхода (в пределах правомочности инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС).

Указанные аспекты процессов самореализации не являются единственными, а отображают лишь минимальный набор особенностей, необходимых для охвата всей проблематики, соответствующей данному уровню приближения к излагаемым закономерностям ГДС.

Не менее важны и особенности следующего уровня: целевые характеристики, особенности деятельностных аспектов, информационные и управленческие понятия и закономерности, которые составляют отдельный, сложный круг вопросов, обычно относимый в классической науке к кибернетическо-информационным направлениям в научных исследованиях. Указанная проблематика заслуживает отдельного изложения

Здесь будет лишь продемонстрирована возможность реализации ГДС-анализа указанной проблематики на основе введения связующего звена между данным изложением и последующими работами по теории ГДС и инвариантному моделированию. В качестве такого связующего звена предлагается в следующем параграфе рассмотреть ГДС-подход к определению информации и закона ее сохранения.

4.8. Информация и развитие

Понятие информации в современной научной методологии приобрело статус категории и является тем фундаментом, на котором базируется целый ряд актуальных научных направлений: кибернетика, информатика, теория связи и т. д.

Существует множество широко известных подходов как к определению самого понятия информации, так и к методам ее анализа, а именно: информация как мера неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени; прагматические концепции определения информации; алгоритмический подход; статистический анализ информации; логико-семантический подход и др.

Основные недостатки и ограничения имеющихся подходов к определению и анализу информации следующие:

1. Отсутствие однозначно определенного толкования содержательного аспекта понятия «информация».

2. Ошибка определения (типа логической ошибки — «подмена тезиса»), когда определение одного понятия дается через другое, суть которого также не определена.

3. Ограниченность понятийно-информационных «измов» — выхватывание, абсолютизация и анализ какого-либо одного аспекта из всей совокупности информационных свойств.

4. Отсутствие комплексного, системно-определенного и однозначно трактуемого способа оценки информационных свойств сложных систем.

Указанные недостатки устраняются в методологии инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС, где в качестве одной из системных инвариант вводится системное свойство — информационность, под которой подразумевается полная совокупность информационных определений, понятий и закономерностей системы. В рамках этой инвариант вводится и ГДС-понятие информации, впервые изложенное в [17]: информация — это мера гиперкомплексного разнообразия. Там же показаны методы ее формализованного описания. Приведенное определение, в виде частных случаев, содержит в себе (по сути) большинство существующих подходов к определению информации, объединяя их в единое системно-увязанное целое.

Системные особенности, проявляющиеся у свойства «информационность», позволили (на основе соотношения гиперкомплексных неопределенностей, R -принципа и принципа гомоцентризма) сформулировать закон сохранения информации (как частный случай законов сохранения) для замкнутых ГДС.

В своей наиболее простой форме закон сохранения информации для стационарной, замкнутой ГДС имеет вид

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \{I_m\}^{(n)} = 0, \quad n = 1 \dots N; \quad m = 1 \dots M, \quad (4.7)$$

где n — индекс, определяющий качественную разновидность ГДС; m — индекс системной инварианты в пределах определенного качества; I_m — информационная оценка m -й системной инварианты.

Для фазы развития и фазы распада знак равенства в (4.7) заменится знаком «больше» и «меньше» соответственно. Нуль справа в (4.7), учитывая закономерности ГДС-подхода, можно рассматривать как относительную константу.

Понятие ГДС-информации, выбор способа ее формализованного описания и закон сохранения информации удобно иллюстрировать с помощью понятия ГДС-спектра (рис. 4.6, а) и оценки на его основе ГДС-разнообразия относительно выбранного базиса (рис. 4.6, б), в качестве которого взят уровень третьей инварианты.

В соответствии с (4.7) на рис. 4.6 изображена разомкнутая, развивающаяся ГДС: суммарная (результатирующая) оценка информации — положительная (больше нуля), что соответствует фазе развития.

Рассмотренный пример соответствует дискретному способу представления ГДС. Однако, как показано в предыдущих главах, существует и полевой подход к описанию ГДС, при котором отображения

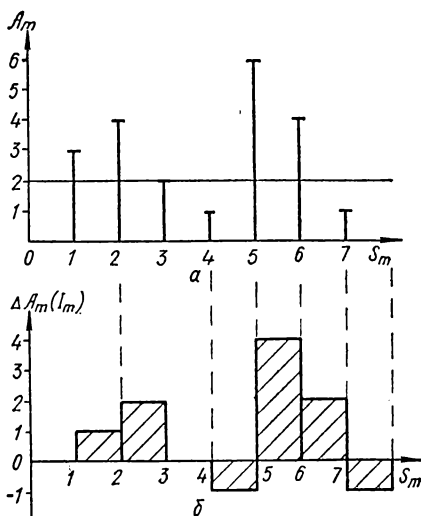


Рис. 4.6. Гиперкомплексный спектр (а) и оценка информации (б)

компонентов системы (так же как и факт существования самой ГДС) утверждаются наличием ГДС-волны в полеобразной системообразующей среде. Отсюда следует (в силу свойства инвариантности ГДС-закономерностей) возможность полевого отображения свойства информативности, системную совокупность которого можно рассматривать как отдельное научное направление — теорию информационного поля.

При использовании ГДС-подхода к определению информации не следует путать информацию (как свойство) с ее опредмеченным (материальным или идеальным) носителем, так же как, например, не следует путать понятие «рост человека» с самим человеком или длину дороги (как меру) с самой дорогой (как реальным объектом). Такая путаница либо абсолютизация введенного определения (в ущерб другим диалектически дополняющим компонентам) неизбежно приведет к возникновению идеалистических «измов», которые восторженный исследователь склонен будет рассматривать как всеобъемлющее, панацейное средство, пригодное на все случаи жизни.

Всегда следует помнить, что информационность органически и взаимно обусловленно связана с полным набором системных инвариант, в рамках которых определяется ГДС и где (только в этих рамках) анализ информативности является корректным и системно обоснованным.

В заключение гл. 4 можно сделать выводы.

1. Дано обоснование, раскрыто содержание и указаны диалектические компоненты процесса дискретизации: дискретизация по качеству и дискретизация по уровню.

2. Введены понятия и указаны особенности двух видов пространств, соответствующих двум направлениям процесса дискретизации.

3. На основе совокупного рассмотрения частных реализаций введено понятие ГДС-пространства, приведены его основные характеристики и показана взаимосвязь с классической трактовкой понятия пространства.

4. Определена системная инварианта — дискретизируемость (квантуемость).

5. Выделены особенности в излагаемом материале, обуславливающие необходимость и показывающие возможность учета свойства относительности в процессах реализации системного подхода.

6. Дано определение и раскрыто содержание понятий: производные ГДС, взаимодействия высших порядков.

7. Дан системный эквивалент ряда Тейлора.

8. Раскрыто содержание процесса определения понятия на общесистемном, абстрактном уровне.

9. Показана возможность оценки и анализа оболочки и тела системы на основе R -процессов и введенного понятия ГДС-пространства.

10. Рассмотрены особенности процесса восприятия на основе его исследования с помощью закономерностей ГДС.

11. Отмечены явления, приводящие к самоограничению процессов системного развития. Введено понятие ГДС-самоиндукции (как явления возникновения производных ГДС в процессах самореализации).

12. Введено ГДС-понятие информации и сформулирован закон сохранения информации для замкнутых ГДС.

Для самоконтроля процесса усвоения предложенного материала предлагается ответить на следующие вопросы.

1. Возможен ли процесс дискретизации в пределах современной математики, если математику рассматривать как объект системного исследования?

2. Можно ли большее ГДС-пространство вложить в меньшее, как при этом трактовать слова «большее» и «меньшее» и чем их овеществить?

3. Философская категория «движение» и понятие ГДС-пространства — какова связь между ними?

4. Можно ли говорить о квантуемости электрона?

5. Можно ли дать ГДС-обоснование двойственной (волновой и дискретной) природе света?

6. Возможны ли процессы квантуемости в экономических явлениях?

7. Относительны ли понятия: система, информация, время?

8. Может ли быть волной производная ГДС пятого порядка по отношению к производной ГДС второго порядка?

9. В каких условиях свет можно рассматривать как твердое тело?

10. Как видоизменяется процесс определения понятий при переходе от дискретной к полевой форме ГДС?

11. Всегда ли оболочка определяет воспринимаемую форму тела?

12. Допустимы ли явления телепатии с позиций теории ГДС?

13. Определите количество информации в словах «мир», «сто», «два» с позиций ГДС-подхода и на основе классического подхода, используемого в теории связи. В чем тут различие?

14. Может ли у системы быть тело и отсутствовать оболочка?

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО РАЗВИТИЯ

5.1. Принцип гиперкомплексной минимизации

В силу относительного и закономерно условного (оговариваемого исходными данными) характера ГДС-закономерностей в теории ГДС, если ее рассматривать методологически строго, отсутствует понятие абсолютного нуля (трактуемого как в философском, так и в математическом смыслах). В этом плане инвариантное моделирование и теорию ГДС можно считать, в силу их диалектических закономерностей, базирующимися на «философии единицы» (материалистический подход), в отличие от различных идеалистических подходов, которые можно рассматривать (по аналогии) как базирующиеся на «философии нуля». В частности, даже математические теории чисел, берущие свое начало от Пифагора и его школы, учитывая идеализм пифагорейцев, проявлявшийся в идеализации понятия числа, можно считать также базирующимися на «философии нуля», если проанализировать эти теории глубоко, с позиций их системно-диалектических особенностей. Это свойство является одним из инструментально-методологических ограничений, не позволяющих математике отображать системные особенности во всей их диалектической полноте.

С учетом сказанного к присутствию нуля в ГДС-закономерностях следует всегда относиться с оговоркой, помня его условность и относительность. Такое понимание нуля накладывает свои ограничения и на знак равенства, используемый при формализованном представлении ГДС-закономерностей.

В первом приближении к сути ГДС-закономерностей наличие нуля можно трактовать так: ноль — это существование ГДС-единицы (например, в виде М-числа), величина которой (например, по модулю) меньше нижнего порога различия в этой системе, для описания которой использовано понятие нуля.

В такой же ситуации вместо знака равенства более точным и системно обоснованным символом будет стрелка, обозначающая «стремится к...».

С учетом сказанного, например, уравнение замкнутой ГДС, взятое из (2.4), примет вид

$$Y_{\phi} \rightarrow 0. \quad (5.1)$$

Замена знака равенства стрелкой, конечно, менее удобна при математической (традиционной) обработке ГДС-закономерностей, но лучше

соответствует их сути, в частности в (5.1) подчеркивает наличие (для любой ГДС) свойства неполноты.

В (5.1) неявно полагается, что рассмотрение уравнения происходит в пределах одного уровня иерархии (при этом само уравнение может описывать многоуровневую ГДС!) — так обычно поступают во всех частных (классических, несистемных) научных направлениях.

При рассмотрении в пределах одного иерархического уровня влиянием базиса можно пренебречь и условно принять его равным нулю. Это следует понимать так, что в (5.1) в правой части

$$\varphi_0 = 0, \quad (5.2)$$

где φ_0 — векторный потенциал, учитывающий выбор базиса при одноуровневом анализе (5.1).

С учетом (5.2) можно переписать (5.1):

$$Y\varphi \rightarrow 0 + \varphi_0. \quad (5.3)$$

В (5.3) учет базиса обозначен буквой φ не случайно: несмотря на то что правая часть основного уравнения ГДС обычно отражает внешнее воздействие (обозначается буквой I), все же при учете базиса внешнее (базисное) воздействие имеет потенциальный характер, что и подчеркивается выбором соответствующего символа.

При анализе того же уравнения с позиций другого (или других) уровня иерархии необходимо будет учитывать одновременно два (или множество других) базиса, соответствующих этим уровням. При этом базисы будут взаимозависимы (система базисов). Обобщая, вместо (5.3) получаем

$$Y\varphi \rightarrow 0 + \varphi_0^0 + \dots + \varphi_0^n, \quad (5.4)$$

где φ_0^n — учет базиса n -го уровня иерархии. При иерархическом анализе предшествующие по иерархии базисы нельзя принимать равными нулю.

Абстрактно полученное (5.4) конкретизируется на практике на основе восприятия этой закономерности субъектом восприятия в условиях конкретного исследования. В частности, при восприятии реальной, объективно существующей закономерности (5.4) человеком этот закон деформируется в соответствии с закономерностями канала восприятия, имеющегося у человека, и вместо (5.4) получится

$$P_n^{(H)}(Y\varphi \rightarrow 0 + \{\varphi_0^n\}). \quad (5.5)$$

В (5.5) вместо $P_n^{(H)}$, учитывающего свойства человека (согласно принципу гомоцентризма), в общем случае может стоять другой оператор, учитывающий свойства субъекта в процессе восприятия.

Насколько важны проведенные уточнения? Рассмотрим конкретный пример. Пусть требуется ответить на вопрос: при множестве путей реализации R -процесса для определенной системной инварианты какая из возможностей будет реализована?

В соответствии с основным законом ГДС всякая система стремится к реализации максимальной замкнутости, или, что то же, к минимальному взаимодействию с внешней средой. Взаимодействие системы с внешней средой определяется по двум направлениям: от системы —

к среде (за счет гиперпотенциала Φ системы) и от среды — к системе (за счет внешнего воздействия I).

Обобщая, можно отобразить сказанное путем введения понятия гиперкомплексного действия D , которое, рассматривая его в единицу времени, можно записать как $D^{(1)}$:

$$D^{(1)} = \Phi^* I; \Delta t = 1, \quad (5.6)$$

где Φ^* — транспонированная матрица гиперпотенциалов; Δt — единичный отрезок времени.

Однако согласно (2.10)

$$I = Y\Phi. \quad (5.7)$$

Подставляя (5.7) в (5.6), получаем

$$D^{(1)} = \Phi^* Y \Phi. \quad (5.8)$$

Так как Y и Φ зависимы от времени, то за произвольный промежуток времени, рассматривая интегральную сумму от (5.8) при стремлении Δt к нулю, имеем

$$D = \int_{t_1}^{t_2} \Phi^* Y \Phi dt. \quad (5.9)$$

Величина D в (5.9) называется в рамках данного изложения, ГДС-действием, или, для простоты, действием.

Так как максимальная замкнутость ГДС может быть только тогда, когда взаимодействие ГДС с внешней средой (по обоим указанным выше направлениям) минимально (в идеале — равно нулю), а степень этой минимальности можно оценить минимальностью (5.6), то, переходя от него к минимизации (5.9), получаем

$$D = 0. \quad (5.10)$$

Равенство нулю в (5.10) — это грубое приближение, учитывающее основной закон в первоначальной форме, представленной в (2.4). С учетом (5.1) и понятия ГДС-порогов, а также на основе проведенного в данном параграфе анализа вместо (5.10), записав его в полной форме согласно (5.9), найдем

$$\int_{t_1}^{t_2} \Phi^* Y \Phi dt = D_{\min} \rightarrow 0. \quad (5.11)$$

Выражение (5.11) — это символическая запись *принципа гиперкомплексной минимизации* (ГДС-минимизации), который гласит: развитие системы идет по пути наименьшего действия.

5.2. Принцип дополнительности

Рассмотрим межсистемные взаимодействия разомкнутых ГДС и определим, при каких обобщенных характеристиках этих ГДС взаимодействие между ними будет в максимальной степени соответствовать принципу гиперкомплексной минимизации.

Если для каждой из разомкнутых ГДС построить гиперкомплексный спектр из системных инвариант, образующих эти системы, то, проводя

самонормировку этих спектров, можно провести сравнительный анализ спектров с позиций поставленной задачи. Результаты такого анализа показали:

1. В качестве обобщенных характеристик сравниваемых ГДС удобно выбрать пронормированные спектры.

2. Общесистемной оценкой сравнительного анализа может быть свойство неполноты, величиной которого можно (в первом приближении) определять степень соответствия продукта взаимодействия принципу гиперкомплексной минимизации.

3. Анализируемые процессы должны сравниваться в полном объеме, после достижения своего максимально возможного (для данного взаимодействия) результата. Таким максимальным (конечным) результатом можно (согласно основному закону ГДС) считать получение замкнутой ГДС, обладающей спектром с нулевым разнообразием (количественная оценка), что соответствует равенству единице всех спектральных составляющих и равенству единице полноты замкнутости результирующей ГДС (оценка полноты — в относительных единицах).

4. При заданном спектре C_1 для системы S_1 с оценкой полноты замкнутости δ_1 оптимальной (с позиций получения замкнутой ГДС S_0) будет такая S_2 , для которой

$$\begin{aligned} S_1 \oplus S_2 &= S_0; \\ C_1 \oplus C_2 &= C_0 \equiv \{1_n\}; \\ \delta_1 \oplus \delta_2 &= \delta_0 = 1, \end{aligned} \quad (5.12)$$

где $\{1_n\}$ — множество из n спектральных составляющих, каждая из которых равна единице.

При этом спектр C_2 называется дополнительным к спектру C_1 , так же как и система S_2 является дополнительной к S_1 . В спектре C_2 избыток какой-либо составляющей соответствует эквивалентной по модулю нехватке аналогичной компоненты в C_1 .

Является очевидным, что затраты, необходимые для получения замкнутой ГДС из взаимодополняющих, меньше, чем при взаимодействии между ГДС с произвольными спектрами.

При этом, чем более сложны взаимодействующие ГДС (по степени разнообразия и уровню развития), тем преимущества взаимодействия между взаимодополняющими ГДС все более ощутимы по сравнению с произвольными ГДС.

Для предельного случая, в условиях конкретной системообразующей среды, в которой происходит процесс самореализации ГДС (без внешнего воздействия), условия взаимодополнения могут стать единственно возможным способом саморазвития сложной системы.

Соотношения, записанные в (5.2), представляют собой условия реализации *принципа дополнительнойности*: для сложных, разомкнутых ГДС оптимальным в условиях самореализации будет взаимодействие между взаимодополняющими друг друга системами.

Основной особенностью развития системы по принципу дополнительнойности является то, что гиперкомплексное действие в этом процессе минимально и для его реализации не требуется внешнего воздействия.

Процесс происходит в пределах одной иерархии (по горизонтали), что удобно отражать с помощью оси качества в ГДС-пространстве. Такое развитие можно условно назвать «увеличение длины ГДС».

Принцип дополнительности обосновывается основным законом ГДС, принципом гиперкомплексной минимизации, закономерностями процесса самореализации и может быть хорошо описан аналитически — дискретным (матричным) и полевым (волновым) методами.

Одним из необходимых условий для такого взаимодействия является наличие как минимум двух взаимопротивоположных по ГДС-характеристикам систем.

Конкретные примеры процессов системного развития в соответствии с принципом дополнительности: интерференция двух волн с взаимным антибалансом фаз и амплитуд; двуполые процессы размножения; компенсаторные явления; межотраслевая кооперация; реактивное движение и т. д.

В силу абстрактного характера проведенных рассуждений сформулированный принцип можно распространить на все R -процессы, вне зависимости от их качественного содержания. В частности, получим.

1. Гиперкомплексность реализуется так, чтобы число элементов в системе было минимально возможным (по условиям исходной системообразующей среды). В идеальном случае минимальное число элементов равно двум, что выделяет бинарные отношения в особый класс и хорошо согласуется с диалектическим законом единства и борьбы противоположностей (двоичный характер любой сущности!).

2. Динамичность реализуется так, чтобы расстояние между взаимодействующими элементами было минимальным, это возможно именно при ортогональном взаимодействии, рассмотренном в предыдущих главах.

3. Минимизация структуры очевидна уже в силу минимизации гиперкомплексности и динамичности. Именно поэтому доминируют в R -процессах сферойды и эллипсоиды (скажем, вместо неправильных форм ГДС), а длинные, одномерные структуры замыкаются в многомерные восьмерки или в крайнем случае образуют спиралевидные конструкции и т. д.

В качестве ответа на поставленный выше вопрос можно, учитывая (5.11), сказать: реализуется тот R -процесс, в котором действие минимально, или иначе — в котором минимизируется рассматриваемая инварианта.

Выражение (5.11) получено в первом приближении, в основном путем анализа в пределах логики (5.1). С учетом особенностей (4.5), обобщая их, можно расширить трактовку и символическое отображение (5.11), что оставляем для самостоятельной работы читающего.

5.3. Принцип соответствия

В процессах межсистемного взаимодействия могут быть задействованы системы, чьи спектры идентичны. В силу параллельности собственных векторов у таких систем в ГДС-пространстве взаимодействия между ними будут маловероятны и не смогут приводить к изменению скорости

процесса системного развития, так же как и не приведут к изменению полноты взаимодействующих систем. Аналогично (5.12) для такого случая запишем

$$\begin{aligned} S_2 &= kS_1; \\ C_1 - C_2 &= 0; \\ \delta_1 - \delta_2 &= 0, \end{aligned} \quad (5.13)$$

где k — коэффициент ГДС-пропорциональности.

Условия (5.13) являются формализованной записью принципа соответствия: развитие эквивалентных по ГДС-спектру систем происходит ортогонально процессам дополнителности и возможно только при внешнем воздействии (дополнительные, внесистемные затраты).

Такое взаимодействие также происходит в пределах одной и той же иерархии, является наиболее простым, его проекция на ось качеств — это ГДС-точка. Условно этот тип развития можно назвать «увеличение (рост) ГДС в ширину».

Примеры: развитие кристалла; рост тела у взрослого человека; увеличение числа работников, занятых одним и тем же делом; процесс надувания детского шарика; увеличение числа элементов в пределах одного и того же множества и т. д.

Явления, удовлетворяющие принципу соответствия, легко наблюдаемы и реализуемы в физическом пространстве.

5.4. Нуль-транспортировка

Пусть исходная ГДС S_1 переходит в состояние системообразующей среды S_0 и выходит из S_0 в новом качестве — в виде S_2 , явно не связанной с S_1 в виде однозначного функционального соотношения. Так как в этом процессе есть момент перехода через ГДС-нуль, этот способ развития назван «нуль-транспортировка».

Формализованная запись условий реализации нуль-транспортировки:

$$\begin{aligned} S_2 &= f(S_0, I) \neq f(S_1); \\ \delta_1 &= k_1; \\ \delta_2 &= k_2. \end{aligned} \quad (5.14)$$

Основная особенность этих процессов: при их реализации доминируют процессы управления, не требующие значительных расходов системообразующего ресурса, как это, например, необходимо при реализации взаимодействий эквивалентных систем (по принципу соответствия).

Явления подобного типа можно рассматривать как мутационные преобразования ГДС.

Примеры: процессы преобразований в теоретической радиотехнике на основе схемного элемента, называемого мутатором; полная переориентация производственной деятельности фирмы, например с производства автомобилей на прокладку дорог; социальные революции; смена вида растительности в пределах одной и той же растительной зоны и т. д.

Этот процесс развития наименее изучен, требует высокого уровня организации R -процесса и является наиболее перспективным с позиций минимизации затрат и достижения гармонического сосуществования при различных состояниях среды, окружающей развивающуюся систему.

5.5. Системная совокупность принципов развития

В дополнение к развитию (росту) в длину и в ширину можно указать еще и рост по вертикали, под которым будем понимать изложенный в предыдущих главах процесс иерархического развития, который символически можно записать так:

$$\begin{aligned} S_n &= f(S_0^{(n-1)}, I); \\ n &= 1, 2, \dots, M; \\ \delta_n &> \delta_{n-1} > \dots > \delta_1; \\ \lim_{n \rightarrow M} \delta_n &= 1; \end{aligned} \tag{5.15}$$

где $S_0^{(n-1)}$ — системообразующая среда для S_n , образованная из систем нижнего (на единицу меньшего) иерархического уровня; M — число уровней иерархии; δ_n — оценка замкнутости для S_n ; S_n — система n -го иерархического уровня.

Совокупность условий (5.15) отображает такой вид развития, с которым (рассуждая по аналогии) сопоставим принцип иерархического развития. Суть иерархического развития излагалась в предыдущих главах.

Развитие по вертикали назовем «рост в высоту». Рассматриваемые в совокупности процессы изменений в высоту, длину и ширину являются взаимоортогональными и могут хорошо иллюстрироваться с помощью трехмерной ортогональной системы координат. Нуль-транспортировка ортогональна всей совокупности указанных процессов (ортогональность по качеству) и в явном виде не может быть отображена подобной системой координат. Геометрическим образом нуль-транспортировки может быть перекачивание объема из одного многомерного конуса в другой. Причем оба конуса отображаются различными системами координат, а вершины конусов и начала координатных систем совпадают.

Любые изменения, происходящие в процессах развития, обусловленных межсистемными взаимодействиями, могут быть реализованы каким-либо одним из перечисленных способов либо комбинацией нескольких из них.

В зависимости от того, какая разновидность процесса преобладает в той или иной системе, можно сравнивать друг с другом уровни развития различных систем.

Системы низшего уровня развития, которым (в философском смысле) соответствуют низшие формы движения, обладают лишь процессами, происходящими по принципу соответствия. Более сложные системы

(с большим внутренним разнообразием) удовлетворяют как принципу соответствия, так и принципу дополнительности. Иерархический рост соответствует еще более высоко организованным и сложным системам, в которых начинают доминировать процессы управления. Максимальный уровень развития — когда большинство процессов идет за минимальное время (стремящееся к нулю в пределах исходной системы) в соответствии с условиями нуль-транспортировки.

Указанные критерии могут быть использованы и для оценки уровня развития государств, цивилизаций и различных форм разумной жизни. Человечество подошло сейчас к такому этапу в своем развитии, когда на повестку дня в фундаментальной научной проблематике непосредственно выходит постановка задачи реализации управляемых процессов нуль-транспортировки для различных видопроявлений живой и неживой природы.

5.6. Наследственность и развитие

Анализ R -процессов, проведенный в предыдущих главах, иллюстрировался идеальными процессами развития, графики которых отображались плавными кривыми. В более сложном случае, который практически всегда встречается в реальных задачах, процессы развития далеко не идеальны: в силу различных причин (например, сбой по линии обеспечения системообразующего ресурса, случайное воздействие на развивающуюся систему, целенаправленное вмешательство в процесс развития и т. д.) процесс развития может отличаться от идеального.

Локализованный участок R -процесса, отличающийся от идеального, назовем неравномерностью (дефектом) системного развития, а сам такой процесс назовем R -процессом с дефектом.

Описанная ситуация представлена на рис. 5.1, где изображена двухуровневая (по иерархии) ГДС с устойчиво повторяющимся дефектом развития, временная зона которого — Δt_1 , а амплитудная — ΔA_1 (для нижнего уровня иерархии). Амплитудами A_1 и A_2 обозначены уровни стационарности, а временами t_1 и t_2 — моменты иерархических переходов. Для простоты на рис. 5.1 не указаны пороги для каждого уровня иерархии и не детализированы моменты иерархических переходов (эти особенности рассматривались в предыдущих главах).

Двухуровневая ГДС, которая изображена на рис. 5.1, представлена на рис. 5.2 в виде, удобном для анализа процесса образования иерархических оболочек, на которых отображены дефекты развития. При этом показаны (толстыми стрелками) два внешних воздействия на внешнюю оболочку второго иерархического уровня: воздействие I_1 (по линии развития дефекта), последствия которого (в связи с дефектом) показаны штрихпунктирной линией под стрелкой I_1 , и воздействие I_2 , приложенное в бездефектной зоне внешней оболочки.

Особенности R -процессов с дефектами:

1. Исследования механизма межсистемных взаимодействий с позиций живучести, прочности и устойчивости системных тел и оболочек показали, что при неизменных условиях в системообразующей среде

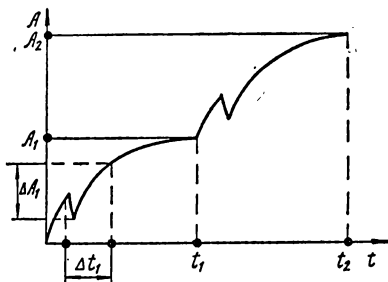


Рис. 5.1. Двухуровневая ГДС с дефектом развития

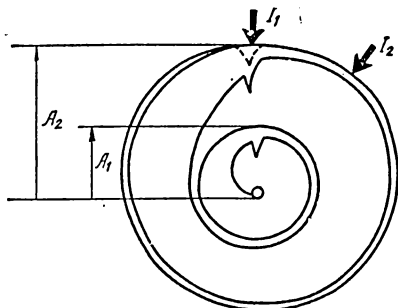


Рис. 5.2. Оболочки и дефекты развития

дефекты систем низших иерархических уровней способны передаваться на внешний уровень иерархии, причем вероятность передачи дефекта (при прочих равных условиях) растет вместе с ростом сложности системы.

2. Одним из способов устранения дефекта может быть организация перекрестного взаимодействия, когда сложные взаимодействующие системы имеют разные либо противоположные дефекты (явление компенсации).

3. ГДС-набор неоднородностей (дефектов) R -процесса практически неповторим и индивидуален для каждой ГДС. Степень индивидуальности растет пропорционально сложности системы, которую можно оценить, например, путем определения степени разнообразия (информационной сложности) для исследуемой ГДС.

4. Устойчиво передаваемый дефект в конечном итоге приведет к саморазрушению (деградации, распаду) ГДС.

5. Управление ходом R -процессов (с позиций влияния на рост неоднородностей) позволяет путем сочетаний различных дефектов для различных системных инвариант создавать системы, которые будут обладать заранее заданными («прирожденными») свойствами и особенностями.

6. Анализ R -процессов с дефектами позволяет ввести для ГДС свойство наследственности, проявление которого наиболее ощутимо после достижения системой в процессе своего развития определенного уровня собственной сложности.

5.7. Границы реализуемости и системные закономерности

Как показано в предыдущих главах, для любой ГДС можно всегда выбрать такие граничные условия, когда эта ГДС будет подчиняться соотношению гиперкомплексных неопределенностей. Причем это утверждение верно даже для развивающейся ГДС, которую можно перевести (не трогая ее собственно) из статуса разомкнутой, развивающейся системы в режим внутрисистемных преобразований (за счет расширения исходных граничных условий). В связи с этим возникает вопрос о предельных границах процесса самореализации ГДС. Для

ответа на этот вопрос рассмотрим простейший пример: ГДС с двумя компонентами, которые связаны между собой в соответствии с соотношением гиперкомплексных неопределенностей

$$\Delta_1 \Delta_2 = 1 = \text{const} = A, \quad (5.16)$$

где $\Delta_1 = f_1(t)$; $\Delta_2 = f_2(t)$; A — системная инварианта.

Пусть Δ_1 и Δ_2 изменяются во времени в соответствии с внутрисистемными законами. Процесс этих изменений отображен на рис. 5.3, где по взаимоортogonalным осям отложены Δ_1 и Δ_2 , изменения которых можно отобразить двумя способами: вектором, конец которого движется по гиперболе R (граница реализуемости):

$$R \equiv \left(f_1 = \frac{A}{f_2} \rightarrow \Delta_1 = \frac{1}{\Delta_2} \right), \quad (5.17)$$

и набором равновеликих (все площади равны) прямоугольников, для которых выполняются условия

$$S_1 = S_2 = \dots = S_0 = A = \Delta_1 \Delta_2, \quad (5.18)$$

где S_n — площадь прямоугольника, отображающего системную инварианту A заданной ГДС.

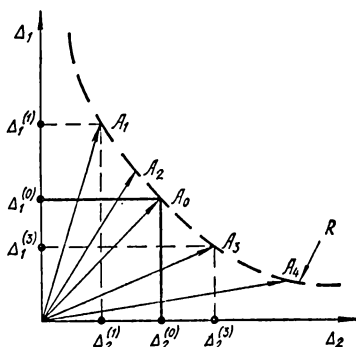


Рис. 5.3. Граница процессов развития

В соответствии с (5.16) для каждого момента времени получим состояние ГДС, отображаемое соответствующим прямоугольником с площадью S_n . Формально из (5.16) следует возможность изменения до бесконечности как для Δ_1 , так и для Δ_2 . Для них согласно (5.16) есть только одно ограничение: область существования расположена ниже гиперболы R , отображенной на рис. 5.3 штриховой линией (траектория движения конца вектора OA_n). Из анализа рис. 5.3 с учетом ГДС-повторений и закономерностей вытекает следующее.

1. Стационарному состоянию исследуемой ГДС будет соответствовать точка A_0 на гиперболе R , при этом исходная ГДС будет обладать равными (по модулю, измеряемому в относительных единицах) друг другу Δ_1 и Δ_2 , что запишем в виде

$$|\Delta_1^{(0)}| = |\Delta_2^{(0)}| = |1|. \quad (5.19)$$

Равенство единице и равенство друг другу следует из соотношения (5.16). Символ нуля (верхний индекс) соответствует стационарному состоянию ГДС.

2. Выражение (5.19) обосновывается принципом гиперкомплекс-ной минимизации, который в данном случае требует наличия минимального периметра у прямоугольника, соответствующего стационарной ГДС (из множества равновеликих прямоугольников наименьший периметр у квадрата, откуда следует необходимость равенства Δ_1 и Δ_2).

3. Равенство (5.19) соответствует и минимизации по ГДС-разнообразию, если Δ_1 и Δ_2 представить с помощью ГДС-спектра, то обе спек-

ральные составляющие будут одинаковы (разнообразие равно нулю) по модулю (нормированное отображение).

4. Аналогичное соответствие и с основным законом ГДС, согласно которому в условиях стационарности система максимально замкнута. Это условие также подтверждает соотношение (5.19).

Область под гиперболой — это одно лишь из условий самоограничения процессов системного развития, продиктованное соотношением гиперкомплексных неопределенностей (5.16).

Вторым ограничивающим фактором служат ограничения, накладываемые на предельные значения составляющих Δ_n в (5.16). Эти ограничения обуславливаются наличием нижнего δ_1 и верхнего δ_2 порогов для исследуемой ГДС. В соответствии с этим получим

$$\begin{aligned}\Delta_1 &\rightarrow (\delta_{\min}^{(1)} \text{ и } \delta_{\max}^{(1)}) \rightarrow (\Delta_{\min}^{(1)} \text{ и } \Delta_{\max}^{(1)}); \\ \Delta_2 &\rightarrow (\delta_{\min}^{(2)} \text{ и } \delta_{\max}^{(2)}) \rightarrow (\Delta_{\min}^{(2)} \text{ и } \Delta_{\max}^{(2)}),\end{aligned}\quad (5.20)$$

где δ_{\min}^n и δ_{\max}^n — минимальный и максимальный пороги ГДС, определяющие минимальные и максимальные значения Δ_{\min}^n и Δ_{\max}^n для гиперкомплексных составляющих Δ_n ($n = 1, 2$).

В соответствии с (5.16) и (5.20) нижний порог для Δ_1 определит максимально допустимое значение для Δ_2 :

$$\Delta_{\max}^{(2)} = f(\delta_{\min}^{(1)}; \Delta_{\min}^{(1)}). \quad (5.21)$$

В простейшем случае

$$\Delta_{\max}^{(2)} = A/\Delta_{\min}^{(1)}. \quad (5.22)$$

Аналогично рассуждая, получаем

$$\begin{aligned}\Delta_{\max}^{(1)} &= f(\delta_{\min}^{(2)}; \Delta_{\min}^{(2)}); \\ \Delta_{\max}^{(1)} &= A/\Delta_{\min}^{(2)}.\end{aligned}\quad (5.23)$$

Учитывая свойства квантуемости, изложенные в гл. 4, а также на основе проведенного в данном параграфе анализа можно заключить следующее.

1. Зная ограничения по уровню для процессов самореализации в произвольной ГДС, с учетом явлений квантуемости, можно определить разрешенное число состояний, которые может иметь система в ходе внутрисистемных преобразований.

2. Из разрешенного (допустимого) набора состояний всегда можно выбрать единственное, к реализации которого стремится любая ГДС. Это состояние будет являться наиболее устойчивым.

Эти выводы могут быть сделаны не только на основе ГДС-анализа, но и с помощью классических методов современной математики. Например, имея уравнение, описывающее поведение ГДС (допустим, в матричной форме записи, рассмотренной в гл. 2), можно исследовать его изменения при изменениях компонентов Δ_n . Математически это можно отобразить набором (множеством, алгебраической системой) уравнений, описывающих поведение (состояние) ГДС для каждого из

анализируемых моментов времени. Сказанное можно записать так:

$$\begin{aligned} t_1 &\rightarrow [\Delta_1(t_1), \Delta_2(t_1)] \rightarrow Y_1\Phi_1 = I_1; \\ t_2 &\rightarrow [\Delta_1(t_2), \Delta_2(t_2)] \rightarrow Y_2\Phi_2 = I_2; \\ . &. \\ t_n &\rightarrow [\Delta_1(t_n), \Delta_2(t_n)] \rightarrow Y_n\Phi_n = I_n, \end{aligned} \quad (5.24)$$

где: Y_n , Φ_n , I_n — гиперкомплексные матрицы, порядок которых определяется свойством гиперкомплексности исходной (анализируемой) ГДС; t_n — моменты времени, в которые рассматривается ГДС и составляются уравнения состояний.

Каждое из уравнений в (5.24) представляет собой систему уравнений, порядок которой равен порядку гиперкомплексной матрицы исследуемой ГДС. Каждое из уравнений в (5.24) можно решить, например, методом регуляризации академика А. Н. Тихонова [36] или другими методами, предназначенными для решения некорректно поставленных задач.

Решив все системы уравнений из (5.24), получим полную совокупность всех допустимых решений, соответствующую полной совокупности состояний исследуемой ГДС.

В данном случае видно, что каждое из допустимых состояний (решение отдельного уравнения из (5.24)) также квантуемо: это следует из того, что каждое из отдельных уравнений (5.24), если его решать на основе полной матрицы, имеет бесконечное число решений. Из этого бесконечного набора решений (для каждой строки-системы из (5.24)) можно выбрать оптимум (локальный) либо путем выбора базиса (этим выбором определяется единственное, но не обязательно оптимальное с позиций устойчивости решение), либо путем минимизации функционала, составленного из множества решений (это позволяет выбрать наиболее устойчивое решение).

Из совокупности всех устойчивых (оптимальных) решений, полученных для всех отдельных систем уравнений в (5.24), можно найти глобальный оптимум (минимизацией набора минимальных решений), соответствующий оптимальному (с позиций основного закона и других ГДС-закономерностей) состоянию исследуемой ГДС при любых ее изменениях.

Описанная процедура может быть легко представлена в символической форме записи, удобной для составления на ее основе алгоритма, приемлемого для его реализации с помощью ЭВМ. Поэтому детально этот процесс описываться не будет. Отметим лишь некоторые особенности, вытекающие из проведенного анализа.

1. Для нахождения глобального минимума в (5.24) не обязательно решать полную совокупность из множества систем уравнений, описывающих поведение ГДС, так же как и не обязательно решать частные системы уравнений: эту процедуру можно заменить процессом исследования степени обусловленности этих систем уравнений, например на основе сравнительной оценки чисел обусловленности матриц взаимодействий для каждой из частных систем уравнений. Тогда система с минимальным числом обусловленности будет соответствовать состоя-

нию, наиболее близкому к оптимальному из всех анализируемых состояний. Анализ чисел обусловленности можно проводить, например, на основе [38]. При этом необходимо учитывать гиперкомплексный характер матриц, описывающих поведение ГДС: такой учет позволяет (кроме поиска и оптимизации решения) существенно расширить (как по форме, так и по содержанию) понимание особенностей чисел обусловленности и дать ГДС-трактовку как самим числам обусловленности, так и связанным с ними явлениям, понятиям и закономерностям.

2. Системный анализ может служить средством, позволяющим проводить обоснованный и оптимальный выбор коэффициента регуляризации при решении некорректных задач на основе регуляризационных методов.

3. Аналогичная процедура может быть выполнена и при анализе систем, представленных в полевой форме записи. При этом будет необходимо исследовать интегро-дифференциальные уравнения, описывающие состояния системы.

Изложенные явления являются диалектическим дополнением к анализу границ процесса самореализации, проведенному в параграфе 4.7.

Гносеологические особенности явлений самоограничения в системообразующих процессах изложены в следующем параграфе.

5.8. Гносеологический аспект процессов системных самоограничений

В предыдущем изложении показана связь процессов системной реализации с основными системными закономерностями и принципами, благодаря чему в процессах системного развития выявлены ограничения и закономерности, влияющие на ход системного развития и определяющие границы, в рамках которых возможны системообразующие процессы.

Проиллюстрируем следствия, вытекающие из условий системных самоограничений, на конкретном примере, в котором объектом исследования будет служить творческая (интеллектуальный аспект) деятельность человека. Рассмотрим следующую частную задачу: можно ли *R*-процесс и наличие системных ограничений обнаружить, например, в конкретном виде творческой деятельности — разработке человеком какого-либо научного направления, и как при этом можно сопоставить с системными закономерностями два возможных результата такой творческой деятельности.

1. Вырождение разрабатываемого направления в «изм».

2. Получение полноценной частной теории, относящейся к конкретному научному направлению.

Если творческую деятельность рассматривать на основе закономерностей развивающихся ГДС, то для исследуемого явления необходимо рассмотреть его процесс системной реализации. При этом системообразующей средой в нашем случае будут являться: информационный потенциал (в виде приобретенной и наследственной информации), интеллектуальные возможности субъекта, а также условия системообразования в виде поставленной цели, временного и материального ресур-

сов. Указанные составляющие не единственные: они представляют собой тот минимум, который нужен нам для ответа на поставленные вопросы.

Некоторые аспекты процессов реализации творческой деятельности рассматривались в предыдущих главах. Здесь же мы обратим внимание на анализ возможных результатов интеллектуальной деятельности.

Для простоты допустим, что системообразующая среда в течение всего времени интеллектуальной деятельности (ИД) конкретного человека (субъекта R -процесса) остается неизменной. Такое допущение вполне реально: наиболее часто разработка каких-либо теорий является продуктом обобщения личного опыта и знаний конкретного ученого, при этом в качестве основного инструмента обобщения служит мозг (интеллект, память и другие способности человека). В процессе такого обобщения существенных информационных инъекций обычно не бывает, скорее наоборот: человек расходует свой информационный запас, поэтому допущение о сравнительной стабильности системообразующей среды вполне допустимо и обоснованно.

Реализация R -процесса требует мобилизации системообразующего ресурса. При этом могут возникнуть следующие ситуации:

1. Конечный продукт (система S_1) для своего образования потребовал такую часть $S_0^{(1)}$ исходного системообразующего ресурса S_0 , что

$$S_0 \gg S_0^{(1)} \rightarrow S_0 - S_0^{(1)} \approx S_0. \quad (5.25)$$

Является очевидным, что образованная S_1 не доминирует в системообразующей среде S_0 в силу своих сравнительно малых потенциальных возможностей. На практике это обозначает: субъект деятельности (человек H_1) полностью контролирует интеллектуальную ситуацию (S_1 подчинена H_1), может критически оценивать свою деятельность (H_1 имеет для этого достаточный ресурс) и может управлять системой S_1 вплоть до полной ее реконструкции.

2. Следующая крайняя ситуация, когда человек (H_2) работает на пределе своих возможностей (например, в силу высокой интеллектуальной размерности ГДС-объема поставленной задачи, которую отобразим как S_2):

$$S_0 - S_0^{(2)} \rightarrow 0. \quad (5.26)$$

Условие (5.26) резко отличается от (5.25): уже не H_1 управляет S_2 , а S_2 , обладая своими внутренними закономерностями, диктует дальнейший ход своего развития: оставшийся системообразующий ресурс у H_2 является недостаточным для контроля над ситуацией. Человек подчинен созданному им же результату. Так бывает на практике, например, когда писатель пишет фактологически объемный роман (с большим числом действующих лиц, широким историческим охватом событий, типа «Война и мир» Л. Н. Толстого). После написания определенной части романа, которую условно можно назвать критической массой процесса системной реализации, внутренние закономерности созданного продукта (результаты R -процесса) начинают диктовать дальнейший ход событий в процессах своего развития. Фактически процесс системной реализации выходит в режим автогенерации, когда

амплитуда колебаний начинает расти. Именно здесь и играют определяющую роль явления ограничений системного развития.

В соответствии с принципом гомоцентризма субъект *R*-процесса (в зависимости от соотношений сил, указанных в двух описанных случаях) либо сможет установить и проконтролировать уровни (верхний и нижний пороги) процессов образования системы, либо *R*-процесс системы будет остановлен только за счет полного расхода системообразующего ресурса. Такая ситуация может привести не только к бесконтрольному и неоправданно большому росту системы как продукта ИД, но и даже к разрушению интеллектуальной системы субъекта деятельности. Эти разрушения могут сопровождаться необратимыми, отрицательными психофизическими явлениями, приводящими к болезни или даже смерти человека (как субъекта ИД).

Неоправданный рост системного продукта может быть вызван и неполнотой исходных целей и средств внешнего воздействия, играющих определяющую роль в организации *R*-процесса еще на его начальной стадии. В силу свойств наследственности и основных принципов системного развития, нарушения (дефекты *R*-процесса) в начальных стадиях могут вызвать искажения всего системообразующего процесса, вплоть до самовыврождения развивающейся системы. Здесь уместно вспомнить слова В. И. Ленина: «Диалектика как живое, многостороннее ... познание ... — вот неизмеримо богатое содержание по сравнению с «метафизическим» материализмом, основная беда коего есть неумение применить диалектики, ..., к процессу и развитию познания... Философский идеализм есть одностороннее, преувеличенное... развитие (раздувание, распухание) одной из черточек, сторон, граней познания в абсолюте, оторванный от материи, обожествленный ... Познание человека не есть ... прямая линия, а кривая линия, бесконечно приближающаяся к ряду кругов, к спирали. Любой отрывок, обломок, кусочек этой кривой линии может быть превращен (односторонне превращен) в самостоятельную, целую, прямую линию, которая (если за деревьями не видеть леса) ведет тогда в болото, в поповщину (где ее закрепляет классовый интерес господствующих классов). Прямолинейность и односторонность, деревянность и окостенелость, субъективизм и субъективная слепота ... гносеологические корни идеализма. А у поповщины ... есть гносеологические корни, она не беспочвенна, она есть пустоцвет ..., но пустоцвет, растущий на живом дереве, ..., объективного, абсолютного, человеческого познания» [2, с. 321—322].

Слова В. И. Ленина, в живой и образной форме передавая особенности марксистской диалектики, философски подтверждают и обосновывают правомочность ГДС-закономерностей при описании *R*-процесса с его ограничениями и возможными неоднородностями (дефектами); хорошо согласовываются с процессами спиралевидности в ходе системного развития (образование формы, квантуемость); показывают следствия нарушения принципа гомоцентризма и соотношения гиперкомплексных неопределенностей и т. д.

Ситуация и условия ее реализации (возможный второй случай исхода *R*-процесса, в виде полноценной теории), указанные в постановке задачи, очевидны: полноценная теория (как продукт ИД) может быть

создана при соблюдении тех же условий, которые необходимы для нормальной реализации любой ГДС: подчинение *R*-процесса системным закономерностям и контроль за соблюдением этих закономерностей в ходе интеллектуальной деятельности (самоконтроль либо контроль внешними силами).

При этом всегда необходимо помнить следующее.

1. Любой продукт ИД как система верен только в пределах тех исходных условий, которые служили ему системообразующей средой.

2. Внешняя среда (внесистемные объекты) соотносится с таким продуктом (образованной теорией, рассматриваемой как системный продукт) также по системным законам. Например, требуется выполнение основного закона и условия полноты замкнутости. В силу этого, в частности, далеко не каждый вопрос или проблема (как внешнее воздействие) может иметь место (право на жизнь) в пределах определенных исходных данных. Именно это требование наиболее часто нарушается при ведении научных дискуссий, когда либо задают автору совершенно не вписывающийся в предмет изложения вопрос, либо требуют соблюдения невыполнимого и не соответствующего конкретной системной ситуации условия.

3. Следует помнить о наличии системно-рационального зерна (пусть даже в очень незначительных дозах) в любом «изме» и о возможности полезного и эффективного использования любого «изма» при разумном и системно-обоснованном его применении в пределах границ, где его («изма») отрыв от диалектической спирали незначителен и удовлетворяет (по своему приближению) исходным данным и основным диалектическим закономерностям с точностью, определяемой конкретным исследованием. Соблюдение этого условия не только позволяет найти и сберечь крупницы «золота» в «интеллектуальной руде», но, что важнее всего, заставляет более бережно и внимательно относиться как к процессам творческой деятельности, так и к людям, реализующим эти процессы и в конечном счете определяющим движение всей науки по восходящей линии интеллектуального развития.

Резюмируя, сформулируем выводы и по материалу данной главы.

1. Сформулирован и обоснован принцип гиперкомплексной минимизации. Показана его взаимосвязь с ГДС-закономерностями.

2. Изложены: принцип дополнительности, принцип соответствия, принцип иерархического развития и показан их взаимоортогональный характер.

3. Рассмотрено явление нуль-транспортировки, указаны его особенности и связь с основными принципами развития.

4. Введено понятие свойства наследственности на основе анализа особенностей *R*-процессов с дефектами.

5. Определены и проанализированы процессы, ограничивающие ход системного развития, показана взаимообуславливающая связь этих ограничений с основными системными закономерностями.

6. Рассмотрен гносеологический аспект процессов системного развития на конкретном примере анализа процесса творческой деятельности и показана связь различных аспектов творческой деятельности с системными закономерностями.

Для самопроверки процесса усвоения предложенного материала предлагается ответить на следующие вопросы.

1. Можно ли системно обосновать и раскрыть смысл выражения: «Природа не любит пустоты»?

2. Если в какой-либо ГДС полностью отсутствует какая-либо компонента (гиперкомплексная неопределенность по ней равна нулю), то означает ли это, что в данной же системе максимально выражена ее противоположная составляющая (антипод)?

3. Если сравнить земной океан и солнечную поверхность с позиций пригодности к образованию систем (вне зависимости от их качественной разновидности), то где системообразующая среда и вероятность образования системы будут более оптимальными?

4. Можно ли шаровую молнию описать на основе закономерностей развивающихся ГДС?

5. Как системно обосновать явления отторжения при пересадке органов от одного биообъекта к другому?

6. Можно ли при проектировании радиоэлектронных устройств использовать принцип дополнительности и принцип соответствия? То же — при разработке программ для ЭВМ?

7. Процесс взаимопонимания беседующих людей — каким принципам системного развития он соответствует?

8. Можно ли назвать примеры эмоционального поведения, иллюстрирующие принцип гиперкомплексной минимизации?

9. Подчиняется ли принципам системного развития процесс функционирования административно-бюрократического аппарата?

10. Как системно обосновать процесс смены парадигмы в научном познании?

11. Можно ли (гипотетически) использовать нуль-транспортировку для перемещений в космическом пространстве и что такое «космос» (как явление и понятие) с позиций системного подхода?

12. Можно ли выбрать себе родителей?

В заключение отметим ряд особенностей, относящихся к анализу области применения изложенного материала, и укажем перспективы дальнейшего развития и изложения методологии инвариантного моделирования, базирующегося на теории ГДС.

Являясь второй книгой в общем цикле работ, посвященных инвариантному моделированию, данная работа уже обладает достаточной «критической массой», позволяющей самостоятельно существовать и развиваться далее излагаемым в ней системным закономерностям и принципам.

Применение изложенного материала может быть наиболее результативным в следующих случаях.

1. Если поставлена задача формирования системного мышления у специалиста узкого профиля, который (в связи с его конкретной деятельностью) вынужден решать многофакторные задачи при разностороннем исследовании сложных объектов. Как показывает статистика психофизических исследований в области интеллектуальной деятельности человека, ощутимые результаты (при средних способностях испытуемого) могут быть получены в среднем после «вживания» в системно-понятийную среду на протяжении 1—1,5 года.

Препятствиями в реализации такой задачи являются: собственный уровень научного мышления, если его качество и информационный объем существенно отличаются от системологических концепций; слабая интеллектуальная подвижность (соотношение между способностью к развитию и консервативностью мышления), которая уменьшается с возрастом, ухудшается при длительной работе только в какой-либо одной узкой научной области и т. д.

2. В областях знаний и научных направлениях с наиболее низким уровнем систематизации, под которым подразумевается оценка степени системной организованности фактологического, понятийного и методологического материала того научного направления, где предполагается реализовать системный подход. При этом ощутимые научные результаты могут быть получены тем быстрее, чем ниже указанный уровень. Под результатами в данном случае подразумеваются: возможность сравнительно быстрой формулировки новых закономерностей; минимизация затрат по систематизации опытных и статистических данных;

выявление основополагающих моментов и проникновение в суть исследуемых процессов и явлений.

В этом смысле наиболее перспективными (как области применения) являются социальные, психологические и биологические науки. Среди других научных направлений можно выделить: информатику, физику элементарных частиц, фармакологию, органическую химию, физическую химию, т. е. те области научных исследований, в которых деятельность человека является опосредованной и проникновение в суть явлений становится возможным только при наличии универсальных методов, обладающих высоким уровнем обобщения и абстрагирования.

3. При анализе возможностей аксиоматики конкретного научного направления и реализации процессов ретрансляции системных инвариант из более освоенной области знаний в исследуемое, малоизученное научное направление. При этом необходимо помнить о различии в процессах опредмечивания используемых инвариант.

4. Системный подход (в том числе в данной интерпретации) является необходимым инструментарием при выборе оптимальных стратегических решений в любой сфере человеческой деятельности: экономической, политической, военной, научно-технической и др.

К ближайшим перспективам в обобщении и изложении методов инвариантного моделирования можно отнести следующие:

1. Развитие гиперкомплексной систематики как по линии более углубленного отображения ГДС-закономерностей, так и по расширению понятийно-концептуального набора свойств и характеристики системных моделей.

2. Переход к отображению последующих закономерностей в концепции инвариантного моделирования. Объектами рассмотрения должны быть: деятельностьные и информационные характеристики, целеполагающие закономерности, явления ретроспективной антиципации и т. д.

Еще раз следует напомнить, что изложенные закономерности действительны и эффективны только в рамках тех понятий, условий и ограничений, которыми они сопровождалась в процессе данного изложения. Всякая произвольная трактовка и интерпретация изложенного материала либо выхватывание и абсолютизация отдельных системных свойств и понятий неизбежно сведут к нулю эффективность предполагаемого подхода, способствуя вырождению его в очередной научно-образный, но бесплодный «изм».

1. Ленин В. И. Отношение к буржуазным партиям. Полн. собр. сочинений.— М. : Политиздат, 1960.— Т. 15.— С. 368—388.
2. Ленин В. И. Полное собрание сочинений.— М., 1969.— Т. 29 : Философские тетради.— 782 с.
3. Березина Л. Ю. Графы и их применение.— М. : Просвещение, 1979.— 144 с.
4. Берталанфи Л. История и статус общей теории систем // Системные исследования : Ежегодник, 1973.— М. : Наука, 1973.— С. 20—37.
5. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем.— М. : Наука, 1978.— 400 с.
6. Веников В. А., Суханов О. А. Кибернетические модели электрических систем.— М. : Энергоиздат, 1982.— 328 с.
7. Джонс Дж. К. Методы проектирования — М. : Мир, 1986.— 326 с.
8. Дружинин В. В., Конторов Д. С. Проблемы системологии : Проблемы теории сложных систем.— М. : Сов. Радио, 1976.— 296 с.
9. Квейд Э. Анализ сложных систем.— М. : Сов. радио, 1969.— 520 с.
10. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров).— М. : Наука, 1978.— 832 с.
11. Кузьмин В. П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса.— 3-е изд., доп. М. : Политиздат, 1986.— 399 с.
12. Ланкастер П. Теория матриц.— М. : Наука, 1978.— 280 с.
13. Ломов Б. Ф. Человек и техника.— М. : Сов. радио, 1966.— 464 с.
14. Маделунг Э. Математический аппарат физики.— М. : Наука, 1968.— 620 с.
15. Малюта А. Н. Абстрактное определение гиперкомплексной динамической системы.— Львов, 1984.— 10 с. Деп. в УкрНИИНТИ 14.05.84, № 846.
16. Малюта А. Н. Анализ разложения матрицы взаимодействий.— Львов, 1984.— 7 с. Деп. в УкрНИИНТИ 14.05.84, № 847.
17. Малюта А. Н. Анализ соотношения гиперкомплексных неопределенностей.— Львов, 1984.— 12 с. Деп. в УкрНИИНТИ 7.08.84, № 1398.
18. Малюта А. Н. Базисная гиперкомплексная динамическая система. — Львов, 1984.— 5 с. Деп. в УкрНИИНТИ 15.02.84, № 229.
19. Малюта А. Н. Взаимодействие как отношение ортогональностей.— Львов, 1984.— 6 с. Деп. в УкрНИИНТИ 3.02.84, № 180.
20. Малюта А. Н. Гиперкомплексная символика.— Львов, 1984.— 7 с. Деп. в УкрНИИНТИ 13.06.84, № 1037.
21. Малюта А. Н. О некоторых следствиях принципа гомоцентризма.— Львов, 1984.— 6 с. Деп. в УкрНИИНТИ 25 июня 1984 г. № 1131.
22. Малюта А. Н. Определение М-числа.— Львов, 1984 — 6 с. Деп. в УкрНИИНТИ 5.04.84, № 613.
23. Малюта А. Н., Конохова С. В. Машинный анализ медико-технической информации // Техника средств связи. Серия ОТ. Вып. 3, 4. 1986.— С. 76—79.
24. Малюта А. Н. Гиперкомплексные динамические системы.— Львов, Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те. 1989.— 120 с.
25. Марсден Дж., Мак — Кракен М. Бифуркация рождения цикла и ее приложения.— М. : Мир, 1980.— 368 с.

26. Математическая энциклопедия.— М. : Сов. энцикл.— 1977.— Т. 1; 1979.— Т. 2; 1982.— Т. 3; 1984.— Т. 4.
27. Месарович Т. Теория систем и биология. Точка зрения теоретика // Теория систем и биология.— М. : Мир, 1971.— 128 с.
28. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа.— М. : Наука, 1981.— 488 с.
29. Норенков И. П., Маничев В. В. Системы автоматизированного проектирования электронной и вычислительной аппаратуры.— М. : Высш. шк., 1983.— 272 с.
30. Основы инженерной психологии / Б. А. Душков, Б. Ф. Ломов, В. Ф. Рубахин и др. ; Под ред. Б. Ф. Ломова.— М. : Высш. шк., 1986.— 448 с.
31. Петренко А. И., Цурин О. Ф., Киселев Г. Д. Автоматизация проектирования цифровых схем.— Киев : Вища шк., 1978.— 151 с.
32. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ.— М. : Наука, 1974.— 279 с.
33. Слипченко В. Г., Табарный В. Г. Машинные алгоритмы и программы моделирования электронных схем.— Киев : Техніка, 1976.— 160 с.
34. Татур Т. А. Основы теории электрических цепей.— М. : Высш. шк., 1980.— 271 с.
35. Теория систем с переменной структурой / Под ред. С. В. Емельянова.— М. : Наука, 1970.— 592 с.
36. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач.— М. : Наука, 1979.— 288 с.
37. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем.— М. : Мысль, 1978.— 227 с.
38. Фаддеев Д. К., Фаддеева В. Н. Вычислительные методы линейной алгебры.— М. : Физматгиз, 1960.— 656 с.
39. Физический энциклопедический словарь.— М. : Сов. энцикл., 1983.— 928 с.
40. Философский энциклопедический словарь.— М. : Сов. энцикл., 1983.— 840 с.
41. Флейшман Б. С. Основы системологии.— М. : Радио и связь, 1982.— 368 с.
42. Шатихин Л. Г. Структурные матрицы и их применение для исследования систем.— М. : Машиностроение, 1974.— 247 с.
43. Эдвардс Г. Последняя теорема Ферма : Генетическое введение в алгебраическую теорию чисел.— М. : Мир, 1980.— 488 с.
44. Юдин Э. Г. Методологическая природа системного подхода // Системные исследования : Ежегодник, 1973.— М. : Наука, 1973.— С. 38—51.

Научное издание

Малюта Александр Николаевич

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИСТЕМНОГО РАЗВИТИЯ

Художественный редактор *И. П. Антонык*

Технический редактор *И. Н. Лукашенко*

Корректоры *Л. С. Тригачев*, *Л. М. Тищенко*, *С. Е. Ноткина*

ИБ № 11142

Сдано в набор 29.09.89. Подп. в печ. 15.03.90. БФ 08037. Формат 60×90^{1/16}. Бум. тип. № 1. Лит. гарн. Выс. печ. Усл. печ. л. 8,5. Усл. кр.-отт. 8,88 Уч.-изд. л. 9,68. Тираж 3000 экз. Заказ № 0—180. Цена 2 р. 10 к.

Издательство «Наукова думка». 252601 Киев 4, ул. Репина, 3.

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграфкинг»

252057 Киев, л. Д. Ващенко, 3 в Киевской книжной типографии научной книги, 252004 Киев 4, ул. Репина, 4. Зак. 0-233.