

Р.Г.Баранцев

**СИНЕРГЕТИКА В СОВРЕМЕННОМ ЕСТЕСТВОЗНАНИИ**

Санкт-Петербург  
2003

**Баранцев Рэм Георгиевич.**

**Синергетика в современном естествознании.** – М.: Едиториал УРСС, 2003. 144 с. (Синергетика: от прошлого к будущему.)

Синергетический подход, воссоздающий целостное представление о мире, позволяет компактно изложить законы развития, являющиеся общими для природы, человека и общества.

Книга написана на материале лекционного курса, который читается автором на гуманитарных факультетах Санкт-Петербургского государственного университета. Курс был построен на основе тернарной методологии, развиваемой автором в течение последних десятилетий. Эта методология опирается на новые идеи в асимптотической математике и находит плодотворное применение в синергетике.

Книга предназначена для студентов и преподавателей вузов и всех, кто осваивает методы эволюционно-синергетической парадигмы.

© Р.Г.Баранцев, 2003.

## **Введение**

Поиск систем образования, отвечающих переменам, происходящим в обществе, привёл к формированию новой образовательной парадигмы, взявшей за основу принципы фундаментальности, человечности, целостности [1]. В Государственном образовательном стандарте для гуманитарных специальностей вузов появился базовый курс «Концепции современного естествознания», задача которого – дать целостное представление о мире, о законах развития, являющихся общими для природы, человека и общества [2]. Это нововведение обусловлено необходимостью интеграции знаний, глобализацией социальных проблем, потребностью нового синтеза.

В последние годы вышел ряд учебных пособий, содержащих немало свежих интересных подходов к постановке преподавания этой новой дисциплины (Приложение 1). Однако традиционный способ изложения материала по принципу «от простого к сложному» привязывал авторов к построению целого путем собирания частей. При этом учет взаимодействия между частями не спасал от утраты целостности, если не охватывалось взаимодействие рассматриваемого целого с окружающим миром. Как сказано в [3], «курс “Концепции современного естествознания” сегодня не ориентирован на формирование у обучаемых целостного миропонимания и современного естественнонаучного мировоззрения... . Исправить положение здесь может только новый подход к целевым установкам, структуре и содержанию этого курса, что практически означает формирование принципиально нового курса». Такой подход становится возможным благодаря синергетике, суть которой как раз и состоит в восстановлении целостного мировидения.

Чтобы строить курс по принципу «от целого к частям», нужна соответствующая методология, которая создается с отставанием. Такое запаздывание видимо характерно для переходного периода. Так на Попперовских чтениях в феврале 1998 года прозвучало сожаление о том, что открытое общество пытаются строить методами общества закрытого. Ю.М.Лотман в книге «Культура и взрыв»[4], говоря о переключении с бинарной парадигмы на тернарную, озабоченно отмечает, что сам переход мыслится в традиционных понятиях бинаризма. Необходимость открытой методологии особенно назрела в синергетике, изучающей открытые системы: метод должен соответствовать изучаемому предмету [5].

Настоящий курс, читаемый на гуманитарных факультетах Санкт-Петербургского государственного университета с 1997 года, характеризуется следующими чертами:

1. Освобождение от бинарного стереотипа (две культуры, два лагеря и т.п.) как структуры разделяющей, недостаточной для синтеза. Опора на системную триаду с ее универсальной семантической структурой, осуществляющей объединение.
2. Движение от целого к частям, от целостного метода к демонстрации общности законов в разных областях знания. Акцент на кризисные ситуации и способы совмещения оппозиций на основе тринитарной методологии [6].
3. Методологический подход, благодаря которому движение от целого к частям не противоречит принципу «от простого к сложному». Освоение пространства методов. Знакомство с новыми ветвями знания, идеями, гипотезами. Синергетика как вестник грядущей культурной парадигмы.

Стремление к целостному видению мира было у людей всегда. Когда-то оно воплощалось в изображение трёх китов, на которых держится Земля. Естествознание сначала придерживалось геоцентризма, затем переключилось на гелиоцентризм, потом покорило полицентризм. Классическая естественнонаучная картина мира, сложившаяся в 17-м веке, ассоциируется с именами Ф.Бэкона, Р.Декарта, И.Ньютона и потому обычно называется ньютоно-картезианской. Многие её представления живы в общественном сознании до сих пор, хотя в 20-м веке она претерпела существенные изменения. Различаются следующие этапы, характеризующиеся ключевыми словами:

1. Механический (классический): абсолютное пространство и время, детерминизм, объективность.
2. Физический (неклассический): относительность, индетерминизм, кванты, дополнительность.
3. Эволюционный (постнеклассический): жизнь, ноосфера, синергетика, космогенез.

Смысл употребляемых слов обычно осознаётся интуитивно, благодаря опыту и контексту. Но в переходные периоды смысл меняется и определения опорных терминов полезно по возможности освежать. Будем подразумевать, что

**понятие** – это представление, получившее наименование;

**концепция** (лат. *conceptio* – понимание) – определённый способ понимания, точка зрения, руководящая идея, ведущий замысел;

**наука** – сфера деятельности, направленной на производство новых знаний о действительности, поиск истины;

**естествознание** – наука о природе;

**метод** – способ воспроизведения в мышлении изучаемого предмета;  
**система** (греч. systema – соединение) – множество элементов, связанных между собой и образующих целостное единство;

**структура** (лат. structura – строение, расположение, порядок) – совокупность устойчивых связей;

**целостность** – внутреннее единство объекта, его относительная самостоятельность;

**парадигма** (греч. paradeigma – пример, образец, паттерн) – господствующая концептуальная система, стиль мышления.

Понятие научной парадигмы в широкое употребление ввёл Томас Кун, книга которого «Структура научных революций»[7] появилась в русском переводе в 1977 году через 15 лет после её первого издания в США. Согласно Куну, парадигма есть понятийная система, которую принимает сообщество учёных и которая обеспечивает их схемами проблем и решений.

Философская нагрузка этого термина постепенно росла и рамки науки становились для него тесными. В книге Ф.Капры «Уроки мудрости»[8], появившейся в 1996 году, парадигма определяется уже иначе: это совокупность мыслей, восприятий и ценностей, которые создают определённое видение реальности, оказывающееся основой самоорганизации общества. Таким образом, понятие парадигмы вырастает до общекультурного уровня, захватывая наряду с наукой также искусство и религию.

Отход от детерминизма и абсолютизации позволяет и даже заставляет относиться к определениям достаточно гибко, допуская нотки игры и юмора. Из книги В.Г. Кротова «Словарь ... парадоксальных определений» [9] можно, например, узнать, что наука – это кладбище гипотез (А.Пуанкаре); прогресс – идея, что будущее всегда право; рационализм – вера, что мир не сложнее наших представлений о нём.

Современную эпоху справедливо характеризуют как кризисную, причём кризис имеет глобальные масштабы, охватывая все страны и все сферы жизни: экономическую, социальную, духовную. Наука несёт немалую долю ответственности за остроту переживаемого кризиса, оказавшись не в состоянии ни предсказать, ни разрешить назревшие проблемы. Претендуя на однозначную определённую, безусловную объективность, предельную полноту описания, традиционная наука отрывалась от жизни с её гибкостью, открытостью, свободой воли. В своём стремлении к идеалу полноты и точности естественные науки создавали мощный аппарат моделирования завершённых теорий, а гуманитарные науки, следуя за ними, строили искусственные классификации, искусственные языки, искусственные интеллекты, и прочие безжизненные конструкции. Лишь по мере разочарований стало

приходить понимание, что для изучения жизнеспособных, органических, развивающихся объектов нужна иная методология, новая парадигма [10].

Признаки становления новой парадигмы уже различимы. В естествознании всё чаще говорится о междисциплинарности, комплексности, системности; в философии всё больший вес приобретают такие понятия как синтез, всеединство, целостность; в политике провозглашается приоритет общечеловеческих ценностей перед групповыми, усиливается переориентация от вражды к сотрудничеству, экологические требования обретают черты нравственного императива. Синтезирующую роль берёт на себя культура, объединяя науку, искусство и духовные учения в целостность ноосферы. «Все религии, искусства и науки являются ветвями одного дерева», - писал А.Эйнштейн в последние годы своей жизни [11].

Задача нашего курса – не собирательное знание, а целостное понимание. Поэтому программа начинается с метода, способного реализовать целостный подход к изучаемому предмету. Главная трудность состоит в том, что меняется сама парадигма, так что вместо господствующей концептуальной системы приходится иметь дело с перестройкой научных платформ. Концепции современного естествознания находятся в состоянии брожения, обновления, переосмысления. Речь идёт не просто о смене антитез, как это бывало в прошлом, а о совмещении оппозиций в жизнеспособном синтезе с участием мерообразующего фактора. Динамике этих процессов посвящена вторая глава программы. Завершается курс изложением современных концепций в физике, биологии, синергетике.

Существенное значение всегда имеет стиль изложения, который должен соответствовать духу парадигмы. В стабильные периоды обучение сводилось к освоению апробированных знаний. Если наука требовала вечного беспокойства, то преподавание обычно велось с непоколебимой уверенностью. Заучивая готовые формулы, ученик оставался вне сути явлений. Но «истина должна быть пережита, а не преподана», - писал Г.Гессе в известном романе «Игра в бисер» [12].

В новой парадигме преподавание не может быть изложением готовых истин. Поиски, сомнения, переживания должны сопровождать обучение, вовлекая в этот процесс всех участников. Конечно, для этого необходимо, чтобы преподаватель опирался не столько на книжное знание, дополненное личным опытом, сколько на своё собственное, выстраданное в творческих исканиях, возможно подкреплённое и выровненное книжной информацией. Необходимо, но не достаточно, ибо требуется ещё заинтересованное участие аудитории в движении мысли. «Пока человек производит акт сравнения внешних предметов, не имеющих к нему отношения, и не вовлекает самого себя в акт сравнения – он не мыслит», - говорил М.К.Мамардашвили [13]. В социологии различаются методы

включённого наблюдения и наблюдающего участия. Переход от первого ко второму реализовал в своей работе и жизни А.Н.Алексеев, книгу которого «Драматическая социология» [14] стоит прочитать любому обитателю современного социума.

Многочисленные ссылки на литературу не предполагают обращение к источнику в каждом случае, а предоставляют возможность этого при появлении специального интереса и для получения точной справки. В приложениях даётся перечень учебных пособий по современному естествознанию, список вопросов для зачётов и экзаменов и список блиц-вопросов, предполагающих блиц-ответы.

## **Глава 1. Структурная методология целостного подхода**

Нам предстоит освоить метод познания целостных объектов, который должен воспроизводить главные, определяющие свойства целостности, каким бы ни было её воплощение: молекулой, человеком, Вселенной. Столь трудная задача вряд ли была бы посильной, если бы не возможность ограничиться структурными закономерностями, абстрагируясь от предметного содержания. Этот путь нам подсказывает семиотика, теория знаковых систем, которая достигла успехов именно благодаря отвлечению от содержания [15]. Роль знаков для нас будут играть структуры.

### **1.1. От анализа – к синтезу**

#### **1.1.1. Недостаточность бинарной схемы.**

Классическая научная парадигма имела отчётливо аналитический характер. Склонность к анализу, как визитная карточка науки, сохраняется в нашем подсознании, несмотря на все трансформации картины мира. Анализ (греч. analysis – разложение) стал синонимом научного исследования вообще. Он начинается с различения, сопоставления, противопоставления. Число элементов в отдельном акте может быть различным. Простейший вариант – дихотомия, расщепление на две части. Так появляются бинарные оппозиции, диады. И этот способ стал доминирующим, повсеместным: лево-право, верх-низ, вперёд-назад, раньше-позже, хорошо-плохо, тепло-холодно. В литературе: "Отцы и дети", "Война и мир", "Преступление и наказание". В философии: субъект-объект, необходимость-случайность, материализм-идеализм. По этой схеме произошло и деление наук на естественные и гуманитарные, на фундаментальные и прикладные. Отсюда и проблема двух культур, о которой писали Ч.Сноу [16], Е.Фейнберг [17] и многие другие.

В результате создаётся впечатление, что так устроен мир, что бинарность – понятие не только гносеологическое, но и онтологическое. Однако следование этому пути расщепления ведёт к возрастающей

дифференциации, и появляется желание собирать, объединять, синтезировать. Но бинарная схема для этого не годится. Требуются иные структуры. И если синтез закономерен, то соответствующие структуры должны существовать в природе. Бинарное мышление видимо недостаточно.

Пытаясь выйти из рамок бинарной схемы, прежде всего, отметим, что для фиксированного объекта возможны несколько оппозиций. Например, теорию можно сопоставлять с практикой, а можно и с экспериментом. Понятию формы, согласно А.А.Любищеву [18], могут противостоять сущность, содержание, процесс, функция. Говоря о дарвинизме [19], Любищев назвал несколько форм недарвинизма, пользуясь приставками: контра-, анти-, ультра-, пара-, эпи-. Ю.М.Лотман [4] отмечает, что исходным пунктом любой семиотической системы является не отдельный знак, а семиотическое пространство отношений. Это смысловое пространство многомерно. И в нём каждая диада образует свою линию сравнения, как некую координатную ось, одномерное сечение.

Можно ли полностью описать всю многомерную систему, если перебрать все характерные диады, все парные отношения? Оказывается, нет. Покажем это на примерах из математики, физики, химии.

Рассмотрим функцию двух переменных  $f(x,y)$ . Пусть известно её поведение в сечениях  $x = 1$  и  $y = 1$ , а именно  $f(1,y) = y$ ,  $f(x,1) = x$ . Легко видеть, что этим условиям удовлетворяет много функций:  $f(x,y) = xy$ ,  $f(x,y) = 2xy - x - y + 1$  и др. Однако, если предположить, что  $f(x,y) = g(x) \cdot h(y)$ , то знание  $f$  в сечениях  $x = \text{const}$ ,  $y = \text{const}$  достаточно для нахождения всей функции. Это дополнительное предположение о факторизации означает отсутствие корреляций между сечениями.

В молекулярной физике поведение  $n$  взаимодействующих частиц описывается функцией их совместного распределения  $f_n$ . Если коллективное взаимодействие сводится к последовательности парных столкновений,  $f_n$  распадается на произведение одночастичных функций распределения  $f_1$ . Так происходит, например, в достаточно разреженном газе. В общем случае коллективное взаимодействие обычно описывается цепочкой многочастичных функций распределения:  $f_1, f_2, f_3, \dots$ , которая обрывается по мере угасания корреляций.

В химии структурные формулы веществ не могут быть построены путём исследования только парных взаимодействий. Даже в простом случае воды угол  $105^\circ$  в её структурной формуле находится лишь при одновременном рассмотрении всех трёх атомов.

Недостаточность бинарной структуры, таким образом, очевидна. Более того, в социокультурном плане бинаризм в силу своей одномерности несёт в себе опасность взрыва [4]. "Бинарное мышление, - пишет М.А.Собуцкий, - начинает действовать во зло, как только превращается из орудия анализа в способ действия в реальном мире" [20].



Бинаризм диктует схему "либо - либо", по которой сформировались правила: "кто не с нами, тот против нас", "если враг не сдаётся, его уничтожают", "третьего не дано" и т.п. Склонность превращать различия в противоречия, в непримиримые противоположности, стала привычной. Как сетует тот же автор [20], «мышление дихотомиями настолько устойчиво в современной психологии, что бороться с ним, похоже, бесполезно» Но бороться приходится, так как идеология антагонизма, непримиримых противоречий – бесперспективна; она ведёт мир к самоубийству.

«Деление мира явлений на пары противоположностей, - пишет К. Лоренц [21], - это врождённый принцип упорядочения, априорный принудительный шаблон мышления, присущий человеку с древнейших времён». Однако, если обратиться к истории, бинаризм господствовал в Европе не всегда. Истоки его власти можно отнести к IX веку, когда решением 8-го Вселенского собора трихотомия человеческого существа «тело-душа-дух» была сведена к дихотомии «тело-душа». Глобальные последствия этого рокового решения, указывает К.А.Свасьян [22], простираются до наших дней, образуя горизонт западной ментальности.

В локальном масштабе неприятное свойство бинарных структур – их неустойчивость. Ситуация выбора "или – или" дискомфортна. И решаются такие проблемы обычно путём редукции диады к монаде. Сама постановка вопроса заставляет идти по пути упрощения. Кажется очевидным: чтобы действовать, надо на чём-то остановиться. Уход в монизм был опорой идеологии, господствовавшей в Советском Союзе, всякий дуализм решительно осуждался. А партия помогала сделать выбор, устанавливая "единственно правильное мнение". И можно было жить спокойно, не мучаясь философскими исканиями.

Когда появился плюрализм, свобода выбора, стало труднее. Открылось множество противоречий, которые воспринимаются по привычке как бинарные. Формула поведения осталась прежней, ибо в общественном сознании укрепилось: необходимо определяться; нельзя, чтобы "и нашим, и вашим". Однако жизнь заставила вспомнить понятие компромисса и даже освоить понятие консенсуса. Наряду с левыми и правыми появился центр. В поисках оптимального решения заговорили о "золотой середине".

Но в естествознании рецепт золотой середины не прижился, так как несколько более высокий уровень строгости позволил понять ущербность попыток искать решение в интервале между двумя крайними вариантами. Структурно это не даёт ничего существенно нового, ибо мы остаёмся в том же одномерном мире, который задаётся двумя точками. Говоря математически, мы строим линейную комбинацию из двух величин, но не можем дать ответа, так как не имеем критерия оптимальности, пока не введём его из дополнительных соображений. Гёте не случайно говорил,

что между двумя противоположными мнениями находится не истина, а проблема. Чтобы решить её, нужно выйти в дополнительное измерение, вырваться из бинарной схемы.

Итак, диада, или бинарная оппозиция, есть элементарная структура анализа. Синтеза на ней не построить. Для синтеза требуется более ёмкая структура. Примеры из естественных наук подсказывают, что следует обратиться по меньшей мере к триадам [23].

### 1.1.2. Тернарные структуры.

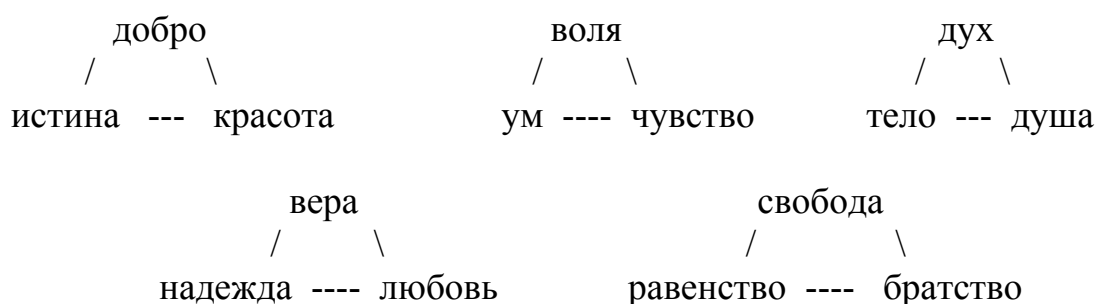
Будем называть триадой совокупность из трёх элементов, каким-то образом связанных между собой. В зависимости от вида связи различаются следующие типы триад.

*Линейные* (вырожденные, одномерные), когда все три элемента расположены на одной оси в семантическом пространстве. Например, 1-10-100, дивергенция-параллелизм-конвергенция, левые-центр-правые. Структурно они не богаче, чем диады.

*Переходные* (гегелевские), характеризующиеся известной формулой "тезис-антитезис→синтез". Они лишь провозглашают снятие противоречия, не раскрывая его движущей структуры.

*Системные* (целостные), единство которых создаётся тремя элементами одного уровня, каждый из которых может служить мерой совмещения двух других. Все три потенциально равноправны.

Особого внимания заслуживает общее семантическое свойство всех системных триад, сложившихся в самых разных культурных традициях. Попробуем увидеть его, собрав вместе несколько классических триад, прочность которых проверена временем:

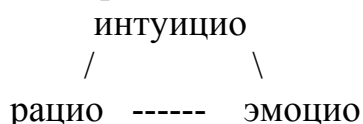


Расположение элементов здесь уже не случайно. Смысловые ряды:

истина – ум – тело – надежда – равенство,  
 красота – чувство – душа – любовь – братство,  
 добро – воля – дух – вера – свобода

очевидно различаются, и появляется потребность подобрать обобщающие понятия, выражающие специфические свойства каждого ряда, отличающие его от двух других. В первом ряду доминирует

аналитическое начало (рацио), во втором – качественное (эмоцио), в третьем – субстанциальное (интуицию). Именно такие аспекты проявляются в каждой устойчивой системной триаде. Источник этой закономерности можно видеть в способности человека мыслить одновременно и понятиями, и образами, и символами. Предлагаемая семантическая формула системной триады



использует понятия, сложившиеся в диадной парадигме и потому довольно условные. Новое смысловое содержание должно постепенно наполняться по мере их проявления в такой триадической структуре. Перекодировка понятий составляет значительную трудность при любой смене парадигмы. Стереотипы, закреплённые в подсознании, очень трудно вытащить и преодолеть на уровне сознания. Тут не обойтись без "эмоцио" и "интуицию".

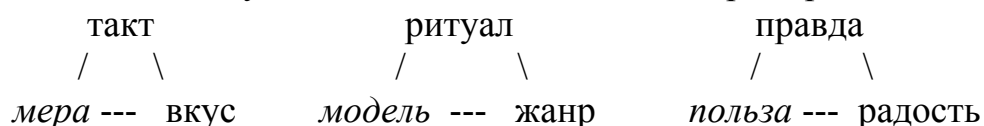
Системная триада появилась у нас как простейшая структурная ячейка синтеза [24]. Третий элемент оказался необходимым для решения проблемы бинарных противоречий как мера их компромисса, как третейский судья, как условие существования. Результат синтеза можно представить как вершину тетраэдра, в основании которого – системная триада. Очевидно, это переходная тетрада. Можно ввести понятия вырожденной и системной тетрады, а также пентады и т.д. Но не будем забегать вперёд по формальному пути, чтобы не уйти в так называемую "дурную бесконечность". Не будем отрываться от семантики, обнаруженной в системной триаде. Она кажется довольно глубокой, интересной, многообещающей.

Какие возможности открывает наша структурная формула? Прежде всего, появляется желание замыкать существующие бинарные оппозиции на целостные триады, дополняя их недостающими компонентами. Так, если в паре "явление-сущность" нехватает рационального элемента, то можно провести аналитическое замыкание, скажем, через "структуру". В дилемме "множество-единство" отсутствует феноменальный фактор, роль которого могло бы сыграть "отношение". Оппозиция "преступление-наказание" не содержит интуитивной компоненты и замыкается в области духа, допустим, через "раскаяние". Расположение исходной диады на семантическом треугольнике подсказывает, где, в каком аспекте искать недостающее звено. Характер замыкания может быть, как видим, и аналитическим, и качественным, и субстанциальным.

Существуют диады, типа "А – не-А", которые, казалось бы, не допускают дополнений. Однако в таких случаях одна из компонент обычно содержательнее другой и выход на триаду достигается путём расщепления доминанты. Например, в случае диады "конечное-

бесконечное" напрашивается расщепление бесконечности на актуальную и потенциальную. В диаде "сознательное-бессознательное" возможно расщепление второй компоненты на подсознательное и надсознательное. В оппозиции естественных и гуманитарных наук можно в гуманитарной области различать науки, относящиеся к душе, к жизни, и науки, близкие к духу, к мышлению.

Отдельные понятия, монады, часто тоже тяготеют к каким-то углам семантического треугольника (как диады – к его сторонам) и потому для достижения целостности нуждаются в дополнениях. Например,



Исходная монада в этих примерах лежит в рациональной области, как и вся традиционная парадигма. Компоненты последней триады могут быть объединены понятием ценности, так что польза предстаёт лишь как рациональный аспект этого значительно более широкого понятия. Радость и правда могут быть бесполезны, но тем не менее они самоценны.

Если вся триада тяготеет к одной из сторон мышления, появляется потребность дополнить её тоже триадами с выходом на более высокий уровень. Например, в триаде "истина-красота-добро" явно доминирует субстанциальное начало, онтологический мотив. Аналитической проекцией этой сущности можно считать триаду "наука-эстетика-этика", так как рациональное отношение к сущности состоит в её изучении, познании. Остаётся построить замыкающую триаду в аспекте "эмоцио", характеризующую качественную сторону отношений, модальность поведения. В этическом плане отношения регулируются моралью, в эстетическом – стилем, в научном – парадигмой. В итоге выстраивается следующая двухъярусная триада



В этой структуре лучше осознаётся понятие парадигмы как рационального аналога стиля и морали.

Операция дополнения ведёт к замыканию в системную целостность, к объединению, синтезу. Обратная операция – трихотомия, т.е. различение одновременно трёх аспектов целостной сущности. Например, в философии различаются такие компоненты как гносеология, аксиология, онтология, а в предметном пространстве мы видим соответственно познание, ценность,

сущее. Метод проектирования оказывается плодотворным и в других случаях. Так триада тружеников искусства "писатель-художник-музыкант" в материальной проекции порождает "слова-краски-ноты".

Исследуя понятие обоснования, Е.П.Никитин [25] увидел в нём такие составляющие как научное объяснение факта, интерпретация художественного произведения, нравственное оправдание поступка. Процесс чтения может иметь следующие эффекты: информационный, эстетический, ассоциативный.

Системная триада часто является структурной опорой дефиниции, определения понятий [26]. Так определение системы как множества элементов, связанных между собой и образующих целостное единство, держится на трёх "китах": элементность-связанность-целостность. В изобразительном искусстве объединяются рисунок-живопись-композиция. Триада польза-радость-правда уже выступала в роли определения ценности.

Стабильность, устойчивость понятия зачастую обеспечивается как раз третьим членом системной триады, соединяющим бинарную оппозицию в жизнеспособный комплекс. Так, этика, регулирующая личные и общественные интересы на основе справедливости, согласно П.А. Кропоткину [27], может быть определена триадой личность-справедливость-общественность. В математической статистике сложилось понятие правильности, противостоящее точности, поскольку при описании реальных не вполне детерминированных объектов существуют границы разумной точности. Эта оппозиция примиряется через понятие вероятности, так что математическую статистику можно определить триадой точность-вероятность-правильность.

### 1.1.3. Из истории тринитарного опыта.

Как известно, "ничто не ново под луной", или, иными словами, всё новое есть хорошо забытое старое. Тернарный опыт человечества достаточно богат, чтобы извлечь из него весомый урок, хотя пока располагается он на периферии современной парадигмы. Однако интерес к нему уже поднимается. Появились первые тома Международной библиографии тринитарной литературы [28], где собрано около 6 тысяч работ по триадическим структурам типа *nosse-velle-esse*, т.е. *cognition-acting-being*, или познание-действие-бытие, соответствующего нашей семантической формуле радио-эмоцио-интуицию.

Взглянем последовательно на системные триады, сложившиеся в науке, искусстве, религии.

В математике известны три типа математических структур: порядковые, алгебраические, топологические.

Трихотомия физики [29] выделяет теорию элементарных частиц, теорию относительности и квантовую механику, причём каждая из этих областей имеет свою фундаментальную константу.

В биологии часто упоминается триада эволюционной теории изменчивость-отбор-наследственность.

В лингвистике, согласно П.А.Флоренскому [30], строение слова может быть представлено триадой морфема-фонема-семема.

В семиотике её основатель Ч.Пирс различал синтактику, риторику и семантику. К сожалению, последующая утилитарная эпоха заменила риторику на прагматику, нарушив целостность теоретической триады.

Трихотомия знака образует известный треугольник Фреге



Д.И.Менделеев в своих "Заветных мыслях" [31] писал: "Хочется-то мне выразить заветнейшую мысль о нераздельности и сочетанности таких отдельных граней познания, каковы: вещество, сила и дух; инстинкт, разум и воля; свобода, труд и долг".

Обращаясь к философам, вспомним, что ещё Аристотель делил науки на теоретические, практические и творческие. Любопытно у него и различение трёх аспектов совершенства: завершённое, наилучшее, достигшее цели.

А вот что пишет А.Ф.Лосев [32] о неоплатонике Прокле: "Прокл является поклонником триады, энтузиастом триады, постоянным воспевателем триады и её восторженным, неистовым служителем, певцом, жрецом, мистагогом... Философская эстетика Прокла есть священный трепет перед триадами".

Бонавентура делил философию на рациональную, моральную и естественную. Д.Локк различал три способа познания: демонстративный, сенситивный и интуитивный.

Кант выделял три средства сообщения: слово-движение-тон, три формы сообщения: артикуляция-жестикауляция-модуляция и соответственно три вида искусств: словесные-пластические-игровые [33].

У Гегеля различаются наука логики, философия природы и философия духа [34].

Учение В.С.Соловьёва о Всеединстве всё пронизано тринитарными структурами.

Переходя к истории искусств, отметим прежде всего, что уже две тысячи лет в архитектуре существует триада Витрувия: польза-красота-прочность, или функциональность-образность-конструктивность.

Говоря о преемственности западной культуры, О.Шпенглер указывает три рукава, каждому из которых по тысяче лет: фаустовский, или европейский, аполлоновский, или греко-римский, магический, или арабский.

Д.Хофштадтер [35], исследуя способность к достижению собственных пределов, объединяет этой темой Гёделя – в математике, Эшера – в изобразительном искусстве, Баха – в музыке.

По-видимому, лучший путь к пониманию Ф.М.Достоевского – через триаду братьев Карамазовых: Иван-Дмитрий-Алексей. Целостное представление о творчестве Л.Н.Толстого создаётся, если объединить "Войну и мир", "Анну Каренину", "Воскресение". В пьесе А.П.Чехова "Три сестры", по мнению А.Эфроса, звучат долг, тоска и вера.

Н.С.Гумилёв различал три типа читателей: сноб, экзальтированный и наивный. О самом поэте говорили, что он соединял в своём творчестве мысль, страсть и одухотворённость.

У В.В.Набокова встречается такая грустная формула человеческого бытия: неизбежность-невозвратимость-несбыточность [36].

М.А.Волошин пишет, что спасая в своём доме отнюдь не ангелов, он относился к ним без злобы, без страха, без осуждения [37].

Вслед за К.Воннегутом многие авторы цитируют такую молитву: "Господи, дай мне душевный покой, чтобы принимать то, чего я не могу изменить, мужество – изменять то, что могу, и мудрость – всегда отличать одно от другого".

Целостными триадами насыщен и русский фольклор: три сына, три героя, три попытки и т.п. И вызрела в нём мудрая пословица "Три самых трудных вещи: долги платить, родителей кормить, Богу молиться".

"Подступы к Троице – в любой великой религии, - пишет Г.А.Померанц, - Древнее мышление было триалистичным. Рационализм тяготеет к дуализму. Триада замыкает расходящийся угол, снимает оппозицию" [38].

В Европе идея Единого в трёх лицах утвердилась в 3-м веке, когда была канонизирована Святая Троица, нераздельная, неслиянная, единосущная. Три ипостаси христианского Бога не нарушают целостного единства, поскольку их различие не переходит в разделение. В то же время различие открывает путь к познанию. Как пишет К.С.Льюис, "Бог ввёл различие внутрь себя, чтобы в единении любви превзойти единство самотождественности" [39].

Образ Святой Троицы проявляется во всём. Так, в христианском богословии с самого начала выделялись три смысла текста: телесный (буквальный, историческо-грамматический), душевный (моральный), духовный (аллегорическо-мистический) [40]. Различаются три типа икон с изображением девы Марии: указующая, умиляющаяся, молящаяся.

Существуют три монашеских обета: нестяжательство, безбрачие, послушание.

Тринитарный архетип можно обнаружить в корнях любой религии. Так, в Индии различают три качества первоначальной материи (Пракрити): Тамас (мрак), Раджа (страсть), Саттва (свет), а у Бога индусов – три лика: Вишну, Шива, Брама [41]. Сами крупнейшие опорные религии мира тоже образуют системную триаду: ислам-христианство-буддизм. А о трёх ветвях христианства ещё П.И.Новгородцев писал, что в католицизме преобладает юридический аспект, в протестантизме – этический, в православии – принцип любви во Христе [42].

"Троица – место будущей встречи всех высоких религий... . Лучшее достигнутое человеком осознание сверхсистемной структуры своего внутреннего мира и Божьего" [43]. В 1929 году Н.К.Рерих, провозглашая принципы Пакта по сохранению культурных ценностей, предложил Знамя Мира – символ, представляющий собой красное кольцо с тремя красными кружками внутри на белом фоне. Этот Знак имеет огромную древность и встречается во всём мире. "Он не может быть ограничен какой-либо сектой, религией, или традицией, ибо представляет эволюцию сознания во всех её фазах" [44]. В 1996 году на российской земле начала действовать Международная Лига Защиты Культуры, инициированная Рерихом 70 лет назад.

Мысль о триединстве науки, искусства и веры развивал в России ещё в прошлом веке князь В.Ф.Одоевский. В "Истории русской философии" В.В.Зеньковского читаем: " Одоевский исходит из того, что в человеке слиты три стихии: верующая, познающая, эстетическая, - поэтому в основу философии должны быть положены не только наука, но и религия, и искусство. В целостном соединении их и заключается содержание культуры, а их развитие образует смысл истории" ([45], с.151). В наше время культура всё больше осознаётся как синтез науки, искусства и религии.

В социальной сфере бинарное мышление выдвигает на первый план оппозицию "экономика-политика". Но для достижения гармонии не обойтись без культурной компоненты. Политический нос и экономический хвост России вязнут сейчас в безнравственной реальности, и к спасительному совмещению их мы можем прийти только через возрождение Культуры.

В поисках новой ведущей общественной идеи Ю.П.Миронов приходит к выводу, что "общество должно быть устроено так же, как сам человек; т.е. клетка организма и организм в целом не могут быть структурно противоречивыми; только единство их устройства гарантирует устойчивость и динамичность развития" [46]. В основу этики он полагает триаду: творчество (цель), любовь (путь), свобода (условие).



Старинная структурная ячейка общества "воинство-гражданство-духовенство" (трипартит) возвращается в поле внимания социологов [47]. Напоминает о себе и ёмкая политическая формула графа С.С.Уварова "самодержавие-народность-православие". В строительстве государства заново примеряется триада власти Ш.Монтескье "законодательная-исполнительная-судебная". Иногда говорят о средствах массовой информации (СМИ) как власти четвёртой. Однако более органично этот фактор смотрится в триаде рычагов власти "финансы – силовые структуры – СМИ".

Обращаясь к истории, можно набрать немало примеров и по структурам более общего типа [48]. Тетрадами, например, занимались такие известные философы как Б.Н. Чичерин и К.Г.Юнг, а из современных авторов – Л.М.Семашко, О.М.Калинин, А.Е.Чучин-Русов. Пентады встречаются в работах В.А.Ганзена.

Почему мы избрали именно триаду в качестве структурной единицы для методологии целостного подхода? Прежде всего, потому что диады было явно недостаточно, а из всех более сложных структур триада – простейшая. Но такой ответ не вполне убедителен, ибо, хотя необходимость ясна, достаточность остаётся под вопросом. Более существенная причина – наличие универсальной семантической формулы системной триады. Она проявляется во всех основополагающих открытиях науки, в гениальных произведениях искусства, в жизнеспособных религиях мира. Интерпретации тетрад, пентад и т.д. более разнообразны, поверхностны, искусственны. Универсальный архетип в них пока не обнаружен.

Существуют, должно быть, и более глубокие основания сфокусировать внимание на тернарных структурах. Природа, в отличие от бравого рассудка, избегает уходить в дурную бесконечность. Формальное продолжение обычно срывается в коллапс. Коридор эволюции достаточно узок. В истории Вселенной предполагается, что когда-то произошёл фазовый переход от начальной многомерности к трёхмерному пространству, обеспечивший рост разнообразия структурных форм. В физике ещё в 1917 г. П.Эренфест обнаружил, что трёхмерность обладает определёнными преимуществами, так как при меньшей размерности не могут возникать сложные структуры, а при большей не могут существовать устойчивые атомы и планетные системы. В многомерных моделях физических пространств дополнительные измерения оказываются свёрнутыми.

В истории человечества наблюдаются длительные полосы господства разобщения, дифференциации, анализа и короткие приступы к единению, интеграции, синтезу, которые повторяются примерно через 900 лет [49]. Каждый пик порождал свою фундаментальную триаду. От 3-го века

осталась Святая Троица, 12-й век дополнил ад и рай чистилищем. Время очередного пика – наш 21-й век, и признаки этой тенденции уже на пороге. Какое из мучительных противоречий он сможет разрешить, замкнув на целостную триаду? Хаос-порядок? Материя-сознание? Зло-добро?

Конечно, на эту закономерность накладываются и другие, которые делают предстоящую попытку синтеза решающей. Откат уже опасен смертельно. Человечество подошло к рубежу, на котором одномерное антагонистическое мышление становится самоубийственным. Если мы выживем, то через преобразование сознания.

## 1.2. Свойства триадической структуры

### 1.2.1. Принцип неопределённости-дополнительности-совместности.

В классической парадигме господствовал принцип детерминизма. От научного описания требовалась полная определённость. И когда физики в экспериментах на микроуровне столкнулись с фактической невозможностью детерминированного описания, они долго не могли смириться с мыслью, что дело тут не в несовершенстве эксперимента или теории, а в фундаментальном свойстве природы. Иллюзия детерминизма столь сильна, что многие физики до сих пор продолжают стремиться к полной определённости, пытаясь отыскать так называемые "скрытые параметры", которые помогли бы вернуться к детерминированному описанию. Философы-материалисты тоже предпочитают расширять смысл понятия "детерминизм", чем соглашаться на отказ от него.

Тем не менее, принцип неопределённости, благодаря неоспоримым успехам квантовой механики, всё-таки завоевал право на признание. В физике он находит выражение в соотношении Гейзенберга

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar,$$

где  $\Delta x$  – неопределённость в установлении местоположения частицы,  $\Delta p$  – неопределённость её импульса ( $p = mv$ ),  $\hbar$  – константа Планка. Чем точнее мы стремимся определить какую-либо из этих двух величин ( $x, p$ ), тем меньшая точность будет достижима в определении другой. Полное знание одной влечёт полное незнание другой. Константа  $\hbar$  выступает мерой неопределённости.

Оказалось, что закономерность такого рода существует не только в физике микромира. Обнаружена она и в биологии, и в психологии, и в социологии, и вообще всюду. Вспомним оппозицию точность-правильность в определении математической статистики или личность-общественность в определении этики.

Нильс Бор, рассматривая этот феномен с позиций натурфилософии, назвал его принципом дополнительности. Различные подходы к

изучаемому объекту взаимодополнительны. Частица может проявляться и как корпускула, и как волна. И ни одна теория не может быть исчерпывающей. Более того, Бор усилил этот принцип до парадоксальной формулировки: для глубокой истины обратное утверждение столь же истинно. Правда, в бинарной логике такой принцип опровергает самого себя.

Обращаясь к триадической структуре, принцип неопределённости-дополнительности-совместности можно сформулировать следующим образом: *в системной триаде каждая пара элементов находится в соотношении дополнительности, а третий задаёт меру совместности*. Количественно эту закономерность нетрудно проследить на примере асимптотической математики, которая определяется триадой "точность-локальность-простота" [50]. В случае разложения функции  $f(x)$  по асимптотической последовательности  $\varphi_n(x)$  при  $x \rightarrow 0$  величина  $\Delta = |f(x) - \sum^N a_n \varphi_n(x)|$  характеризует точность,  $x$  – локальность,  $N$  – простоту. В классической математике  $x$  фиксировано,  $N \rightarrow \infty$  и говорится о сходимости; в асимптотической математике  $N$  фиксировано,  $x \rightarrow 0$  и говорится об эффективности приближения, выражающейся в оптимальном сочетании простоты и точности. Совмещение точности и простоты достигается по мере локализации.

В личностном плане такое же свойство проявляется в триаде "долг-любовь-призвание". Или в триаде Зиедониса "для себя – для других – для идеи" [51]. В социальном плане можно вспомнить древнюю триаду "закон-народ-власть", в которой противоречия между законом и народом разрешаются через власть, между народом и властью – через закон, между властью и законом – через народ.

Попарное рассмотрение противоречий при фиксированной мере остаётся данью бинарной парадигме. Одновременное включение всех трёх компонент описывается симметризованным соотношением, которое получается перемножением трёх неравенств вида  $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq h_3$ , образуемых циклической перестановкой индексов. В результате имеем  $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \cdot \Delta x_3 \geq (h_1 h_2 h_3)^{1/2} \equiv H$ .

Расшифровка этих величин зависит от рассматриваемой системы. Вопрос о постоянстве и универсальности  $H$  ещё не решён. Если отталкиваться от физики, то, различая, по Филберту [29], теорию элементарных частиц, теорию относительности и квантовую механику, имеем соответственно три меры ограничений, задаваемые константами  $e$  (заряд электрона),  $c$  (скорость света),  $\hbar$  (константа Планка), безразмерная комбинация которых образует известную постоянную тонкой структуры  $\alpha = e^2/\hbar c = 1/137$ . Можно предположить, что именно она определяет универсальный масштаб  $H$ . Другие варианты трёхконстантной физики связаны с привлечением вместо  $e$  гравитационной постоянной  $G$  или фундаментальной планковской длины  $l_{pl}$  [52].

Абсолютизация любой компоненты разрушает целостность триады. Так в асимптотической математике погоня за абсолютной точностью ведёт к чрезмерному усложнению или к предельной локализации, т.е. к вырождению области в точку. Абсолютизация идеи приводит к фанатизму. Детерминизм оказывается помехой, препятствием на пути к единству. На первый план выдвигается проблема мерогенеза.

### 1.2.2. Мягкость системных триад.

Традиционный научный подход требует объективности, независимости от исследователя. Результат должен быть воспроизводим в другой лаборатории. Ещё Галилей заявлял, что научный метод состоит в том, чтобы изучать мир так, как если бы в нём не было сознания и живых существ. Такая независимость означает жёсткость.

Детерминизм способствовал независимому развитию науки, но и уводил её от жизни с присущим ей индетерминизмом. "Злоключения науки, - пишет К.А.Свасьян, - начались с того, как её отделили от искусства, вытравляя из неё всё личностное и постольку неисповедимое" [22]. Научный язык отличается от обыденного своей строгостью, стремлением к однозначной определённости. Оперировать разрешается только строго определёнными понятиями. Были даже попытки создать замкнутые языковые системы, но они оказались нежизнеспособными и остались музейными экспонатами.

Гибкость, мягкость, открытость, свойственные естественному языку, должны быть и у методологии, претендующей на изучение жизненных явлений. В.В.Налимов, развивая вероятностную модель языка, ввёл понятие индивидуального смыслового фильтра [53]. Осмысление любого слова подсознательно профильтровывается через личностный опыт. «В каждом акте познания присутствует страстный вклад познающей личности и эта добавка – не свидетельство несовершенства, но насущно необходимый элемент знания», - пишет М.Полани [54].

Неоднозначность, существующая в монадах, знакома всем, кто пользовался словарями. Если в диадах ввести некий канон, скажем "хорошо-плохо", то соотнесение с ним конкретных оппозиций "пресно-кисло", "тепло-холодно", "левые-правые" у разных людей будет различным. В триадах для многозначности места ещё больше.

Одно и то же понятие в разных компаниях может играть разную роль:



Возможны и разные варианты трихотомии. Например, музыка – это "ритм-мелодия-гармония" и "марш-песня-танец" [55]; философия – это "гносеология-аксиология-онтология" и "позитивизм-экзистенциализм-томизм". Привязка к семантической формуле часто зависит от

менталитета. Возьмём, например, триаду человека "тело-душа-дух". На Западе эмоции связываются больше с душевными переживаниями, а рациональный аспект требует материального носителя; на Востоке разум является атрибутом души, а чувства скорее телесны. В итоге получается зеркальное отражение:



Отсюда, примат рационального означает, при общей бездуховности, на Западе – бездушное тело, на Востоке – бестелесную душу.

Большой разброс наблюдается и в понимании такого термина как "символ" по отношению к "знаку". У Лекомцева это тип знака [56], у Свасьяна, наоборот, знак есть актуализация символа [57], у Лосева "знак-миф-символ" – триада языка [58].

Что демонстрируют эти примеры? Размытость конструкции, неоднозначность решения, неубедительность выбора. Человека, воспитанного на традиционной парадигме, всё это настораживает, смущает, мучает. Для рационалиста сила гибкости выглядит как слабость. Однако, задавая вопрос "Почему так, а не эдак?", следует осознать, что он – из бинарной парадигмы. Триада же больше сопоставляет, соединяет, сращивает, чем противопоставляет, расщепляет, отталкивает. Различение признаков, сторон, аспектов не должно переходить в разделение, уничтожающее целостность. Чрезмерный анализ губителен для триады!

Неточность – остаётся, но степень неточности соответствует естественной гибкости языка. Как в языке смысл слов уточняется по контексту, так в триаде правильный аспект, подходящие соседи, надлежащий уровень придают термину достаточные точность, убедительность, основательность. Прочные плавники кита и дельфина состоят из непрочных элементов. Асимптотическая математика, совмещающая точность, локальность и простоту, вносит в математику ту мягкость, которая необходима для адекватного описания всего живого.

Ситуация неопределённости осложняется ещё трудностями переходного периода. Понятия, сложившиеся в бинарной парадигме, не легко укладываются в триадическую структуру. Некоторые термины не сразу находят себе место, для других позиция безразлична, третьи гурьбой устремляются в одну нишу, мешая друг другу. Сами ниши иной раз пустуют в ожидании законного хозяина: символ, образ, идея есть, а слова подходящего не находится. Основная трудность – в различении "эмоцио" и "интуицио", души и духа, так как долгое время всё это относилось к чему-то неразличимо иррациональному.

Свойство мягкости, проявляемое триадической структурой, - не недостаток, с которым приходится мириться, а очень существенное

качество, которое следует оценить по достоинству. Без него невозможно познание человека, наделённого свободой воли; невозможно примирение тенденций к суверенности и взаимозависимости частей современного мира; невозможно совместить единство целого и свободу частей. В жёсткой структуре единение ведёт к тоталитаризму.

### 1.2.3. Фундаментальность понятия целостности.

Слово "целостность" появляется в определении "системы" как её существенное свойство. Интуитивно оно воспринимается также и в качестве интегрирующего. Следовательно, у этого понятия есть двойная роль, двойная функция: аспектная и интегральная. Как их совместить?

В рациональном мире работают научные методы, в эмоциональном действуют чувства, в интуитивном ... . Тут мы обычно спотыкаемся в поисках подходящего слова, а суть всякий раз ускользает. Можно, конечно, отмахнуться от непонятного и ограничиться тем, что поддаётся вербализации и формализации. Но эфемерная субстанция оказывается весомой и коварной. И непобедимо притягательной.

Попыткам анализа целостности можно посвятить большую книгу. Начинались они обычно в рациональной области, затем устремлялись за предметом в область интуиции и там угасали, не в силах адекватно описать это понятие языком науки. Формализовать удавалось лишь какие-то следствия, эффекты, проявления целостности, и это были уже безжизненные схемы. Завершающая глава книги могла бы называться "кладбищем намерений". Приведём некоторые высказывания, которые можно было бы прочесть на тех могилах.

Ю.М.Лотман: «Самый факт описания превращает динамический объект в статическую модель... . В процессе структурного описания объект не только упрощается, но и доорганизуется, становится более жёстко организованным, чем на самом деле» [59].

К.А.Свасьян: «Символ не сводится к его морфемам» [57].

Ф.И.Тютчев: «Мысль изреченная есть ложь» ([60], с.139).

Настроение безнадежности сильнее всего передал, пожалуй, А.Бергсон: «Действительность есть вечное становление, порыв, изменение, творчество, насилуемое формами мышления... . Формы эти старательно классифицируются, создавая нам многообразие "научных картин". Мы, таким образом, обречены на "оформленность"» ([57], с.46).

Однако встречаются и оптимистические оценки перспективы. Так, Ю.В.Линник, отмечая, что «попытки постичь целостность аналитическими методами приводят к драматическим антиномиям», всё-таки утверждает: «Если научно-аналитические методы иногда пасуют перед феноменом целостности, то это не значит, что целостность вообще не познаваема» [61]. Вопрос, таким образом, фокусируется на средствах познания.

Будучи субстанциональным аспектом системы, целостность должна постигаться интуитивно. Постараемся напрячь нашу интуицию, развивая представление о целостности. При взгляде на объект извне это понятие ассоциируется с обособленностью, самостоятельностью, замкнутостью. Если же смотреть изнутри, то это слово обретает смысл лишь тогда, когда появляется представление о внешнем, т.е. при наличии открытости (через двери, окна, форточки). Таким образом, целостность соединяет в себе противоположные свойства (замкнутость и открытость), которые должны находиться в соотношении дополнительности, не отдавая друг другу полной победы. Прекрасно сказал Гёте: "Когда целое вполне обнаруживает себя, оно указывает на всё остальное, и в этом понимании лежит величайшее дерзновение, и величайшее смирение" [62].

Когда говорят, что целое не сводится к сумме частей, обычно ссылаются на взаимодействие между частями (эффект корреляций). Реже упоминаются внешние связи, хотя они не менее важны для понимания сущности этого термина.

В процессе перестройки мышления на новую парадигму понятие целостности сражается с понятием полноты [63]. На первый взгляд, это понятия близкие, родственные. Но уточнение их разводит. Стремление к полноте – вектор стратегии научного поиска в рамках прежней парадигмы. А целостная картина – всего лишь предварительный, приблизительный, эвристический этап, подлежащий преодолению на пути к полному знанию. Но что происходит при достижении полноты описания какого-либо объекта? Очевидно, остановка в его развитии, конец жизни, умирание. Идеал оборачивается гибелью. Этот парадокс повсеместно встречается как в сказках, так и в судьбах, и многократно описывался. Кумиры формализма оказывались несостоятельными, и в моменты разочарования от их банкротства нередко раздавались голоса о необходимости смены парадигмы (Н.А.Козырев, А.А.Любищев, В.В.Налимов и др.).

Постепенно осознавалось, что жизнеспособным, самостоятельным, органическим системам свойственна скорее не полнота, а нечто другое, что лучше называть целостностью. Освоение этого понятия происходило в ходе становления системного подхода. Философское определение системы, включающее целостность, рождалось в муках и спорах, ибо понятие целостности не удавалось объяснить привычными, известными, ясными словами. М.К.Мамардашвили пишет об этом так: «Эффектами целостности или системности мы называем то, что не можем представить дистинктно. Это вынужденное понятийное орудие... Мы имеем дело с чем-то, что мы в принципе не должны стремиться представить наглядно или модельно, с чем мы должны обращаться, как с символами. Никакой целостный эффект не разворачиваем в реальную совместность или последовательность дистинктных объектов с их свойствами... Необходимо пересмотреть классические абстракции, ввести онтологический принцип

неполноты бытия» [64]. Речь идёт о смене идеала, о переходе к целостности как к более фундаментальному понятию, чем полнота. Полные описания ограниченных моделей становятся, таким образом, лишь вехами на пути к постижению целостных объектов. В новой парадигме вектор стратегии поворачивает от полноты к целостности.

Принципиальная невозможность полного описания целостности связана также с непрерывным изменением мира. П.Г.Светлов в письме к А.А.Любичеву писал: «История есть продолжение сотворения мира и тем самым истина нам ещё далеко не открыта полностью... Мнение, что вся истина нам открыта и мы обладаем всем, что нужно для нашего спасения, а следовательно и беспокоиться больше не о чём, - одно из основных положений православного богословия, но это составляет предмет моего большого сожаления» [65].

Полнота достигается фактически только на моделях. Так, при математической постановке задачи, имея дело с системой уравнений, описывающих рассматриваемое явление, мы задаём граничные условия (замыкание в пространстве), начальные условия (замыкание во времени) и все эффекты других масштабов выражаем в терминах основного уровня (замыкание в масштабе). Если же не делать этих последних шагов к полноте описания, то можно сказать, что целостность сохраняется, благодаря внешним связям в пространстве, времени и масштабе. Для существования таких каналов необходимы зазоры, связанные с принципом неопределённости-дополнительности-совместности. До тех пор, пока этот принцип соблюдается, стремление к совершенству полноты не нарушает целостности. Но всегда наступает момент, когда абсолютизация начинает уводить от жизни. С этого момента входят в силу законы целостности. Ограничительная мера проявляется во многих обычаях, нормах, законах общества. Так, в мафии опасно слишком много знать, пророков в ближайшем окружении не жалуют, одежду принято носить не только для утепления и украшения. Последнее обращает внимание на этимологию слова "целомудрие".

Итак, стремясь к целостности, надо отказываться от полноты. Чтобы лучше это понять, обратимся ещё к жанру исповеди, классические образцы которой дали Бл.Августин, Руссо, Л.Толстой. Идеал совершенства, чистоты, полноты предписывает стремление к предельной искренности, без оглядки на цензора, зрителя, внешний суд. Но попробуйте устранить этот второй план – и исповедь погибнет. Точно так же необходима условность в театре, а ещё раньше она воплощается в детских играх. Стремясь к завершённости, мы где-то начинаем удаляться от жизни и оказываемся на похоронах. Идеал хорош до тех пор, пока мы не слишком к нему близки.

Ранее отмечалось, что целостность пропадает, когда нарушается соразмерность компонент системной триады, когда некоторые из них, так



сказать, увядают. Но в сильной триаде возможна регенерация ослабевших свойств, восстановление их через другие компоненты, так что, как в Святой Троице, каждая ипостась способна являть целое.

Тяга к целостности есть тяга к жизни. Любопытно в этом плане наблюдение, которое сделал художник К.С.Петров-Водкин, исследуя триаду основных цветов "жёлтый-красный-синий". Он заинтересовался тем, что «у цвета имеется свойство не выбиваться из трёхцветия, дающего в сумме белый цвет, т.е. свет. Благодаря этому свойству сложный, двойной цвет вызывает по соседству нехватящий ему для образования трёхцветия дополнительный» [66]. В качестве примера он называет зелёный луч заката, синюю ночь у костра, красную дорожку на лугу. Это стихийное стремление к гармонии целого через мираж дополнения является свойством и человеческой психики. Действительно, не по той ли закономерности мы в истине хотим видеть добро и красоту, в любви обретаем надежду и веру, в правде чувствуем отблеск радости и пользы?

Природная тяга к целостности заставляет человека совершать поступки, трудно объяснимые с рутинных позиций. Тоскующая душа ищет выхода к гармонии, к счастью, к слиянию с мировой душой. Осознавая эту закономерность, можно говорить о путях восхождения, различая исходные позиции по аспектам системной триады.

Вырастая из прежней парадигмы, приходится преодолевать хронический радио-уклон. Но как? Возможный путь: отказ от метода отрицания. Отучиться отвергать с порога непонятное, отвыкнуть от подозрительности к новому, перестать видеть в инакомыслящем врага. Пора осваивать принцип приятия: признание-сочувствие-доверие [67].

В природе, социуме, ноосфере уже происходят важные события, генерирующие процессы в этом направлении. Не так давно иммунологи нашли препарат, снимающий реакцию отторжения чужих органов. Это открытие, согласно гипотезе Шелдрейка о заразительности идей [68], должно повлиять на все области знания. Социологи, конечно, задумаются над "препаратом", снимающим реакцию отторжения социальных целостностей.

Иммунитет был в широком смысле краеугольным камнем бинарной парадигмы. Он обеспечивал самосохранение организмов и всех частей мира, пока жизнь их была локализована. По мере того, как сохранение мира и жизни становится глобальной проблемой, происходит перестройка камней фундамента. Переход к новым масштабам иммунных систем даётся непросто. Достаточно назвать бич аллергии или эпидемию СПИДа. Но в то же время эти бедствия заставляют человечество направлять больше внимания и сил на разрешение проблемы единения через приятие.

Восхождение к целостности из эмоцио-уклона кажется не столь актуальной задачей. Но присматриваясь к соответствующим периодам в истории человечества и судьбам отдельных людей, можно заметить, что

изживание эмоционального комплекса связано видимо с жертвоприношением, имевшим когда-то глубокий смысл, утраченный утилитарной эпохой.

При подъёме через субстанцию, от интуицию, возникают трудности с различением аспектного и интегрального понимания целостности. Бинарная парадигма не выработала соответствующего расщепления понятий. Поэтому во многих случаях приходится специально оговаривать или маркировать наличие широкого и узкого смысла. Такие понятия, как космос, жизнь, добро, без расщепления вытянуты вверх наподобие вертикальных мостов. Близость аспектного и интегрального понятий целостности создаёт впечатление о преобладании субстанциального пути к синтезу, через интуицию.

В статье "Интуиция – мать порядка" Б.В.Раушенбах пишет: "Даже в самой тяжёлой ситуации надо стараться жить достойно. Это, опять-таки, не "рацио" или "эмоцио" подсказывают – а всё та же интуиция: жить достойно – значит жить впрок. На будущие поколения" [69].

### **1.3. Проблема систематизации**

Линейный характер традиционной парадигмы создавал впечатление, что развитие науки идёт путём постепенного накопления знаний, наподобие увеличения числа знаков после запятой в числе  $\pi$ . Однако существенные перемены, сопровождавшие переход к неклассической картине мира и затем к эволюционной, показали, что неизбежны коренные перестройки в базовых представлениях о мироздании. В концептуальной системе со временем назревает необходимость качественной смены самой структуры, как, например, в домашней библиотеке.

А.А.Любищев писал об этом так: «Развитие наук идёт не путём накопления окончательно установленных истин, а путём последовательных синтезов» [65]. И ещё: «Прошлое науки - не кладбище с могильными плитами над навеки похороненными заблуждениями, а собрание недостроенных архитектурных ансамблей, многие из которых были не закончены не по порочности замысла, а по несвоевременности или по чрезмерной самоуверенности строителей» [65].

#### **1.3.1. Вход в проблему.**

Термин "систематизация" обычно означает упорядочение, установление порядка, его отыскание или наведение. При этом наряду со словом "система" употребляются и такие близкие понятия, как класс, структура, тип. Попробуем сначала упорядочить сами эти термины. Раскрывая смысл понятий, целесообразно различать и объединять традиционный, современный и этимологический аспекты. Этимология (греч. *étymon* –

истина, истинное значение слова) – изучение происхождения слова. Обращаясь к этимологии, имеем:

- classis (лат.) – разряд, группа, класс;
- structura (лат.) – строение, расположение, порядок;
- týpos (греч.) – отпечаток, форма, образец;
- sýstema (греч.) – соединение.

Взглянем теперь на трактовку этих понятий у ряда современных авторов. В [70] систематизация – это естественная классификация. В [71] под классификацией понимается индуктивный способ группирования, а под систематизацией – дедуктивный. В [72] различаются два аспекта систематизации: классификация – по количественным признакам, типизация – по общим характеристикам. Соотношение системы и класса в этих трактовках различное: к/с, к-с, с/к.

Попробуем применить триадную методологию, исходя в основном из этимологии и учитывая следующие соображения:

- 1) Классификация опирается на количественные различия.
- 2) Структура – совокупность устойчивых связей.
- 3) Тип, согласно Б.С.Кузину [65], есть идея многообразия форм, которая не может быть адекватно воплощена, а лишь манифестируется через эти формы.

В результате получается триада

тип  
/     \

класс --- структура,

которая может быть названа системой (соединением), где класс выражает элементность, структура – связанность, тип – целостность.

Рассмотрим ещё вторые корни составных слов: -номия, -а(к)ция, -логия. Nomos означает закон, facio – делание, logos – слово, учение. В итоге выстраивается триада

-логия  
/     \

-номия ----- -ация,

которая вместе с предыдущей может образовать 9 комбинаций, а с интегральным понятием "система" – ещё 3. Не все из них используются, но многие начинают входить в употребление, как, например, (с 1979 г.) классиология.

Самый расхожий термин – классификация. Но и он понимается неоднозначно. В книге [73] отмечаются три значения этого слова: процедура построения, результат, процедура использования. Эти аспекты образуют системную триаду

узнавание  
/     \

картотека ----- использование.

(греч. *thēkē* означает хранилище,местилище, ящик).

В любой конкретной области первичное упорядочение диктуется качественными особенностями материала и достигается сравнительно просто и естественно. Специалист в данной области на первых порах не нуждается в какой-либо теории классификации, т.е. в классиологии. Однако с накоплением материала ситуация усложняется и систематизация становится проблемой, требующей специального внимания.

Прежде всего, осознаётся недостаточность, неадекватность одномерного расположения частей, пригодного лишь тогда, когда критерий разбиения один. Во всех других случаях линейное расположение существенно искажает структуру материала. Шедевром такого построения является следующая пародия на классификацию (вероятно, придуманная Х.Л. Борхесом): животные подразделяются на а) принадлежащих Императору, б) бальзамированных, в) прирученных, г) молочных поросят, д) сирен, е) сказочных, ж) бродячих собак, з) включённых в настоящую классификацию, и) буйствующих, как в безумии, к) неисчислимых, л) нарисованных очень тонкой кисточкой из верблюжьей шерсти, м) прочих, н) только что разбивших кувшин, о) издалека кажущихся мухами [74].

Реальное положение дел скорее грустно, чем смешно, так как даже в учебной литературе многие перечни признаков, свойств, факторов в принципе недалеко ушли от этого "шедевра". Хотя пересечений разделов обычно избегают и уровни описаний стараются не смешивать, разные модальности зачастую структурно не выделяются. Так в учебном пособии А.А.Горелова подряд перечисляются 12 характерных черт науки, 9 всеобщих методов, 14 постулатов психогенеза, а в книге [75] – 39 очень различных направлений информაციологии.

Конечно, одномерные проекции во многом обусловлены линейностью письма и чтения. Но существуют же, кроме словесного текста, графы, формулы, рисунки и другие неодномерные формы изображения. К линейности как одномерности нас привязывает ещё и традиционная бинарная парадигма, ибо всякая бинарная оппозиция выделяет в пространстве понятий лишь одно измерение.

Комплексируя понятия в целостные структуры, необходимо различать и области, и модальности, и уровни.

С увеличением информации роль систематизации тоже возрастает и не только количественно. Появляются новые, качественные проблемы. В ходе строительства баз и банков данных при создании информационных систем стремление к машинной алгоритмизации заставляет переводить качественные характеристики на количественный язык, в результате чего на выходе информация часто тонет в количественном хаосе. Хранителем качества объекта призвана быть структура классификации. Поэтому проектирование информационной системы должно начинаться с создания

классификатора, обеспечивающего естественную организацию её элементов и связей [76] .

Для объектов, способных к самоорганизации, т.е. приближающихся к живым, структура классификаторов всё более обретает свойства системной триады. Так, в книге [77] различаются сетевые, реляционные и иерархические базы данных и рассматриваются три уровня структурного проектирования: физический, реализационный, концептуальный, каждый из которых вновь подвергается трихотомии. В частности, концептуальный уровень характеризуется триадой

сущность  
/            \  
атрибуты ----- связи,

положенной в основу книги [78] и близкой к известной философской триаде

вещь  
/            \  
свойства ----- отношения,

стимулировавшей разработку тернарного формализма А.И.Уёмова [79].

Аналогичная ситуация складывается в исследованиях по искусственному интеллекту [80] , где возникают три вида систем нового типа: расчётно-логические, экспертные, информационно-поисковые и формируется интеллектуальный интерфейс с тремя блоками: база знаний, планировщик, процессор общения.

### 1.3.2. Понятие естественной системы.

Чем ближе к жизни, тем острее становится проблема естественной системы, тесно связанная с целостностью объекта. Дать определение естественной системы оказалось столь же трудно, как определение целостности.

А.А.Любищев писал: «В своей работе систематики прежде всего стремятся к установлению порядка в колоссальном многообразии наблюдаемых объектов. Но порядок может быть или искусственно установлен или открыт. Например, если мы не можем обнаружить (или не успели этого сделать) порядок в том или ином многообразии, то мы нумеруем объекты или называем их и потом регистрируем или по номерам или по алфавиту. Здесь нет ещё не только никакой систематизации, но даже классификации, а есть простая регистрация по чуждому объекту признаку. Классификация наступает тогда, когда мы распределяем объекты по классам, используя свойства самих объектов: она может быть искусственной или естественной – последнее в том случае, если структура свойственна изучаемому многообразию.» [81].

Таким образом, система тем естественнее, чем больше её структура воплощает имманентные свойства объекта. Само положение объекта в

такой системе должно определять все его признаки. Основанием же классификации должны служить ведущие, определяющие признаки, от которых зависят все остальные. Чем же тогда является основание классификации: объективной дифференциацией природных явлений или результатом человеческой классообразующей деятельности? [73]. И ещё вопрос: возможна только одна естественная классификация или может быть несколько равноправных естественных классификаций?

В книге [73] существующие критерии естественности классификаций, следуя Ю.В.Забродину, упорядочены по убыванию их "силы": от закона до стойкости при смене парадигмы. Рядом с законом назван критерий А.А. Любищева: максимум свойств объектов в зависимости от места в классификации. Похожая формулировка даётся в книге [82]: «Наилучшая классификация та, которая содержит в себе максимальную информацию в сочетании с максимальной лёгкостью её извлечения». Таким образом, естественная система – понятие явно асимптотическое.

Какую же форму может или должна принимать естественная классификация, естественная система? Иными словами, в каком виде является к нам целостность? В системологии различаются три формы классификации: комбинативная, иерархическая, параметрическая.

При комбинативной классификации выделяется некоторое количество признаков  $\alpha_i$  ( $i = 1, 2, \dots, s$ ) и рассматриваются их значения  $\alpha_{ij}$  ( $j = 1, 2, \dots, m_s$ ). Например, такой признак, как число ног у животных, может принимать значения 2, 4, 6 и другие. Положение объекта в такой системе характеризуется индексами  $ij$ . Если каждый из  $s$  признаков может принимать  $m$  значений, то всего имеется  $m^s$  ячеек. Так в статье [83], где предложена комбинативная классификация форм существования материи,  $s = 3$ ,  $m = 2$ , так что число форм оказалось равно 8. Очевидные существенные недостатки комбинативной системы: равноправие и независимость признаков. Любой фактор либо совсем не учитывается, либо, будучи включённым, сразу становится полноправным признаком, И чем шире становится набор признаков, тем важнее эффект корреляций, взаимозависимости, которая в этой схеме никак не учитывается.

Иерархическая форма системы характеризуется наличием разных уровней общности. Отражая процесс исторического развития организмов, она строится наподобие так называемого филогенетического древа (от греч. *phýlon* – род, племя), ствол которого многократно разветвляется, завершаясь минимальной структурной единицей – видом. В обратном направлении имеем последовательно род, семейство, отряд, класс, тип, царство. Такую систему организмов разработал шведский натуралист Карл Линней (1707-1778). Долгое время она занимала господствующее положение, считаясь самой естественной. Однако далеко не все факты хорошо укладывались в эту схему. Трудности возникали, например, с

объяснением явлений параллелизма и конвергенции. Детальную критику можно найти у А.А.Любичева [84].

Разрабатывая более совершенную форму системы, он писал: «Ни иерархический, ни комбинативный принцип не могут рассматриваться как высшие принципы систематизации... Для конструкции высших, параметрических систем мы должны пользоваться какими-то более или менее априорными постулатами... Путь к определению параметров в значительной степени связан с "нащупыванием", многочисленными эмпирическими попытками построения систем... Важным этапом является комплексирование единичных признаков в более сложные... Из общего целостного принципа могут быть выведены все особенности элементов системы. К такому идеалу стремятся все великие философские системы. На принципе единства, целостности и красоты Космоса строились космологические системы, начиная от Пифагора и вплоть до Кеплера»[85].

Таким образом, параметрическая форма строится по немногим управляющим признакам, с которыми остальные, подчинённые, связаны коррелятивно, так что все свойства объекта, как и ожидается от естественной системы, определяются его положением в ней. Комбинативная и иерархическая структуры могут быть фрагментами параметрической системы. Пространственная схема жёстко не задаётся. Так, у системы химических элементов Д.И.Менделеева, где единственным определяющим параметром является заряд ядра, форма всё-таки неоднородна благодаря периодичности химических свойств. Другие примеры удачных классификаций (приближающихся к естественным) существуют в кристаллографии, астрофизике, генетике.

Управляющие параметры системы могут формироваться путём объединения сходных признаков в более сложные, определяющие комплексы. При этом целесообразно стремиться к независимости параметров, выражающейся в ортогональности осей семантического пространства. Тем самым будет достигаться минимизация числа параметров и устраняться информационный шум от корреляций [86]. Комплексный признак может не иметь готового названия, но он реален, если воплощает смысл целостной сущности.

Сколько же независимых параметров должно остаться в результате такой процедуры? В 50-е годы прошлого столетия интересное исследование провели американские лингвисты [87]. Взяв в качестве возможных осей множество бинарных оппозиций типа хороший-плохой, большой-маленький, быстрый-медленный и т.п., они предложили разным людям размещать на этих шкалах отдельные слова. Пятьдесят осей, сто человек, двадцать слов образовали сто тысяч суждений. Корреляционный анализ показал, что с точностью до двух процентов все оси можно сгруппировать в три независимых (ортогональных) пучка (комплекса), получивших названия: *оценка, сила, активность*.

Системы, претендующие на естественность, постоянно подвергаются совершенствованию и перестройке, в то время как искусственные схемы долго не меняются. Объясняя этот парадокс (искусственное стабильнее естественного), К.Бэр пишет: «Следует учесть, что человек может решать, каким способом он хочет удовлетворить определённую потребность, способ же толкования законов природы зависит от его индивидуальности и степени его образованности. Подобное соотношение имеется между положительным законом и естественным правом» [88].

### 1.3.3. Классификация наук.

Посмотрим, как идёт поиск естественной системы в науковедении.

Долгое время господствовала, со ссылкой на Ф.Энгельса, линейная классификация по усложняющимся формам движения:

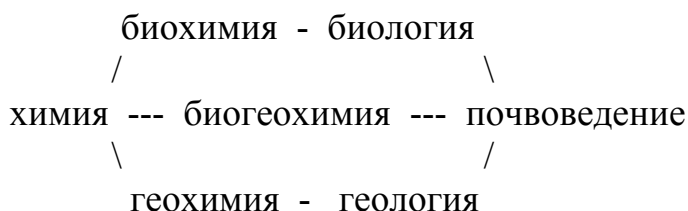
механика - физика - химия - биология  
(массы) (молекулы) (атомы) (белки)

В скобках указываются соответствующие материальные носители. Следующим звеном в этой цепочке называлась социология (люди).

Взрыв такой одномерной схемы был неминуем: в ней не находилось мест ядерной физике, геологии, кибернетике, ...

Большую работу по анализу и преодолению возникших трудностей провёл Б.М.Кедров. Перечни особенностей развития и методов естествознания в его книге [89] ещё не структурированы, а виды законов представлены в бинарных оппозициях ( узкие-широкие, общие-частные, качественные-количественные и т.п.). Однако одномерную схему ему всё-таки пришлось взломать.

Так, в поисках места для геологии Б.М.Кедров строит следующее разветвление:



Дополнительные измерения вводятся и по линии углубления знаний в отдельных областях. Для математики и логики находится место на оси абстрагирования.

Вопрос о том, считать ли математику и философию науками вообще, продолжает вызывать споры, так как к эмпирическим наукам они не относятся. А.А.Любищев, цитируя любимое выражение «Математика – царица и служанка всех наук», обычно напоминает при этом слова Канта, сказанные по поводу известного изречения «Философия есть служанка богословия». «Согласен, - говорил Кант, - но ведь служанки бывают



разные: одни несут шлейф госпожи, а другие – факел, освещающий ей путь».

На пути к системной классификации закономерно появляются и тернарные комплексы. Б.М.Кедров называет три подхода к систематизации наук: предметный (что?), методологический (как?) и прикладной (для чего?) [90]. J.R.Rouse выделяет три пути научного знания: рационализм, эмпиризм и метафоризм [91]. Н.Ф.Овчинников различает науки неорганические, органические и социальные [92]. В.А.Конев дополняет неорганическую и живую природу миром культуры [93].

К.Поппер (1902-1994), фиксируя недостаточность мира физических сущностей и мира духовных состояний, развивает концепцию третьего мира, куда относит науку и культуру [94].

Триадические структуры в работах по классификации можно найти и у прежних авторов.

Бонаventura (1217-1274), следуя образу Святой Троицы, различал три части философии:

естественная (Отец)  
/                      \  
рациональная (Сын) ----- моральная (Св.Дух),

каждую из которых подвергал дальнейшей трихотомии: в рациональной философии он видел логику-риторику-грамматику, в моральной – семейную-социальную-индивидуальную, в естественной – математику-физику-метафизику [95].

Георг Вильгельм Фридрих Гегель (1770-1831) создал в философии не только переходные триады. В его системной триаде философии:

философия духа  
/                      \

наука логики    -----    философия природы

наука логики включает учения о понятии – о бытии – о сущности, философия природы: механика – физика – органическая физика, философия духа: объективный – субъективный – абсолютный дух. На следующем уровне трихотомии выделим учение о бытии: количество-качество-мера и абсолютный дух: философия-искусство-религия откровения [34].

Из новейших исследований наиболее содержательна работа Е.Д. Гражданникова [96]. Для него уже совершенно ясно, что "линейный ряд – слишком примитивная структура". К системной классификации он предъявляет следующие требования: упорядоченность, периодичность, структурированность. При этом в качестве универсального классификационного периода выступает типовой фрагмент, в котором диады и триады образуют пентаду. Диады, разумеется, полярные (материя-сознание, субъект-объект, причина-следствие и т.п.), а триады, к

сожалению, только линейные. Например, язык – это слово→предложение→текст; рефлексия – это понятие→суждение→умозаключение. Тем не менее, построенные в книге [96] системные фрагменты являются хорошим шагом на пути к естественной классификации наук.

Завершая разговор о систематизации, уместно ещё раз подчеркнуть фундаментальную роль этой проблемы в становлении научной парадигмы. Приведём слова А.А.Любищева: «Часто говорят, что систематика, классификация – азбука каждой науки, без которой невозможно успешно работать в любой области знания. Это, конечно, истина, но эта истина неполная. С ещё большим правом можно сказать, что систематика – начало и конец, альфа и омега каждой науки» [85]. С.С.Розова связывает задачу построения классификации с тенденцией алгоритмизировать всю историю культуры и даже называет классификацию синонимом цивилизации [73].

## Глава 2. Смена структур в естествознании

В традиционной парадигме элементарные структуры имеют вид бинарных оппозиций: вещество-поле, дискретность-непрерывность, конечность-бесконечность и т.п. Рассмотрим эти диады, обращая внимание на периодическую смену доминант. В разгаре борьбы за первенство наиболее отчётливо проявляется дополнительность сторон оппозиции и формируются благоприятные условия для обнаружения мерообразующей третьей компоненты, обеспечивающей целостность.

### 2.1. Вещество-поле.

#### 2.1.1. Элементарные частицы.

Вещество определяется в физике как вид материи, обладающий массой покоя. При этом опираются на те представления о материи, массе и покое, которые существуют на интуитивном уровне.

В нормальных (человеческих) условиях ( $T \approx 300 \text{ K}$ ,  $p \approx 1 \text{ атм.}$ ) вещество встречается в твёрдом, жидком и газообразном состоянии. Это так называемые агрегатные состояния вещества (лат. *aggrego* – присоединяю). Они различаются по характеру молекулярного теплового движения. Переходы между ними сопровождаются скачкообразными изменениями физических свойств. При больших отклонениях от нормальных условий возможны иные состояния. Например, плазма: электроны и "голые" ядра при очень высоких температурах.

Мир молекул (*molecula* – уменьшит. от лат. *mōlēs* – масса) приоткрыл много интересного в природе вещества, и физики устремились дальше вглубь материи на уровень атомов, которые сначала казались неделимыми, откуда и произошло их название (греч. *átomos* – неделимый).

Однако атомы не оправдали своего названия. Оказалось, что они состоят из массивного положительно заряженного ядра, вокруг которого вращаются отрицательно заряженные электроны, образующие внешнюю "оболочку" атома. Заряд – величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия. У простейшего атома водорода имеется всего один электрон, масса которого  $10^{-30}$  кг, в то время как масса ядра  $10^{-27}$  кг. Радиус электрона  $10^{-18}$  м, ядра –  $10^{-15}$  м, атома –  $10^{-10}$  м, так что фактически атом почти весь состоит из ... пустоты.

"Покопавшись" в ядре, физики обнаружили, что оно состоит из протонов (греч. *prōtos* – первый), заряженных положительно, и нейтронов (лат. *neuter* – ни тот, ни другой), не имеющих заряда. Протон был открыт Э.Резерфордом в 1919 г., нейтрон – Дж.Чэдвиком в 1932 г., электрон – Дж.Дж.Томсоном ещё в 1897 г. Тяжёлые частицы (протон и нейтрон), составляющие ядро, называются нуклонами (лат. *nucleus* – ядро).

В 1928 году Поль Дирак предсказал существование частицы, противоположной по свойствам электрону. В 1936 такую частицу, заряженную положительно, экспериментально обнаружил К.Андерсон. Её называли позитрон (лат. *positivus* – положительный). Антипротон был открыт в 1955 г., антинейтрон – в 1956 г. Заряд у антинейтрона, как и у нейтрона, отсутствует, но его магнитный момент имеет противоположный знак. При встрече частицы с античастицей происходит их аннигиляция, взаимоуничтожение, в результате чего рождаются другие частицы. Например, электрон и позитрон превращаются в два фотона ( $e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$ ). Фотон как частица света (греч. *phōtós* – свет) был введён в теоретическую физику А.Эйнштейном в 1905 г.

В 1935 г. Х.Юкава предсказал существование частиц с промежуточной массой (легче нуклона, тяжелее электрона). Их называли мезонами (греч. *mesos* – средний, промежуточный) и обнаружили экспериментально в 1947 г. Эти частицы появляются, например, при аннигиляции нуклонов и антинуклонов, присутствуют в космических лучах, существенно используются в ядерной физике.

Семья элементарных частиц росла и росла и сейчас насчитывает более 300 видов. Конечно, их всё время стараются упорядочить. Пока преобладает комбинативная система с такими признаками как масса, время жизни и спин. По массе различаются барионы (нуклоны), мезоны, лептоны (электроны, нейтрино) и фотон, вообще не имеющий массы покоя. По времени жизни: стабильные частицы (электрон, протон, фотон, нейтрино), квазистабильные (нейтрон) и резонансы. Термин "спин" (англ. *spin* –вращение) характеризует собственный момент импульса частицы. Он может принимать значения, кратные  $\hbar$  или  $\hbar/2$ . Частицы с полуцелым спином, фермионы (нуклоны, лептоны) подчиняются принципу Паули, согласно которому в одном состоянии может находиться только один фермион. Частицы с целым спином, бозоны (мезоны, фотоны) не

ограничены этим правилом и могут "уживаться в коммунальных квартирах". Заряд у всех элементарных частиц оказывается кратным заряду электрона  $e$ .

Сравнительное изучение элементарных частиц наводило на мысль, что они тоже, как и атомы, не совсем элементарны, а состоят из ещё более мелких "кирпичиков" материи. В 1964 г. М.Гелл-Манн и Дж.Цвейг выдвинули гипотезу кварков. Термин этот был взят из романа Дж.Джойса "Поминки по Финнегану", где его произносит человек, поражённый безумием. Теоретически почти все элементарные частицы можно рассматривать как комбинации кварков. Например, барионы состоят из трёх кварков, лептоны – из кварка и антикварка. Типы кварков названы ароматами. Их шесть: *up* – верхний, *down* – нижний, *strange* – странный, *charmed* – очарованный, *beauty* – прелестный, *truth* – истинный. Каждый может находиться в трёх состояниях, называемых цветами: жёлтом, красном, синем. Размеры кварков примерно в 10 раз меньше нуклона, спин – полуцелый, а заряды должны быть дробными. Однако в свободном виде они до сих пор экспериментально не обнаружены. Называя это феномен принципом удержания, физики говорят о центральной свободе и периферийном рабстве кварков.

#### 2.1.2. Типы взаимодействий

Переходя от элементов к структуре, т.е. к совокупности связей, рассмотрим взаимодействия между частицами. Природа взаимодействий может быть различной. В настоящее время физики различают 4 типа фундаментальных взаимодействий. Два из них: гравитационное (лат. *gravitas* – тяжесть) и электромагнитное (греч. *ēlektron* – янтарь, *Magnētis* – город, где нашли магнитный железняк) были известны давно, поскольку заметно проявляются в человеческом масштабе.

Изучение строения атомного ядра привело к открытию нового типа взаимодействия, которое называли сильным, так как в ядерных масштабах ( $\sim 10^{-15}$  м) оно на два-три порядка превосходит электромагнитное и позволяет объяснить, почему одинаково заряженные протоны не разлетаются. Затем был открыт 4-й тип взаимодействия, ответственный за распад элементарных частиц и взаимодействия с участием нейтрино. По интенсивности оно находится между электромагнитным и гравитационным. Последнее в атомном масштабе наименее ощутимо.

Механизм взаимодействия принято трактовать как обмен частицами-посредниками, несущими элементарные порции энергии – кванты. Считается, что каждое взаимодействие переносится определённым типом бозонов. Квант тяготения – гравитон – экспериментально пока не обнаружен. В слабых взаимодействиях посредниками являются мезоны, в электромагнитных – фотоны. Сильные взаимодействия осуществляются

глюонами (англ. glue – клей), которые несут в себе столь большую энергию, что крепко удерживают кварки внутри частицы.

Теории, построенные для каждого из 4-х типов взаимодействий, получились разными, и физикам это не нравилось. Хотелось их объединить. Хорошим примером служила единая теория электромагнитных взаимодействий, построенная Дж.Максвеллом ещё в середине 19-го века. На рубеже 60-х – 70-х годов XX столетия усилиями трёх физиков (С.Вайнберг, Ш.Глэшоу, А.Салам) удалось объединить теории электромагнитного и слабого взаимодействий. Квант, переносящий электрослабое взаимодействие, может находиться в 4-х состояниях, одно из которых фотонное, а три других обладают большой массой. Такое объединение требует энергий порядка  $10^{11}$  эВ, что соответствует температурам, в 4 триллиона раз выше комнатной.

Сейчас физики заняты построением теории Большого объединения, которое включило бы сильные взаимодействия. Искомый квант-посредник должен быть весьма многомерным, а энергия, необходимая для реализации этого объединения, на современных установках недостижима. Проект Суперобъединения, захватывающего и гравитацию, существует как великая мечта.

### 2.1.3. Масса, сила, поле.

Следуя системному подходу, от элементов (частиц) и связей (взаимодействий) нужно переходить к субстанциальному аспекту, характеризующему целостность, и осознанию единства всей системы. Для этого нам понадобится более основательное освоение понятий массы, силы и поля.

*Масса* определяется в физике как мера инерционных и гравитационных свойств материи. Инерция – свойство сохранять скорость движения при отсутствии внешних воздействий. *Сила* – мера воздействия, причина изменения скорости движения. Масса  $m$ , сила  $F$  и ускорение  $a$ , как известно, связаны вторым законом Ньютона  $F = m \cdot a$ .

Дав качественное определение массы и силы как меры некоторых свойств и причин, нужно указать способы количественного определения этих мер. Уравнения Ньютона для этих целей, на первый взгляд, недостаточно, так как в нём одном имеем две неизвестных пока величины:  $m$  и  $F$  (измерять ускорение мы умеем). Кроме того, это равенство претендует на большее, чем количественное определение массы или силы. Оно утверждает, что между ними, уже каким-то образом измеренными, существует универсальная связь. Покажем, однако, что на основе закона Ньютона достигаются все эти три цели как раз благодаря универсальности, т.е. справедливости его для любых масс и сил.

Пусть имеются массы  $m_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots$ , и силы  $F_j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots$ . Запишем закон Ньютона в виде  $a_{ij} = F_j / m_i$ , что означает, что  $j$ -я сила придаёт  $i$ -й массе ускорение  $a_{ij}$ . Изобразим матрицу, в первой строчке которой меняется  $j$  при  $i = 1$ , а в первом столбце меняется  $i$  при  $j = 1$ . Приняв  $m_1$  за единицу измерения масс, по первой строчке можем измерить все силы. Зная  $F_1$ , по первому столбцу измерим прочие массы. Вся остальная часть матрицы представляет закон Ньютона, связывающий измеряемые величины  $a$ ,  $m$  и  $F$ .

Оглянемся теперь на тот факт, что в определении массы говорится не только об инерционных, но и о гравитационных свойствах материи. Последние находят выражение в законе всемирного тяготения  $F = Gm_1m_2r^{-2}$ , где  $m_1$  и  $m_2$  - две массы,  $r$  – расстояние между ними,  $F$  – сила притяжения,  $G$  – гравитационная постоянная. Следуя определению, измерять массы можно на основе и этого равенства, причём ниоткуда не следует, что численные значения получатся теми же самыми, как по предыдущему способу. Однако фактически они совпадают. Обнаруженное равенство инерционной и гравитационной масс носит название принципа эквивалентности. Объяснение достигается на более глубоком уровне изучения свойств материи.

Возьмёмся, наконец, за осмысление понятия поля. Разумеется, в физике, а не в сельском хозяйстве. Первые шаги к освоению этого понятия были сделаны, когда пришлось воспринимать гравитацию как силу, действующую на расстоянии. Это было что-то таинственное. Ньютон писал, что сила есть *qualitas occulta* (лат. *occultus* – скрытый, сокровенный, тайный; *quālitās* – качество, свойство). С открытием электромагнетизма появилось представление о силовых полях, подкрепляемое картинками силовых линий, овеиваемых с помощью металлического порошка. Но, как и гравитационное, электромагнитное поле рассматривалось как нечто вторичное, порождаемое веществом: телами, зарядами, магнитами. Даже в энциклопедическом словаре 1983 года издания утверждается, что источниками полей являются частицы.

Концепция первичности вещества и вторичности поля, конечно, была связана с материалистической доминантой физики. Однако последнее время в оппозиции вещество-поле на первый план всё больше выдвигается понятие поля, а частицы вещества рассматриваются как некие сгустки, особенности, сингулярности, порождаемые полем. Маятник бинарной парадигмы качнулся в другую сторону.

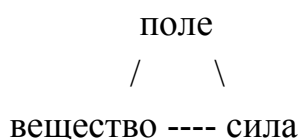
Само *поле* определяется как вид материи с нулевой массой покоя или как вид материи с бесконечным числом степеней свободы. Рациональное понимание таких формулировок, несмотря на навязчивый редукционизм, встречает затруднения и поневоле приходится обращаться к интуиции. Существенным подспорьем тут служит концепция физического *вакуума*,

под которым понимается основное, т.е. энергетически низшее состояние поля. Иными словами, это материальная среда, изотропно заполняющая всё пространство, ненаблюдаемая в невозмущённом состоянии и проявляющаяся через флуктуации.

Понятие вакуума воскрешает в памяти существовавшее когда-то представление об эфире как гипотетической всепроникающей среде, переносящей электромагнитное воздействие. Механическая интерпретация эфира встретила с большими трудностями, которые привели к отказу от механических полевых моделей уже к концу 19-го века. В последнее время эта гипотеза возрождается под именем планковского эфира [52].

Другая ассоциация – с восточным представлением о великой Пустоте, представлением, вытекающим из признания отсутствия независимости, из невозможности самодостаточного существования, так что Пустота является общей исходной природой реальности [97].

Итак, смена доминант, характерная для переходного периода в бинарной парадигме, происходит и в оппозиции вещество-поле. На таком этапе динамического баланса имеется больше шансов увидеть третий фактор, ведущий к целостности. В качестве гипотезы можно предложить следующую триаду фундаментальных аспектов материи:



## 2.2. Дискретность-непрерывность.

### 2.2.1. Концепция сплошной среды.

Термин "дискретность" (лат. *discretus* – разделённый, прерывистый) характеризует пространственно-временную отграниченность элементов и состояний объекта. "Непрерывность" понимается как взаимосвязь элементов и состояний, неразрывная связь в бытии и переход в становлении. Математическое определение непрерывности: функция  $f(x)$  непрерывна в точке  $x_0$ , если  $f(x) \rightarrow f(x_0)$  при  $x \rightarrow x_0$ .

Древнегреческий философ Анаксагор (ок. 500-428 до Р.Х.) трактовал непрерывность как бесконечную делимость, но уже ставил вопрос: сохраняются ли при этом свойства целого?

Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1716), развивая учение о "предустановленной гармонии", утверждал: «Природа не делает скачков». Представление о непрерывности казалось предпочтительным.

Однако физики, исследуя микромир, встретились с дискретностью материи: минимальный электрический заряд, конечные порции энергии – кванты (лат. quantum – сколько) и т.п. Философам пришлось перестраиваться. Появились концепции дискретного пространства-времени.

Компромиссный вариант предложил А.Н.Вяльцев [98]: сущность непрерывна, явления дискретны. Иными словами, непрерывность – понятие онтологии, дискретность – гносеологии. Но можно предположить и обратное (напр., у Кьёркегора): мир по своей природе дискретен, а познавательные модели непрерывны, сглажены. Эта альтернатива нашла выражение в одной из антиномий (греч. antinomia – противоречие в законе), сформулированных И.Кантом (1724-1804): каждая сложная субстанция состоит из простых частей – не существует ничего простого. Любое из этих положений можно взять за основу.

Принцип дополнительности означает, что вопрос не должен ставиться в плане логических исключений. И дискретное, и непрерывное – модели, не исключающие, а дополняющие одна другую. По мнению А.И.Панченко [99], обе они являются идеализациями, относящимися к гносеологии.

Уместно отметить связь рассматриваемой оппозиции с диадой "вещество-поле". В энциклопедическом словаре 1983 года [100] вещество определяется как вид материи, состоящий из дискретных образований. Следовательно, поле ассоциируется с непрерывностью.

Тем не менее, существуют и модели вещественного континуума (лат. continuus – сплошной, непрерывный). Рассмотрим подробнее, как формируется *концепция сплошной среды*. Пусть  $\Delta V$  – некоторый объём, содержащий частицы вещества, суммарная масса которых равна  $\Delta m$ . Отношение  $\Delta m/\Delta V$ , характеризующее плотность среды как массу в единице объёма, вообще говоря, зависит от величины  $\Delta V$ . Эта зависимость тем заметнее, чем более неоднородна среда в пределах  $\Delta V$ . С уменьшением объёма зависимость ослабевает и величина  $\Delta m/\Delta V$  обнаруживает тенденцию стремиться к некоторому пределу, который и принимают за значение плотности среды  $\rho$  в той точке, куда сжимается  $\Delta V$ . Однако фактически этот процесс не доводят до конца, так как зависимость от величины объёма появляется снова, когда число частиц в нём становится невелико. Важно, что существует масштабный интервал  $\Delta V$ , в пределах которого отношение  $\Delta m/\Delta V$  остаётся постоянным. Запись  $\rho = \lim(\Delta m/\Delta V)$  при  $\Delta V \rightarrow 0$  означает, что обнаруженная закономерность экстраполируется по  $\Delta V$  вплоть до нуля. Это позволяет использовать математику бесконечно-малых величин, т.е. аппарат дифференциального и интегрального исчисления.

Изложенная концепция широко применяется в гидроаэродинамике, теории упругости, теории пластичности и в других областях механики



сплошных сред. Наряду с плотностью  $\rho$  таким же образом вводятся давление  $p$ , температура  $T$ , вектор скорости  $\vec{u}$  и другие характеристики среды. Они называются макропараметрами, потому что определяются в масштабе  $\Delta V$ , большом по сравнению с размерами молекул. Сверху объём  $\Delta V$  ограничен характерными размерами неоднородностей этих макровеличин. Типичный масштабный интервал формирования целостных параметров макромира можно оценить как  $10^{-8} - 10^{-3}$  м, т.е. примерно в 5 порядков.

Существуют и другие масштабные уровни организации материи, допускающие введение континуальных моделей, как в микро-, так и в мегамире. Они удалены от человеческих масштабов, но доступны наблюдению с помощью приборов. Размах масштабной "лестницы расстояний" [101] – примерно 42 порядка, от  $10^{-15}$  м до  $10^{27}$  м. Некоторые характерные ступени: размер атома –  $10^{-10}$  м, толщина волоса –  $10^{-4}$  м, человек – 1 м, расстояние до горизонта –  $10^4$  м, диаметр Земли –  $10^7$  м, расстояние до Солнца –  $10^{11}$  м, расстояние до Сириуса –  $10^{17}$  м, размер Галактики –  $10^{21}$  м. В микромире выделяются атомный и ядерный уровни, в мегамире – планетарный, звёздный, галактический. Между уровнями существуют связи, влияние одних на другие. Исследование вертикальных переходных слоёв – интереснейшая проблема современности.

### 2.2.2. Симметрия и законы сохранения.

В ходе попыток дать более строгие определения непрерывности и дискретности сложились следующие характеристики континуума: бесконечная делимость, метрическая аморфность, связность, неразличимость элементов, несчётность элементов. Если дискретность определять через отрицание некоторых из этих свойств, то возможны разные варианты, т.е. неоднозначность. Например, метрическая структурность при бесконечной делимости.

Представление о непрерывном пространстве и времени с характерными свойствами континуума ведёт к очень важным следствиям. Обратим внимание на свойства, объединяемые понятием симметрии (греч. *symmetria* – соразмерность). Как свидетельствует американский физик Р.Фейнман: «Для человеческого разума симметрия обладает, по-видимому, совершенно особой притягательной силой. Нам нравится смотреть на проявление симметрии в природе, на идеально симметричные сферы планет или Солнца, на симметричные кристаллы, на снежинки, наконец, на цветы, которые почти симметричны».

Немецкий математик Г.Вейль называет симметричным такой предмет, который можно как-то изменять, получая в результате то же, с чего вы начали. Иными словами, симметрия – это инвариантность (неизменность) объекта относительно каких-то преобразований. Обычному

представлению такое определение не противоречит, но уточняет его, связывая с определёнными классами преобразований, например, такими, как перенос, поворот, зеркальное отражение и пр. В этом смысле появляется также возможность говорить о симметрии физических законов, совершая над ними различные преобразования, не нарушающие этих законов.

Континуальные свойства пространства и времени позволяют утверждать, что физические законы не должны зависеть от того, в какой момент времени мы их рассматриваем, в какой точке пространства и в каком направлении. Это утверждение кажется тривиальным, но из него следует весьма нетривиальный результат: каждой симметрии соответствует сохранение некоторой физической величины. Такую теорему доказала в 1918 году немецкий математик Эмми Нётер (1882-1935).

Из однородности пространства, допускающей перенос, следует закон сохранения импульса  $\mathbf{p}$ , который в классической механике записывается как произведение массы частицы  $m$  на её скорость  $\mathbf{u}$ , т.е.  $\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{u}$ . Изотропность пространства влечёт за собой возможность поворотов, откуда следует закон сохранения момента импульса  $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times m\mathbf{u}$ , где  $\mathbf{r}$  – радиус-вектор частицы, а символ  $\times$  означает векторное произведение. Из однородности времени, допускающей временной сдвиг, вытекает закон сохранения энергии  $E = T + V$ , где  $T = mu^2/2$  – кинетическая энергия,  $V = V(\mathbf{r})$  – потенциальная энергия. Современной физике известны и другие свойства симметрии, вместе с соответствующими законами сохранения.

### 2.2.3. Размерность и кривизна пространства.

Остановимся на вопросе о размерности физических пространств. В частности, почему наше пространство имеет три измерения?

Под размерностью пространства обычно понимают минимальное число параметров, определяющих его точку. Так, прямая линия одномерна, поскольку точку на ней можно определить, задавая расстояние от начала. На плоскости надо задавать две координаты, в пространстве – три.

В ньютоново-картезианской картине мира пространство представлялось сценой, на которой разыгрывалась мировая драма. Арена не зависела от событий, которые на ней происходили. Однако по мере углубления в природу вещей физики и философы подоברались и к вопросу о связи происходящих событий со свойствами пространства и времени. Существует ли, например, связь законов физики с трёхмерностью нашего пространства?

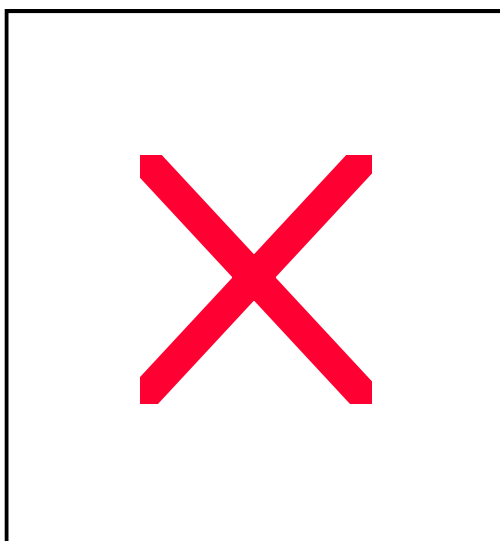
В этом отношении любопытна студенческая работа И.Канта, в которой будущий великий философ писал: «Трёхмерность происходит, по-видимому, оттого, что субстанции в существующем мире действуют друг

на друга таким образом, что сила действия обратно пропорциональна квадрату расстояния» [102]. Он, конечно, имел в виду только закон всемирного тяготения, так как закон Кулона, в котором электрические заряды взаимодействуют по такой же формуле, тогда ещё не был открыт.

На первый взгляд, попытка увязать между собой два столь разных факта, как размерность пространства и закон взаимодействия, кажется натянутой. Сам Кант, не будучи уверен в своём предположении, делает такую оговорку: «Эти мысли могут послужить наброском для некоего исследования, которым я намереваюсь заняться. Не могу, однако, отрицать, что сообщаю их в том виде, в каком они мне пришли в голову, не придав им требуемой достоверности с помощью более подробного изучения. Я готов поэтому снова отказаться от них, как только более зрелое суждение раскроет мне их слабость». Так оно и произошло. В дальнейшем Кант пришёл к представлению о том, что пространство априорно и, следовательно, не может зависеть от конкретного закона сил.

Но в 1917 году австрийский физик П.Эренфест (1880-1933), решая уравнение Пуассона для потенциала электромагнитных сил в  $n$  – мерном пространстве, получил обобщение закона Кулона в виде  $F \sim r^{1-n}$ , так что в трёхмерном пространстве, при  $n=3$ , силы взаимодействуют действительно обратно пропорционально квадрату расстояния. Более того, оказалось, что только при  $n = 3$  возможно как устойчивое финитное (без ухода на бесконечность), так и инфинитное движение, т.е. трёхмерность обладает определёнными преимуществами перед другими вариантами размерности. При  $n < 3$  не могут возникнуть сложные структуры, при  $n > 3$  не могут существовать устойчивые атомы и планетные системы.

Другой интересный вопрос – о кривизне пространства. В случаях  $n = 1$  и  $n = 2$  это свойство нетрудно представить, изгибая прямую или плоскость. При  $n \geq 3$  оно тоже существует, хотя и не столь наглядно, так как для изгибания нужно выходить в следующее измерение.



Можно ли судить о кривизне пространства, не выходя за его пределы? Оказывается, возможно. Покажем это в случае  $n = 2$ . Известно, что на плоскости сумма внутренних углов треугольника равна  $\pi$ . На искривлённой поверхности это не так. Например, у сферического треугольника ABC на рис.1 все углы прямые, так что  $\alpha + \beta + \gamma = 3\pi/2$ . Имеет место формула  $\alpha + \beta + \gamma - \pi = kS$ , где  $S$  – площадь треугольника,  $k$  – кривизна. На рис.1  $S = 4\pi R^2/8$ ,  $k = R^{-2}$ ,  $R$  – радиус сферы. Таким образом, жители двумерного мира

могут определять свою кривизну по формуле  $k = (\alpha + \beta + \gamma - \pi) / S$ , измеряя площадь и внутренние углы треугольников. Для этого не требуется выходить в третье измерение.

Кривизну трёхмерного пространства тоже можно определять, не выходя за его пределы. Измерения показывают, что кривизна нашего пространства не нулевая, однако мала и неоднородна, будучи зависящей от плотности вещества и энергии ( и, надо ожидать, информации ).

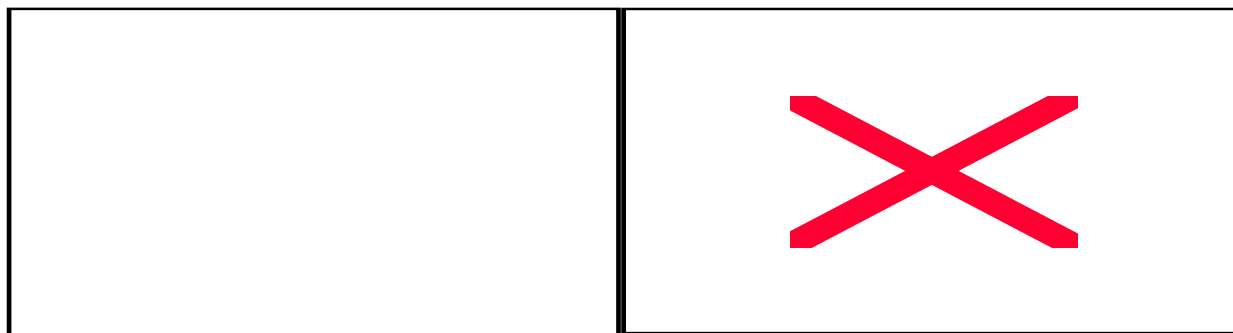
Обратим внимание на то, что через кривизну создаётся представление о дополнительных измерениях и совершается выход в расширенное пространство [15]. Так прямая, получая кривизну, свёртывается в окружность и тем самым обретает двумерность. Плоскость становится сферой в трёхмерном пространстве, а наше пространство через кривизну свёртывается, следовательно, в сферу четырёхмерного мира. Пытаясь выглянуть таким путём в четвёртое измерение, не следует забывать, что там изменятся законы физики, зависящие от размерности пространства, и организм рискует разрушиться.

Вспоминая нашу дилемму "дискретность-непрерывность", можно отметить, что понятие размерности пространства употреблялось пока сугубо дискретно (  $n = 1, 2, 3, \dots$  ) в силу его определения. Но существуют объекты, для установления размерности которых такого определения недостаточно. Например, плоская спираль, будучи одномерной, по мере закручивания к точке сгущения становится всё более похожей на двумерный объект. Имеется немало и природных объектов, размерность которых не выражается целым числом. Хорошо известна проблема измерения длины береговой линии, где результат оказывается зависящим от длины линейки: чем короче линейка, тем длиннее эта извилистая линия.

Для решения таких проблем требуется более общее определение размерности. Введём его, следуя Ф.Хаусдорфу (нем. матем., 1868-1942). Если линейка длины  $\varepsilon$  укладывается  $N$  раз в отрезке длины  $A$ , то очевидно  $N\varepsilon = A$ . Если квадратик со стороной  $\varepsilon$  укладывается  $N$  раз в квадрате площади  $A$ , то  $N\varepsilon^2 = A$ . Для куба объёма  $A$  аналогично  $N\varepsilon^3 = A$ . Показатель степени у  $\varepsilon$  в каждом случае совпадает с размерностью объекта. Поэтому можно записать  $N\varepsilon^D = A$ , где  $D$  – размерность. Отсюда  $D = (\ln A - \ln N) / \ln \varepsilon$ . Для аккуратного покрытия сложных объектов с измельчённой структурой величина  $\varepsilon$  должна быть достаточно малой. Поэтому размерность произвольного объекта в  $n$ -мерном пространстве определяется по формуле  $D = -\lim(\ln N / \ln \varepsilon)$  при  $\varepsilon \rightarrow 0$ , где  $N$  – минимальное число  $n$ -мерных кубов со стороной  $\varepsilon$ , покрывающих данный объект. Слагаемое, содержащее  $\ln A$ , при этом исчезает, так что размерность объекта не зависит от его меры.

Рассмотрим пару примеров.

1. *Канторово множество* (Рис.2). Единичный отрезок прямой делим на три равные части и среднюю часть выбрасываем. С каждой из двух оставшихся частей совершаем ту же операцию. Продолжая этот процесс, на  $n$ -м шаге имеем  $N = 2^n$  кусочков длины  $\varepsilon = 3^{-n}$ . Их суммарная длина  $A_n = (2/3)^n$ . При  $n \rightarrow \infty$  получаем  $A_n \rightarrow 0$ , а  $D = \ln 2 / \ln 3 = 0.631... < 1$ , так что размерность Канторова множества больше, чем у точки, но меньше, чем у линии.



2. *Остров Кох*. Берём правильный треугольник с единичной стороной. Каждую сторону делим на три равные части и среднюю часть заменяем зубчиком, как показано на рис.3. Затем эту операцию применяем к каждому из 12 образовавшихся звеньев. И так далее. На  $n$ -м шаге имеем  $N = 3 \cdot 4^n$  отрезков длины  $\varepsilon = 3^{-n}$ . Их суммарная длина  $A_n = 3(4/3)^n$ . При  $n \rightarrow \infty$ , а  $D = \ln 4 / \ln 3 = 1.26... < 2$ . Таким образом, размерность берега у этого острова больше, чем у линии, но меньше, чем у площади. Площадь всего острова Кох конечна, она равна  $2 \cdot 3^{1/2} / 5$ . А периметр – бесконечный, так что прогулка вдоль берега может продолжаться всю жизнь.

Объекты дробной размерности называются **фракталами** (от англ. fraction – дробь). Как видно из примеров, фракталы обладают свойством масштабной инвариантности, или самоподобия: изменение масштаба не меняет их структуры. В рассмотренных моделях это свойство сохраняется при уменьшении  $\varepsilon$  вплоть до нуля. В реальных фракталах оно наблюдается на ограниченном масштабном интервале, там, где сохраняется величина размерности  $D$ , аналогично значениям макропараметров в концепции сплошной среды.

На классический взгляд, фракталы могут показаться очень искусственными, специально изготовленными образованиями. В действительности же они скорее правило, чем исключение. Вот что пишет французский математик Б.Мандельброт, введший этот термин в 1975 году: «Почему геометрию часто называют холодной и сухой? Одна из причин заключается в её неспособности описать форму облака, горы, дерева или берега моря. Облака – это не сферы, линии берега – это не окружность, и кора не является гладкой, и молния не распространяется по прямой. Природа демонстрирует нам не просто более высокую степень, а совсем

другой уровень сложности. Число различных масштабов длин в структурах всегда бесконечно. Существование этих структур бросает нам вызов в виде трудной задачи изучения тех форм, которые Евклид отбросил как бесформенные, - задачи морфологии аморфного» [103]. Что касается размерности береговой линии, то в Норвегии она равна 1.52, в Англии – 1.24, в Австралии – 1.13.

Фрактальность оказывается фундаментальным свойством материи, и оппозицию "дискретность-непрерывность" мы можем теперь переосмыслить в составе триады

$$\begin{array}{ccc} & \text{непрерывность} & \\ & / \qquad \qquad \backslash & \\ \text{дискретность} & \text{-----} & \text{фрактальность.} \end{array}$$

Говоря об изменении смысла понятий при переходе от бинарной парадигмы к тернарной, уместно вдуматься и в само слово "смысл". Эволюции этого понятия посвящены книги В.Франкла [104], В.В.Налимова [105], Г.В.Рязанова [106] и множество специальных статей. Но определить его оказалось чрезвычайно трудно. Перебирая близкие по значению слова, такие как идея, сущность, предназначение, конечная цель, целостное содержание, можно увидеть глубокую связь смысла с целостностью. В.И. Смирнов, апофатически отстраняя такие термины как мысль, знание, ценность, значение, бытие, сущее, решается на следующий катафатический вариант определения: "Смысл есть обстоятельство позволительного вхождения знания в со-знание" [107]. Ю.А.Шрейдер предлагает: "Смысл феномена – это внеположенная ему сущность, о которой он призван свидетельствовать" [108]. В.В.Налимов рассматривает смысл как интуитивную компоненту сознания, наряду с текстом (рацио) и языком (эмоцио) [109].

## 2.3. Конечность-бесконечность.

### 2.3.1. Бесконечность потенциальная и актуальная.

В словаре [100] бесконечное и конечное рассматриваются как противоположные стороны объективного мира: бесконечное характеризует материю в целом, конечное – конкретные явления и объекты, ограниченные в пространстве и времени; через познание конечного наука идёт ко всё большему раскрытию бесконечного.

Согласно философской энциклопедии [110], бесконечность есть то, конец чего не может мыслиться, границы чего нельзя усмотреть; а конечность отождествляется с ограниченностью.

Признавая существование бесконечного, человек всегда стремился разгадать его тайну. Как писал Д.Гильберт ( нем. математик, 1862-1943):

«С давних пор никакой другой вопрос так глубоко не волновал человеческую мысль, как вопрос о бесконечности. Бесконечное действовало на разум столь же побуждающе и плодотворно, как едва ли действовала какая-либо другая идея» [111].

Древнее представление о том, что мир конечен и ограничен небесным сводом, подвергалось сомнению всегда. «Вселенная бесконечна и бесчисленны её миры» - говорил греческий философ Анаксимандр в 1-м веке до н.э. Но рассуждения о бесконечном приводили к парадоксам и вызывали бесконечные споры. Хорошо известен знаменитый парадокс Зенона Элейского о том, что Ахиллес не сможет догнать черепаху. Пифагор питал отвращение к бесконечному. Аристотель, рассматривая бесконечность как нескончаемый процесс из последовательных шагов, назвал такую бесконечность *потенциальной*, в отличие от *актуальной*, т.е. завершённой, реализованной, "ставшей". Последнюю он просто не стал рассматривать.

В античном представлении прямая линия есть потенциальная бесконечность, ибо продвижение по ней всегда можно продолжить. Актуальную бесконечность не признавал и Кеплер. Однако вопрос не так очевиден, как может показаться на первый взгляд. Придайте прямой кривизну и она свернётся в окружность, которая тоже не имеет конца, но вся помещается в конечной области. Циклическое представление о бесконечности было издавна свойственно Востоку. В Европе путь к пониманию актуальной бесконечности проложили Колумб и Магеллан.

Но не обязательно представлять её столь масштабно. Бесконечное число точек содержится (актуализируется) в любом конечном отрезке. Так, Лейбниц, допуская сначала актуальную бесконечность только по отношению к миру в целом, распространил затем это представление и по отношению к бесконечно-малым величинам. С другой стороны, если подходить к этим величинам через сходящуюся последовательность, то актуальная бесконечность снова превращается в потенциальную. Таким образом, вопрос опять запутывается. Мир конечен или мир бесконечен – первая из антиномий Канта. В книге [112] читаем: «Среди математиков отсутствует единство в понимании такого коренного для судеб всего точного естествознания вопроса, как "можно ли бесконечное мыслить актуально?!"».

### 2.3.2. Экскурс в теорию множеств.

Обычно за словом "множество" хочется услышать название предметов, которых много. Абстрагируясь от предметного содержания, большую совокупность элементов произвольной природы можно называть одним словом "множество". Создатель теории множеств немецкий математик Г. Кантор (1845-1918) понимал под множеством «всякое многое, которое

можно мыслить как единое». Конечные множества характеризуются числом элементов. Обобщая это свойство на бесконечные множества, Кантор ввёл понятие *мощности* множеств: если элементы двух множеств могут быть поставлены во взаимно-однозначное соответствие, то их мощность одинакова.

Кажется, вполне естественное обобщение. Но из него вытекают совершенно поразительные следствия. Например, оказывается, что множество чётных чисел имеет такую же мощность, как и множество всех целых чисел, т.е. часть и целое равномощны. Взаимно-однозначное соответствие тут очевидно:  $n \leftrightarrow 2n$ . Нетрудно выделить и другие подмножества той же мощности:  $n \leftrightarrow n^2$ ,  $n \leftrightarrow 10^n$  и пр. С другой стороны, можно расширять множество целых чисел, не увеличивая его мощности. Если все рациональные числа расположить в виде таблицы:

1/1, 2/1, 3/1, 4/1,...

1/2, 2/2, 3/2, 4/2,...

1/3, 2/3, 3/3, 4/3,...

1/4, 2/4, 3/4, 4/4,...

.....,

где вправо возрастают числители, а вниз – знаменатели, то нумеруя их *по квадратам*, легко доказать равномощность рациональных и натуральных числовых множеств.

Здравый смысл сопротивляется признать, что «рациональных чисел столько же, сколько целых». Но ещё Г.Галилей (1564-1642) говорил: «Рассуждая нашим ограниченным разумом о бесконечном, мы приписываем последнему свойства, известные нам по вещам конечным и ограниченным. Между тем, это неправильно, так как такие свойства, как большая и меньшая величина и равенство, неприменимы к бесконечному, относительно которого нельзя сказать, что одна бесконечность больше или меньше другой или равна ей» [113].

Конечный человек пытается познать бесконечность, а она отвечает на эту дерзость парадоксами. Но желание обуздать бесконечность было сильнее боязни парадоксов, и теория множеств решительно овладевала умами математиков. «Окончательное выяснение сущности бесконечного» Д.Гильберт считал «необходимым для чести самого человеческого разума» [111].

Множества, равномощные натуральному ряду, были названы *счётными*. Освоив их, математическая мысль пошла дальше. Удалось доказать, что множество всех точек на конечном отрезке прямой не является счётным. Воспроизведём это доказательство для открытого промежутка (0,1). Любое число на нём можно представить в виде бесконечной десятичной дроби  $0,\alpha_1\alpha_2\alpha_3\dots$ . Допустим, что они все



перенумерованы, и опровергнем это предположение, построив незанумерованное число по следующему правилу: первый десятичный знак после запятой возьмём отличным от  $\alpha_1$  у первого числа, второй знак – отличным от  $\alpha_2$  у второго числа и т.д. В результате получим число, отличное от всех перенумерованных. Значит, мощность нашего множества больше, чем у счётного (A). Она названа *континуальной* (C).

С ней тоже начались казусы. Во-первых, она не зависит от длины отрезка. Нужно соответствие легко показать геометрически, хотя трудно смириться с мыслью, что длинная дорога содержит столько же точек, что и короткая. Более того, бесконечная прямая имеет ту же мощность, что и любой её отрезок.

Ещё удивительнее: мощность квадрата оказалась такой же, как мощность отрезка. Соответствие между двумя координатами точки квадрата  $x = 0, \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ ,  $y = 0, \beta_1 \beta_2 \beta_3 \dots$  и одной координатой точки отрезка  $z$  можно установить по правилу  $z = 0, \alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 \alpha_3 \beta_3 \dots$ . Сам Кантор, найдя доказательство, писал: "Я вижу это, но не верю". Мощность куба тоже континуальна.

Однако множества мощности большей, чем континуум, всё-таки существуют. Их можно строить, задавая на C множество всех функций, принимающих значения 0 и 1 [113]. Вообще для любого множества можно построить множество большей мощности, так что множества самой большой мощности не существует.

Проблема назрела в другом: насколько велика пропасть, разделяющая две ближайшие к нам бесконечности – счётную и континуальную? Сам Кантор полагал, что между ними нет множеств с промежуточной мощностью. Это утверждение, получившее название *проблемы континуума*, он пытался доказать на протяжении многих лет, но безуспешно. Д.Гильберт, формулируя на рубеже 19-го и 20-го веков важнейшие задачи математики, поставил проблему континуума на первое место.

Однако все колоссальные усилия математиков, направленные на её решение, долгое время не приносили заметных результатов. Рассказывают, что однажды к известному московскому математику Н.Н.Лузину привели пятнадцатилетнего мальчика Льва Шнирельмана, обладавшего исключительными математическими способностями. Чтобы проверить их, Лузин предложил ему тридцать труднейших задач. Решение 29 задач он знал, а одной была ... проблема континуума. Но, увы, через неделю молодой математик пришёл к Лузину и грустно сказал: «Одна задача почему-то не выходит» [113].

В 1931 г. появилась статья австрийского математика К.Гёделя, в которой он доказал, что в любой формальной системе, содержащей арифметику натуральных чисел, можно сформулировать утверждение,

которое в этой системе нельзя ни доказать, ни опровергнуть. А в 1939 г. он же доказал невозможность опровержения гипотезы континуума. Наконец, в 1963 г. американский математик П.Коэн получил исчерпывающее решение проблемы, доказав, что аксиомам теории множеств не противоречит ни континуум-гипотеза, ни её отрицание. Таким образом, хотя вопрос был задан в форме "либо-либо", ответ получился в виде "ни-ни". Этот результат не только серьёзно подорвал позиции теоретико-множественной математики, но и имел принципиальные последствия в естествознании и философии.

Размышляя над теоремой Гёделя, А.Н.Паршин в ответ на иронические слова П.Коэна «Жизнь была бы гораздо *приятнее*, не будь гильбертова программа потрясена открытиями Гёделя», решительно заявляет: «Если бы не было теоремы Гёделя, то жизнь не только не была бы приятнее, её просто не было бы» [114].

### 2.3.3. Концептуальные соображения.

Результаты Гёделя и Коэна означали, что программа Гильберта, направленная на построение полной и совершенной математики, фактически провалилась. Ибо оказалось, что формальная теория не может быть совершенной: в ней обязательно встретятся либо противоречия, либо проблемы, не разрешимые в её рамках. В канторовской теории множеств такими "камнями преткновения" стали проблема континуума и парадокс Рассела-Цермелло ( в популярной интерпретации это парадокс браздобрея: Бриться ли ему, если он должен брить только тех, кто не бреется сам?).

Н.Кузанский, Г.Лейбниц, Г.Вейль правильно считали, что сущность математики состоит в отражении идеи бесконечности в конечных символах. Формализация действительно позволяет конечному интеллекту оперировать с символами, и при этом создаётся иллюзия "приручения" бесконечности. Но всякая попытка экстраполировать конечную теорию на бесконечность обречена на провал. Д.Гильберт называл теорию множеств «раем, который создал нам Кантор», а А.Френкель и И.Бар-Хиллел говорят о ней как «любопытном патологическом казусе в истории математики, от которого грядущие поколения, вероятно, придут в ужас» [112].

Однако прежде, чем пересечь "рубеж Планка", канторовская теория множеств приоткрыла нам немало любопытного, интересного, существенного. Так, она показала, что главные трудности и проблемы принципиального характера связаны с переходом не столько от конечного к бесконечному, сколько от счётного к несчётному; уже потому, что метод индукции неприменим к несчётным множествам. Хуже того, множество объектов, с которыми работает современная математика, счётно, а ведь оно, грубо говоря, ничто даже по сравнению с множеством точек отрезка

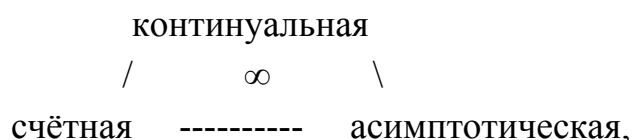
(0,1). Столь же незавидно положение всего естествознания, которое имеет дело с измеряемым, в то время как «основная масса космической материи находится не в видимых туманностях и звёздных скоплениях, а в скрытом состоянии, когда она "не дана" для прямого физического наблюдения и исследования» [112].

В счётных множествах элементы – первичны. Допущение об онтологической первичности вещей по отношению к свойствам и отношениям восходит к Аристотелю. Но возможны и другие онтологии, когда в качестве первичных выступают свойства (Платон) или отношения (Л.Витгенштейн). Х.Л.Борхес в одной из своих новелл сопоставляет каждой из этих онтологий свой язык: существительных (вещи), прилагательных (свойства), глаголов (отношения) [115]. В современную физику всё больше проникает понимание природы не как совокупности фундаментальных сущностей, а как динамической сети отношений [8]. Так же и в семиотике: исходным пунктом берётся не отдельный знак, а семиотическое пространство отношений [4].

В самой математике оппонентом формализму выступает интуиционизм (Л.Брауэр, А.Вейль, А.Гейтинг), признающий понятие континуума более фундаментальным (первичным), чем понятие точки. Другое направление мысли апеллирует к динамике. «При изучении бесконечных множеств законно ли абстрагироваться от процесса их образования?», - вопрошал А.Н.Колмогоров. В связи с этим уместно привести слова М.К.Мамардашвили о постижении бытия в со-бытии: «Мысль существует только в исполнении, как и всякое явление сознания, как и всякое духовное явление. Она существует, повторяю, только в момент и внутри своего собственного вновь-исполнения. Ну так же, как, скажем, симфония, нотная запись которой, конечно же ещё не является музыкой. Чтобы была музыка, её надо исполнять» [116]. С.А.Катречко ссылается на эти слова в статье "Сознание и бесконечность" [112], которой предпослан эпиграф "Храбрым каждый раз надо быть заново" (Антуан де Сент-Экзюпери).

Сопоставляя диадку "конечность-бесконечность" с такими оппозициями как вещество-поле, дискретность-непрерывность, относительное-абсолютное, рассудок-разум (у Гегеля), полнота-целостность, человек-Бог и т.п., можно прийти к выводу, что все они являются выражением какого-то единого глубинного архетипа, к которому ближе всего, пожалуй, именно конечное-бесконечное. «Дать катафатическое определение бесконечности вообще невозможно..., - пишет С.Л.Катречко, - Бесконечность противостоит человеку, который, как конечное существо, окружён бесконечным. Это проблемы не-измеримости, не-формализуемости, не-разрешимости, не-вычислимости, не-эффективности. Проблема бесконечности и есть проблема собственно науки» [112]. И не только науки, следует добавить.

Исследование развития проблемы бесконечности в истории науки тоже естественно приводит к необходимости перехода от диад к синтезирующим триадическим структурам [117]. Но, в отличие от рассмотренных выше оппозиций "вещество-поле" и "дискретность-непрерывность", стороны которых можно рассматривать как равносильные, конкурентно-способные, в нашей диаде бесконечное явно доминирует над конечным. Если этим пренебречь, трактуя бесконечность заведомо обеднённо, то в качестве замыкающей компоненты в аспекте "эмоцио" можно предложить "движение". Если же всё-таки расщеплять доминанту, то естественно воспользоваться понятиями потенциальной (интуицио) и актуальной (эмоцио) бесконечности. Но, пожалуй, правильнее будет рассматривать конечность и бесконечность на разных уровнях общности. Тогда триада самой бесконечности может быть представлена в виде



где асимптотическая компонента напоминает философскую концепцию реальной бесконечности [118], связанную с текучим, преходящим, неисчерпаемым характером противоречий. Рационалист предпочитает иметь дело со счётной бесконечностью, интуитивист полагает её континуальной, живой человек общается с бесконечностью асимптотической.

### Глава 3. Современные концепции

#### 3.1. Физика

##### 3.1.1. Относительность и кванты.

В классической механике пространство и время абсолютны, а законы инвариантны относительно преобразований Галилея

$$x_0 = x + vt, \quad t_0 = t,$$

где  $x_0$  и  $t_0$  – координата и время, измеряемые в системе отсчёта  $K_0$ , а  $x$  и  $t$  – координата и время, измеряемые в системе отсчёта  $K$ , движущейся относительно  $K_0$  с постоянной скоростью  $v$ . Отсюда следует, что все механические явления происходят одинаково в инерциальных системах отсчёта, т.е. таких, где свободное движение прямолинейно и равномерно. Это – принцип Галилея.

При скоростях, близких к скорости света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с, преобразования Галилея входят в противоречие с экспериментом, ставя под сомнение

представление об абсолютном пространстве и времени. Однако принцип Галилея этим не снимается. Ибо, если из А следует В, то из не-А не следует не-В. А.Эйнштейн (1879-1955) пришёл к выводу, что принцип Галилея должен быть справедлив не только для механических, но и для всех физических явлений. В 1905 году он провозгласил следующий *принцип относительности*: все физические явления происходят одинаково в инерциальных системах отсчёта. В частности – такое явление как распространение электромагнитного взаимодействия, скорость которого, равная  $c$ , следовательно, не должна зависеть от системы отсчёта. Отсюда выводятся следующие формулы:

$$x_0 = (x + vt)(1 - \beta^2)^{-1/2}, \quad t_0 = (t + x\beta/c)(1 - \beta^2)^{-1/2},$$

где  $\beta = v/c$ . Это – преобразования Лоренца. При  $\beta \ll 1$  они переходят в преобразования Галилея.

Отметим, что пространство и время в теории относительности оказываются взаимосвязанными, и установим некоторые любопытные следствия.

Пусть  $\Delta x$  – длина отрезка, измеренная в определённый момент времени в системе  $K$ , а  $\Delta t$  – промежуток времени, измеренный в определённой точке в системе  $K$ . Система  $K$  движется со скоростью  $v$  относительно системы  $K_0$ , в которой соответствующие величины обозначим  $\Delta x_0$  и  $\Delta t_0$ . Из преобразований Лоренца получаем

$$\Delta x = \Delta x_0(1 - \beta^2)^{1/2}, \quad \Delta t = \Delta t_0(1 - \beta^2)^{1/2}.$$

Собственное время  $\Delta t$ , измеряемое по часам, движущимся вместе с системой  $K$ , оказывается меньше, чем время  $\Delta t_0$ , измеряемое в системе  $K_0$ . Аналогично длина  $\Delta x$ , измеряемая в  $K$ , меньше, чем  $\Delta x_0$ , измеряемая в  $K_0$ . Этот эффект называется лоренцовым сокращением длины и времени. Возникающие противоречия со здравым смыслом, привыкшим к представлению об абсолютном пространстве и времени, ведут к различным парадоксам, которые увлечённо обсуждаются в популярной литературе [119].

Сформулированный выше принцип относительности положил начало теории, которая называется специальной теорией относительности (СТО). Распространение этого принципа на неинерциальные системы отсчёта ведёт к общей теории относительности (ОТО), которая связывает ускоренные движения с геометрическими свойствами искривлённого пространства-времени и позволяет объяснять как фундаментальный принцип эквивалентности масс, так и рядовой парадоксальный эффект замедленного старения космонавтов.

Принцип относительности существенно изменил классическую картину мира. Другим крупным обновлением стало появление квантовой механики, вызванное тоже расхождением классической теории с опытом.

Физические эксперименты на атомном уровне в начале XX столетия привели к результатам, которые не удавалось объяснить в рамках прежней теории. Под сомнением оказались следующие постулаты классической механики:

1. Независимость результатов эксперимента от прибора и наблюдателя.
2. Детерминизм описания.
3. Непрерывность динамических переменных.

В итоге последовали соответствующие выводы:

1. Невозможность вполне объективного описания микрообъектов.
2. Неизбежность вероятностного подхода.
3. Дискретность, квантованность величин.

Построенная с учётом этих требований квантовая теория смогла объяснить и зависимость поведения микрообъекта от постановки эксперимента, и невозможность полного описания его свойств, и скачкообразное изменение динамических величин. Так, дискретными оказались энергетические уровни электронных орбит в атоме, благодаря чему стала понятной стабильность атомных систем. Отход от детерминизма получил количественное выражение в соотношении неопределённости, приведённом в п.1.2.1.

### 3.1.2. Концепция большого взрыва в космогонии.

Космология – учение о Вселенной в целом. Космогония – о её происхождении и развитии. Крупнейшая экстраполяция наших ограниченных знаний на всю Вселенную, на её прошлое и будущее.

Не углубляясь в историю, зафиксируем внимание на модели, предложенной в 1917 году А.Эйнштейном: Вселенная статична во времени, безгранична (но конечна) в пространстве. В 1922 году А. Фридман (СПб) нашёл нестационарное решение уравнений ОТО, которое легло в основу современной космогонии. Согласно этому решению, возможны три варианта эволюции Вселенной в зависимости от средней плотности материи  $\rho$ :

1.  $\rho < \rho_{кр}$ , неограниченное расширение.
2.  $\rho = \rho_{кр}$ , замедляющееся расширение.
3.  $\rho > \rho_{кр}$ , смена расширения на сжатие с последующим чередованием.

По современным данным  $\rho_{кр} = 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>, а  $\rho = 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>, так что  $\rho < \rho_{кр}$ , но возможно не вся материя учтена. Проблема скрытой массы остаётся актуальной.

В 1929 году Э.Хаббл (США) подтвердил теорию А.Фридмана, обнаружив экспериментально факт расширения Вселенной, причём со скоростью, пропорциональной расстоянию:  $v = Hr$ , где  $H$  – постоянная Хаббла. Иллюзия геоцентризма. Экстраполяция этого процесса в прошлое даёт время жизни Вселенной, если считать, что расширение началось из точки. Получается примерно 15 млрд лет. Начало трактуется как *большой взрыв*.

Исходное состояние определяется тем, что существующая теория сохраняет смысл при уменьшении расстояний лишь до  $10^{-35}$  м. Если всё вещество наблюдаемой Вселенной собрать в таком объёме, то плотность его будет равна  $10^{97}$  кг/м<sup>3</sup>. Допуская, что из такого состояния началось внезапное расширение, физики реконструируют историю Вселенной, различая этапы эволюции по характеристикам взаимодействия элементарных частиц. Не вдаваясь в детали физических процессов на первых этапах эволюции, представим себе картину в целом, сжав 15 млрд лет в один условный год. Тогда образование галактик датируется 10 января, образование солнечной системы 9 сентября, возникновение жизни на Земле 25 сентября, первые млекопитающие появились 26 декабря, а первые люди – 31 декабря в 22 часа 30 минут [17].

### 3.1.3. Энтропия и информация.

Если вы захотите оправдаться за беспорядок в доме, самое подходящее обвинить в этом энтропию, которая "всегда только растёт", символизируя рост беспорядка. Таково обыденное представление об энтропии.

В науке это понятие впервые ввёл немецкий физик Клаузиус в 1865 г., формулируя законы термодинамики. *Термодинамика* изучает тепловые свойства макросистем в равновесных состояниях, не обращая к их микроструктуре. *Функция состояния* – величина, характеризующая систему независимо от способа прихода к данному состоянию (например, температура  $T$ ). *Первое начало* термодинамики говорит о существовании функции состояния, называемой внутренней энергией  $U$ , такой, что  $dU = dQ - dA$ , где  $dQ$  – теплота, сообщённая системе, а  $dA$  – работа, выполненная ею. Фактически это запись закона сохранения энергии с учётом тепловых процессов.

*Второе начало* термодинамики утверждает существование функции состояния  $S$ , называемой *энтропией*, такой, что  $dS = dQ/T$ . Оказалось, что неравновесные процессы в изолированных системах сопровождаются ростом энтропии, так что при подходе к равновесному состоянию  $S \rightarrow S_{\max}$ . Энтропия, в отличие от других макропараметров, характеризует направление протекания процессов в замкнутой системе. Формулировка второго закона термодинамики, данная Клаузиусом: тепло не может само собой переходить от холодного тела к горячему. Эмпирически это

очевидно, но чтобы понять природу явления, следует обратиться к микроструктуре. Этим занимается *статистическая физика*, изучающая равновесные состояния макросистем на микроуровне.

Статистическое истолкование второго закона термодинамики дал австрийский физик Л.Больцман (1844-1906), на могиле которого выгравирована формула  $S = k \ln P$ , где  $k$  – постоянная Больцмана, а  $P$  – статистический вес, т.е. число способов, которыми может быть осуществлено это состояние.

В качестве примера рассмотрим распределение 4-х частиц по двум ячейкам. Очевидно, возможны следующие 5 состояний: (4,0), (3,1), (2,2), (1,3), (0,4). Но число способов реализации этих состояний различно: 1, 4, 6, 4, 1. Наибольший статистический вес – у состояния (2,2), т.е. при равномерном распределении. Значит, вероятность нахождения системы в таком состоянии максимальна. С ростом числа частиц этот максимум становится всё более резким. Например, при  $N = 8$  имеем  $P(7,1) = 8$ ,  $P(6,2) = 28$ ,  $P(5,3) = 56$ ,  $P(4,4) = 70$ . Общая формула для распределения  $N$  частиц по  $m$  ячейкам  $P(N_1, N_2, \dots, N_m) = N! / (N_1! N_2! \dots N_m!)$ , где  $N_i$  – число частиц в  $i$ -й ячейке.

В газе роль ячеек играют степени свободы молекул: поступательные, вращательные, внутренние (энергетические уровни). Число молекул в  $1 \text{ см}^3$  при нормальных условиях (число Лошмидта) равно  $2.7 \cdot 10^{19}$ . При этом максимум  $P$  настолько высок, что с подавляющей вероятностью осуществляется закон равномерного распределения молекул по степеням свободы.

Таким образом, согласно Больцману, энтропия есть мера вероятности пребывания системы в данном состоянии. Рост энтропии в замкнутой системе соответствует стремлению к равномерному распределению, при котором  $S = S_{\max}$ . Равномерное распределение означает однообразие, неопределённость, хаос. Противоположные понятия: разнообразие, определённость, порядок. С ними ассоциируется термин "*информация*". В переводе с латинского это слово означает разъяснение, изложение. В словарях оно определяется как "сведения, передаваемые из одного места в другое".

Дадим количественное определение информации. Чем больше неопределённость до получения сообщения о событии, тем большее количество информации поступает при получении сообщения. Значит, можно измерять информацию величиной ликвидированной неопределённости. Рассмотрим опыт, у которого возможны исходы  $x_1, x_2, \dots, x_m$  с вероятностями  $p_1, p_2, \dots, p_m$ ;  $p_i \geq 0$ ;  $\sum p_i = 1$ . Американский инженер К.Шеннон в 1948 году ввёл понятие информационной энтропии  $H$ , характеризующей неопределённость результата опыта,  $H = -\sum p_i \log_2 p_i$ . В случае достоверного исхода, когда  $p_1 = 1, p_2 = p_3 = \dots = p_m = 0$ , имеем  $H = 0$ , т.е. неопределённость отсутствует. А максимальное значение  $H$  достигается, когда все исходы равновероятны. Ясно, что  $H$  и  $S$  между



собой как-то связаны. Можно показать, что  $H = \text{const} \cdot S/N$ , т.е. информационная энтропия пропорциональна термодинамической энтропии, приходящейся на одну частицу.

Таким образом, определённости появляется путём устранения неопределённости. И если энтропия – мера однообразия, неопределённости, хаоса, то информация – мера разнообразия, определённости, порядка. Измеряя получаемую информацию  $I$  величиной устраняемой неопределённости  $H$ , можно трактовать их взаимную дополнителность как существование закона сохранения  $I + H = \text{const}$ , который приобретёт более фундаментальный статус, если будет дано определение информации независимо от энтропии. К сожалению, обычно это понятие заменяется его количественным выражением, а семантическое содержание сводится к понятию ценности; субстанциальная компонента остаётся нераскрытой.

Внутренний механизм упорядочения, каким бы он ни был, поддерживается, должно быть, потенциалом творческой активности живого вещества. Постулируя наличие этого источника, целесообразно сформулировать те условия, при которых энтропия будет убывать в результате действия такого механизма. Вариационную задачу на экстремум функционала информационной энтропии нужно ставить с учётом дополнительных условий, характеризующих специфические свойства живых существ.

С.Д.Хайтун [120] отмечает, что равномерное распределение характеризуется максимальной энтропией только в отсутствие взаимодействия между частицами. Считая, что взаимодействия являются движущей силой эволюции, он связывает рост энтропии с процессами превращения и увеличения структурного разнообразия.

А.Н.Панченков [121], трактуя энтропию как меру совершенства структуры, считает, что эволюция (жизнь) – это процесс преобразования энтропии импульса в структурную энтропию.

Проблема энтропии и информации очевидно ждёт углубления в самой постановке вопроса. Требуется выход с оси порядок-беспорядок в иное смысловое измерение, содержащее, например, источник информации, реализующий переход от потенциального к актуальному.

Однако, как справедливо отмечают И.Пригожин и И.Стенгерс в книге «Время, хаос, квант» [122], введение “созидания” в наше понимание физической реальности требует метафизики, чуждой современной науке. Допущение неконтролируемых источников порождает новую фундаментальную альтернативу: между концепцией мира, управляемого законами, не оставляющими места для новации и созидания, и концепцией абсурдного, акаузального мира, в котором ничего нельзя понять;

драматическую альтернативу между слепыми законами и произвольными событиями.

Авторы книги ищут “узкую тропинку” между этими двумя концепциями, каждая из которых приводит к отчуждению от реальности. Направление тропинки задаётся стрелой времени, а осмысление новой оси требует содержательного понимания времени, связанного с процессами взаимодействия энтропии и информации. Направленность – свойство, которое роднит понятия времени и энтропии. Представление о времени как простой длительности не в состоянии разрешить указанное противоречие. Но проблема решается, если допустить, что время обладает активными свойствами [123]. Эти свойства могут проявляться в особых ситуациях, например, на очень больших и очень малых масштабах, объясняя и космологический парадокс начала Вселенной, и энтропийный парадокс отсутствия её “тепловой смерти” [124]. Понятие масштаба видимо столь же фундаментально, как понятия пространства и времени, дополняя их до системной триады. Движение по лестнице масштабных уровней способно открывать новые миры при фиксированных  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$ .

### 3.2. Биология

Будучи по происхождению синонимом естествознания, физика сосредоточилась на самых общих законах природы, относящихся к любым объектам. Специфические свойства живых существ стали предметом биологии (греч. *bios* – жизнь).

#### 3.2.1. Гипотезы происхождения жизни.

Жизнь – одно из тех фундаментальных понятий, которые на первый взгляд кажутся очевидными, а по мере осмысления становятся всё более сложными и не поддаются строгому определению. «Чем больше мы знаем о живой материи, тем дальше уходим от определения живого, тем сложнее сформулировать отличительные свойства живого и обнаружить чёткую границу между живым и неживым» [125].

Вряд ли вносят ясность такие словарные формулировки, как «одна из форм существования материи, закономерно возникающая при определённых условиях в процессе её развития» [100] или «форма движения материи, качественно более высокая, чем физическая и химическая, но включающая их в “снятом” виде» [126]. Если же, следуя [110], принять, что жизнь – это «то, чем мир организмов (т.е. растения, животные, человек) отличается от всей остальной действительности», то вопрос переносится на эти отличия.

Попытки объяснить феномен жизни на научной основе к ответу пока не привели. «Всё известное нам о структуре живой материи заставляет ожидать, что деятельность живого организма нельзя свести к проявлению

обычных законов физики», - пишет Э.Шредингер в книге «Что такое жизнь? С точки зрения физика» [127]. Хотелось бы найти особый секрет витальности (лат.vita – жизнь). Однако биологи утверждают [128], что у живых организмов нет ни одного признака, присущего только живому и единственный способ описать жизнь – перечислить её свойства. Согласно [100], «организмы отличаются от неживых объектов обменом веществ, раздражимостью, способностью к размножению, росту, развитию, активной регуляции своего состава и функций, к различным формам движения, приспособляемостью к среде и т.п.». Комплексируя биологические свойства по образцу вещество-структура-функция, предметную специфику живого можно видеть в триаде биополимеры-клетки-самовоспроизводство.

В стремлении выделить главное, определяющее, Н.Н.Моисеев называет три особенности жизни: метаболизм (способность поглощать и обмениваться внешней энергией и материей), редупликация (способность к воспроизведению) и стремление к сохранению собственной целостности [129]. Авторы статьи [125] полагают, что основное свойство живого – способность самореализации первоначально заложенной в нём информации. Более общий вывод делает К.Б.Серебровская: «Изучение специфики Живого долгое время шло в трёх, несвязанных между собой, аспектах: субстратном (изучение вещества Живых систем), энергетическом и информационном. Только в начале 60-х годов нашего столетия стало очевидным, что в Живой системе все эти три аспекта, отражающие три стороны метаболизма, тесно переплетаются, и появилось понятие триада Жизни» ([130], с.299). Автор рассматривает эту триаду как основную методологическую характеристику живого вещества.

Общепризнанной научной теории происхождения жизни не существует. Имеются гипотезы:

1. *Концепция вечной жизни.* Если допустить, что жизнь существовала всегда, то вопрос о начале не возникает.
2. *Креационизм* (лат. creatio – созидание). Согласно религиозным учениям, Вселенная и все живые существа в ней сотворены Богом. Наука отвергает эту идею, но опровергнуть её не в состоянии.
3. *Внеземное происхождение.* Предполагается, что жизнь занесена на Землю из других областей Вселенной в виде неких семян (идея панспермии) или же в лице пришельцев из других цивилизаций. Проблема возникновения жизни переносится тем самым в какое-то другое место Вселенной.
4. *Самозарождение.* Эта версия появилась в качестве альтернативы креационизму ещё в древние времена господства мифов. Таких взглядов придерживался и Аристотель, полагая, что переход от безжизненных объектов к живым существам происходит при непрерывной эволюции по “лестнице природы”. Серьёзный удар по

теории самозарождения нанёс в 1688 году итальянский врач Франческо Реди, экспериментально доказав, что маленькие белые червячки, появляющиеся на гниющем мясе, - это личинки мух. Его вывод о том, что живое возникает только от живого, подтверждённый в XIX веке авторитетом Л.Пастера, утвердился в теоретической биологии как принцип Реди, или концепция биогенеза. «Между живыми и косными естественными телами биосферы нет переходов – граница между ними на всём протяжении геологической истории резкая и ясная», - писал В.И.Вернадский [131]. Возможность абиогенеза отодвигается, таким образом, в доисторические времена.

5. *Биохимическая эволюция.* Возраст Земли, согласно современным данным, составляет около 5 миллиардов лет, и долгое время условия на ней сильно отличались от нынешних. Температура поверхности была очень высокой, атмосфера состояла из тяжёлых газов (аммиак, метан, двуокись углерода, пары воды). Отсутствие кислорода способствовало образованию углеводов. В 1923 году А.И.Опарин выдвинул гипотезу, по которой в “первичном бульоне” органических веществ могли образоваться доклеточные организмы – прокариоты (лат. *caruon* – ядро). Они производили кислород, который их в конце концов погубил, и около 600 миллионов лет назад наступила эра эукариотов – организмов с оформленным клеточным ядром и кислородным дыханием. Некоторые этапы такой эволюции воспроизводятся в современных экспериментах, но качественный скачок от неживого к живому по-прежнему остаётся загадкой. «Перейти от бактерии к человеку – это меньший шаг, чем перейти от смеси аминокислот к этой бактерии», - пишет Дж.Хорган ([132], с.230).

«Происхождение жизни – чудо, но это свидетельствует только о нашем незнании», - сказал в 1971 году нобелевский лауреат Ф.Крик. Ограниченность наших знаний относится не только к сложной материальной структуре и функции живого. «Строение живого организма не исчерпывается его физическим телом... Имеется ещё “духовная” составляющая, которая превосходит первую по сложности и важности для жизнедеятельности организма» [125].

Прежняя научная парадигма, не включающая душевной и духовной составляющих, оказалась не в состоянии объяснить феномен жизни. «Всё, что можно определить научно (или объективно), не может быть живым», - решительно заявляет Г.В.Рязанов [106].

Понятие Жизнь сопоставимо с такими фундаментальными понятиями, как Добро и Зло, которые вне жизни теряют смысл. Чтобы постичь смысл Жизни, нужно взглянуть на неё в более крупном масштабе, представляя Живое лишь этапом на пути к Мыслящему, на пути к созданию ноосферы.

### 3.2.2. Антропный принцип.

Каждая крупная область физики, имеющая свою фундаментальную константу, развивается достаточно самостоятельно, но не без взаимодействия с другими областями. Согласованное взаимодействие обеспечивает единство физики в целом, так же как согласованное взаимодействие человеческих органов обеспечивает целостность всего организма. Набор физических констант, при которых достигается эта согласованность, оказывается далеко не случайным. Физики обнаружили, что малейшее отклонение от известных значений ведёт к разрушению существующего мира. Что же означает эта величайшая согласованность мировых постоянных, чрезвычайно тонкая их настройка, сделавшая возможным появление жизни и человека? Есть ли в этом какой-то вселенский смысл?

«Если для возникновения жизни были необходимы столь точные согласованности, может быть, жизнь не является всё-таки малозначащим продуктом случая, а преднамеренна, запланирована? Может быть, в наблюдаемом развитии спрятаны *дизайн*, продуманный план и продуманные намерения? Или *дизайнер*?» – спрашивает П.Хегеле [133].

«Единственное, во что, по-моему, нельзя уверовать, - пишет Б.С.Кузин, - это – в бессмысленность Вселенной» ([134], с.172). А смысл он уверенно связывает с категорией цели. Так человек, ставя перед собой цель, видит смысл жизни в достижении этой цели.

Если эволюция Вселенной происходит целесообразно, то появление человека можно рассматривать в качестве такой цели. *Антропный принцип*, сформулированный в 1978 году Картером, гласит: «Вселенная должна быть такой, чтобы на некотором этапе эволюции её параметры допускали существование наблюдателей» ([124], с.164).

Через человека, посредством человека Вселенная приходит к самопознанию. «Универсуму, для того, чтобы быть, необходимо быть познанным», - приводит В.В.Налимов слова нейрофизиолога Дж.Уолда ([135], с.58). Говоря о фундаментальности антропного принципа, В.В.Налимов напоминает также высказывания известного физика Дж. Уилера «Смысл важен, он централен. Не только человек адаптирован ко Вселенной. Сама Вселенная адаптирована к человеку. Вообразите Вселенную, в которой та или иная из безразмерных физических констант изменилась бы на несколько процентов тем или иным образом? Человек никогда не смог бы появиться в такой вселенной. Это главный смысл принципа антропности. Согласно этому принципу, фактор, дающий жизнь, лежит в основе механизма и замысла мира» (с.50). Ещё более решительно говорит П.Девис: «Любая физическая теория, которая противоречит существованию человека, очевидно, неверна» ([136], с.497).

Антропоцентрическая телеология, восходящая ещё к Протагору с его максимой “Человек есть мера всех вещей”, конечно, чревата соблазном гордыни. Чтобы не впасть в этот грех, человек должен сознавать

величайшую ответственность за судьбу Вселенной. Наше участие в космическом процессе не должно быть пассивным. Может быть, в том и состоит предназначение человека, что через его творческую деятельность создаётся универсальное сознание, посредством которого Вселенная осознаёт саму себя ([124], с.54).

### 3.2.3. Становление ноосферы.

На поверхности земного шара различаются, в соответствии с агрегатными состояниями, литосфера (греч. lithos – камень), гидросфера (греч. hydor – вода) и атмосфера (греч. atmos – пар). С появлением жизни образовался слой живого вещества – биосфера. Это активная оболочка Земли, в которой совместная деятельность живых организмов проявляется как фактор планетарного масштаба и значения. Учитывая созидательную роль человеческого разума, В.И.Вернадский (1863-1945) развил учение о переходе биосферы в ноосферу (греч. nous – разум, дух) [131].

Становление ноосферы как целостной планетарной системы происходит в процессе решения многих проблем согласования различных областей, сторон и уровней человеческой деятельности. И настройка здесь видимо будет посложнее, чем в случае с физическими константами.

Неоднородность социума с самого начала человеческой истории была обусловлена неоднородностью природных условий на поверхности Земли. В биоценозах отдельных ландшафтов формировались определённые этнические общности (греч. ethnos – племя) с единым стереотипом поведения. Поведение – определяющая черта этноса, в отличие от расы, о которой говорит внешний облик человека, и от нации, где основная характеристика – культура. Например, в Китае несколько этносов объединены в одну нацию; в арабских странах разные нации составляют один этнос. Развивая учение об этногенезе, Л.Н.Гумилёв (1912-1992) установил, что в появлении нового этноса существенную роль играет пассионарность – способность к сверхнапряжению ради идеальных целей [137]. Взаимопонимание между этносами – одна из коренных проблем социума на пути к ноосфере. Легче согласовать законодательства, чем стереотипы поведения.

Другая проблема – гармонический баланс экономической, политической и духовной сторон жизнедеятельности каждого народа. Подавляющее господство или явная отсталость отдельных сторон нарушают целостность общественной системы, тормозят её развитие. В настоящее время трудно назвать страну, где триединую гармонию можно было бы считать достигнутой. Как показывает П.Маляска [138], в странах Запада преобладают экономические функции, в Восточной Европе –

общественно-политические события, в мусульманском мире – духовная деятельность.

Не менее важна проблема согласования разных уровней развития природы: косного, живого, разумного. На каждом из них имеются свои внутренние закономерности, обеспечивающие их существование. Но есть и процессы межуровневого взаимодействия, которые не должны разрушать целостность всей системы. Человек, ощутив свои большие возможности, в какой-то момент возомнил себя властелином природы, призванным господствовать над ней. Беспощадная эксплуатация окружающей среды привела к экологическому кризису.

Экология (греч. *oikos* – дом), вырастая из биологии, сначала считала своим предметом окружающую природную среду и занималась охраной этой среды с целью рационального природопользования. Однако дом человека открыт на весь мир, и экология быстро распространилась на все естественные науки, захватывая также эстетическую и нравственную сферы жизни. Появились экология города, экология культуры, экология мышления. Понятие окружающей среды существенно усложнилось, а отношения с ней перестали рассматриваться как однонаправленные. В поисках целостности экология повернулась к объединяющему центру этих отношений и превратилась в экологию человека.

Судя по всему, на пути от биосферы к ноосфере наша планета проходит сейчас стадию антропосферы [139]. В науках идёт процесс гуманитаризации, в общественном сознании муссируется человеческий фактор, общечеловеческие ценности объявляются приоритетными. Будучи центром внимания и узлом противоречий, человек оказывается и ядром современного глобального кризиса, чреватого экологической катастрофой. Но именно человек обязан найти выход из этого кризиса, чтобы стать достойным восхождения к ноосфере.

Проблемы, связанные с потеплением климата, ростом народонаселения, сокращением биоразнообразия и т.п., угрожают потерей стабильности всей биосферы [140] и не могут быть решены локально. Экологическое мышление должно обрести планетарный масштаб. Вместе с тем, оно не может ограничиваться экономической стороной дела, ибо здоровье, как человека, так и общества, соединяет физическую, психическую и духовную компоненты в целостном единстве. В книге Ф.Капры «Уроки мудрости» читаем: «Экологическое понимание есть осознание единства всей жизни, взаимозависимости всех её проявлений. А человеческая духовность – такой модус сознания, в котором мы чувствуем связь со всем космосом. Следовательно, экологическое сознание духовно в глубине своей сути» ([8], с.100). По словам А.Сокурова, главная экологическая проблема сегодня – не большие и малые черныбыли, а целенаправленное разрушение сознания.

Отношение человека к природе, превращаясь из хищнического в охранительное, всё ещё остаётся покровительственным. А между тем, у природы есть своя стратегия развития, которая достойна понимания, согласования, уважения. Эпоха покорения должна смениться признанием самоценности природы, установкой на совместное развитие. Природа – не реквизит, а полноправный участник событий. Поэтому «необходима новая стратегия человечества, поиск качественно нового пути развития цивилизации, способного обеспечить состояние коэволюции природы и общества... Это самая фундаментальная проблема науки за всю историю человечества», - утверждает Н.Н.Моисеев ([129], с.364). Слова Ф.Тютчева: “Не то, что мните вы, природа: не слепок, не бездушный лик – в ней есть душа, в ней есть свобода, в ней есть любовь, в ней есть язык” ([59], с.78) могут теперь рассматриваться не как поэтическая метафора, а как гениальное пророчество.

*Концепция коэволюции* способствует движению к ноосфере, так как экологический императив порождает императив нравственный ([129], с.309). Эту связь давно подметил А.Битов, когда писал: «Современная экология кажется мне даже не наукой, а реакцией на науку. Реакцией естественной, нормальной...Почерк этой науки будит в нас представление о стиле в том же значении, как в искусстве. Изучая жизнь, она сама жива, исследуя поведение, она обретает поведение. У этой науки есть поведение, неизбежный этический аспект. Её ограниченность есть этическая ограниченность: не всё можно» ([141], с.203). Более того, экологическая этика отходит от традиций антропоцентризма и становится трансперсональной, понимая “я” широко и открыто, не как отдельный атом или частицу, а как пульсирующее поле взаимодействий ([142], с.104). Защита природного мира и защита себя оказываются неразделимыми. Структура слов со-знание, со-чувствие, со-весть напоминает о причастности человека к общему полю.

На пути к ноосфере создаётся коллективный разум, который призван интегрировать все духовные компоненты социума, формируя некоторое поле, воздействующее на духовный мир людей ([143], с.45). Этому способствуют такие социальные институты, как ООН, Гринпис, Римский клуб, Международная лига защиты культуры и, конечно, Internet.

По мере того, как разум становится всё более способным определять целенаправленное развитие общества, ноосфера обретает свойства организма, живущего по своим законам и оберегающего свою целостность ([129], с.197, 214). В этих новых закономерностях открываются не только возможности противостоять нынешним угрозам, но и новые возможности истинного прогресса. Чтобы воспринять и понять эти закономерности, необходимо, прежде всего, поверить в их существование. Наука XVII–XX веков не стала бы открывать новые законы, если бы не доверяла природе



([144], с.30). Пора распространить область доверия на ноосферу, сферу разума и духа, пространство смыслов [135].

### 3.3 Синергетика

#### 3.3.1. Истоки теории самоорганизации.

Слово “синергетика” происходит от греческого *synergeia* – содействие, сотрудничество. Синергизм означает совместное функционирование органов и систем. В широкое употребление этот термин ввёл 30 лет назад немецкий физик Г.Хакен, назвав так новое научное направление, объединяющее исследования по теории саморазвития.

Факты самоорганизации в неживой природе встречались и раньше, но их было трудно объяснить с позиций энтропии. Приведём три примера.

1. Ячейки Бенара (1901). В горизонтальном слое вязкой жидкости, подогреваемой снизу, образуются ячейки гексагональной формы, наподобие пчелиных.
2. Реакция Белоусова (1951) –Жаботинского (1959). В смеси некоторых химических веществ наблюдается периодическая смена цвета.
3. Оптические квантовые генераторы (1960), или, сокращённо, лазеры – по первым буквам слов в английском названии самого эффекта: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, т.е. усиление света в результате вынужденного излучения. В активной среде из энергетически возбуждённых атомов при определённой мощности накачки устанавливается самосогласованное монохроматическое излучение.

Попытки построения теорий организации опирались, прежде всего, на способность к сознательной целенаправленной деятельности живых существ. Здесь можно назвать тектологию, кибернетику, семиодинамику..

Тектология (греч. *tekton* – строитель) была предложена российским медиком, писателем и философом А.А.Богдановым (1873-1928) как всеобщая организационная наука, изучающая единые механизмы образования устойчивых форм [145]. Основные концепции А.А.Богданова были в дальнейшем повторены, продолжены и формализованы в общей теории систем (ОТС), начало которой обычно связывают с именем Людвиг фон Берталанфи.

Кибернетика (греч. *kybernetike* – искусство управления) устойчиво ассоциируется с именем американского математика Н.Винера (1894-1964), книга которого имеет подзаголовок “Управление и связь в животном и машине” [146]. В современной энциклопедии [100] кибернетика трактуется как наука об общих законах получения, хранения, передачи и переработки информации.

Семиодинамика - наука о динамических аспектах теории знаковых систем. Она изучает общие закономерности возникновения, развития и отмирания естественных систем в знаковом представлении. Это течение возникло в Санкт-Петербургском университете в начале 80-х годов XX века. Оно наиболее близко к синергетике [147].

Кибернетика и ОТС изучают процессы гомеостаза, т.е. поддержания равновесия посредством механизмов отрицательной обратной связи (отклонения гасятся). При этом подразумевается заранее поставленная цель и внешнее управление.

Семиодинамика и синергетика изучают качественные изменения, когда обратная связь может быть положительной (отклонения увеличиваются, автокатализ). Цель при этом не задаётся, а ход процессов определяется внутренними свойствами системы.

Как семиодинамика, так и синергетика занимаются структурной динамикой целостных объектов. Различие между ними состоит в том, что первая по предмету шире, так как процессы самоорганизации не исчерпывают качественных изменений, а по методу она уже, так как ограничивается знаковым представлением.

Процессы самоорганизации, саморазвития, самоопределения идут всюду, где есть жизнь, и синергетический поток образовался из очень многих ручейков [148-150]. Тем не менее, можно выделить три научные школы, которые являются корневыми для синергетики. Во-первых, российская школа нелинейной динамики (Л.И.Мандельштам, С.П.Курдюмов, Г.Г.Малинецкий); во-вторых, бельгийская школа диссипативных процессов (И.Пригожин) (лат. *dissipatio* – рассеяние); в-третьих, немецкая школа лазерной физики (Г.Хакен).

В настоящее время синергетика, решительно преодолевая междисциплинарный статус, быстро превращается в ответственного носителя новой парадигмы [151-157]. Синергетические семинары, конференции, форумы собирают представителей самых разных специальностей, объединённых стремлением выработать и освоить современный стиль мышления [5,158-161]. Воспринятая новая методология внедряется в технику [162], в искусство [163], в информатику [164-166], открывает свежие перспективы в экономике [167], психологии [168,169], прогностике [170,171]. Появляются и учебные пособия [149,172,173].

### 3.3.2. Нелинейность-когерентность-открытость.

Известные варианты определения синергетики опираются на такие свойства системы как нелинейность, когерентность (лат. *cohaerentia* – внутренняя связь, взаимная связанность), открытость, которые действительно необходимы для самоорганизации [152, 174]. Допуская, что они достаточны для устойчивой дефиниции, можно видеть, что в

системной триаде нелинейность представляет аналитический аспект (рацио), когерентность – качественный (эмоцио), открытость – субстанциальный (интуицио).

Рассмотрим существующие смысловые спектры указанных слов в стремлении прояснить их место, значение и содейственность в тринитарных структурах [175].

**Нелинейность** проявляется в очень разных обликах.

*Аналитические* характеристики естественно выразить, ориентируясь на основные структуры математики: порядковые, алгебраические, топологические.

*Порядковая* нелинейность подразумевает нарушение одномерной упорядоченности; например, попытку “лезть без очереди”; а вообще, выход в многомерное пространство. При одномерном перечислении элементов представители разных областей, модальностей и уровней выстраиваются в одну шеренгу. Или, как пишет П.Д.Тищенко, «текстовое представление философского размышления спрямляет хаотические разнонаправленные опробывающие движения мысли в линейную последовательность логически связанных рассуждений» ([176], с.204). Таким образом, порядковая линейность – это мир с единственным измерением. Любое различие по нескольким критериям требует нелинейной структуры. Более того, даже одномерный процесс, заикливаясь, выходит в новое измерение. Так, прямая линия, обретая кривизну, свёртывается в окружность и тем самым находит плоскость, т.е. двумерность ([15], с.16). Обобщение понятия размерности открывает дробномерный мир фракталов, ещё более непохожий на линейный.

*Алгебраическая* нелинейность характеризуется уравнениями, содержащими неизвестные величины не только в первой степени. Простейший пример – квадратное уравнение. Но возможны любые степени и не только целые. Выходя за пределы алгебры, встречаемся с трансцендентными уравнениями, содержащими показательные, тригонометрические, логарифмические и всякие специальные функции. Дифференциальные, интегральные, функциональные уравнения тоже, как правило, нелинейны. Так уравнение теплопроводности с нелинейными источником и коэффициентом

$$T_t = [k(T)T_x]_x + Q(T), \quad k(T) = k_0 T^\alpha, \quad Q(T) = q_0 T^\beta,$$

послужило плодотворной моделью для демонстрации многих характерных особенностей синергетики [177,178].

Рассмотрим простейшие нелинейные модели эволюции. Если скорость роста величины  $x$  пропорциональна  $x^\gamma$ , то имеем дифференциальное уравнение  $x' = \alpha x^\gamma$ . В линейном случае, когда  $\gamma = 1$ , решение выражается экспонентой  $x = x_0 e^{\alpha t}$ . В нелинейном случае, при  $\gamma > 1$ , решение становится бесконечным через конечный промежуток времени. Например, при  $\gamma = 2$   $x = x_0(1 - \alpha x_0 t)^{-1}$ , так что  $x \rightarrow \infty$  при  $t \rightarrow (\alpha x_0)^{-1}$ . Учитывая возможность

одновременной убыли рассматриваемой величины, возьмём уравнение в более общем виде  $x' = \alpha x^2 - \beta x$ . Тогда  $x = \beta[\alpha - (\alpha - \beta/x_0)e^{\beta t}]^{-1}$  и можно различать три режима. При  $x_0 > \beta/\alpha$  решение обращается в бесконечность за конечное время, при  $x_0 = \beta/\alpha$  решение остаётся постоянным, при  $x_0 < \beta/\alpha$  решение монотонно убывает до нуля, когда  $t \rightarrow \infty$ . Таким образом, в окрестности точки  $x_0 = \beta/\alpha$  имеет место пороговый эффект и возможность вырастания малых начальных величин в большие конечные.

Дискретный аналог рассматриваемого уравнения, в упрощённом варианте,  $x_{n+1} = gx_n(1 - x_n)$  легко интерпретируется как характеризующий динамику популяций в замкнутой среде или рост банковского капитала при ограничении процента с ростом накопления. Итерационный процесс на основе этого уравнения демонстрирует нарушение устойчивости с увеличением параметра  $g$  и появление хаоса.

*Топологическая* нелинейность ассоциируется с особенностями многомерных отображений, т.е. фактически с выходом за пределы самой топологии, изучающей свойства, которые не меняются при взаимно однозначных и непрерывных отображениях топологических пространств. Особенности гладких отображений составляют предмет теории катастроф [179]. Обобщение этой теории на негладкие отображения ещё не сделано.

*Качественный* аспект нелинейности проявляется в таких феноменах самоорганизации как неоднозначность, неустойчивость, необратимость. Появление неожиданных качеств становится не исключительным, а закономерным. Бифуркационный кризис, пороговый эффект, странные аттракторы входят в жизнь как паттерны нелинейной динамики [180-183]. Более того, освобождение от детерминизма ведёт к отказу от описания эволюционного процесса в терминах отдельных траекторий [184].

*Субстанциальная* нелинейность обнаруживается в пространстве смыслов [119]. Здесь возникает потребность в таких словах как озарение, преобразование, откровение, которые скорее символы, чем научные понятия, и речь должна идти об онтологическом статусе нелинейности.

**Когерентность** – термин, взятый из волновой физики, где он означает согласованное протекание колебательных процессов. Например, колебания когерентны, если разность их фаз остаётся постоянной. В результате сложение большого числа малых величин даёт мощный (лазерный) эффект.

В синергетике понятие когерентности становится более общим, означая такую согласованность взаимодействия элементов, которая проявляется в масштабе всей системы. При этом согласование может осуществляться не обязательно через фазы колебаний, а вообще через корреляции. Согласованное взаимодействие, порождающее макроэффекты, является центральным нервом самоорганизации.

В *аналитическом* аспекте когерентность можно рассматривать, привлекая механизм резонанса; в *качественном* – опираясь на явление

кооперативности, когда в системе, при наличии многих реагирующих единиц, реакция первой единицы облегчает ответ второй, реакция второй – ответ третьей и т.д.; в *субстанциальном* – доминирует синергия как соработничество Божественной и человеческой энергии [185].

В процессе самоорганизации осуществляется связь структурных уровней разного масштаба, и сам процесс можно рассматривать как вертикальный переходный слой. В таких слоях действуют смешанные языки, рождаются новые смыслы, формируются параметры порядка, регулирующие процесс на системном уровне. Кооперация частей системы с возникновением нового качества, характеризуемого параметром порядка, - это центральная тема синергетики ([186], с.105). Представление о таком параметре возникает аналогично порождению образа-гештальта в теории распознавания. При этом происходит существенное сжатие информации, воплощаемой в новый смысл.

Обобщение понятия когерентности на био-, антропо- и социосистемы нуждается в более гибком, образном, метафорическом языке. Сопоставляя масштабное каналирование с процессом познания, можно воспользоваться известными метафорами отиска на восковой табличке (образ пресловутой теории отражения) и сосуда, наполняемого извне. Дополняя их метафорой загорающейся свечи [170], получаем системную триаду, целостность которой выразима метафорой прорастающего зерна, неоднократно упоминаемой в Евангелии.

В развитии общества переходное время формирует тип человека, получивший название гомо-цвишенс (нем. *zwischen* – между) [187], человека дезориентированного, без *русла*, но потенциального *джокера* [188], способного занять любую социальную нишу.

**Открытость** внешнему миру, с которым происходит обмен веществом, энергией и информацией, имеет место в пространстве, времени и масштабе. В ней скрывается невозможность полной формализации целостности, ибо (вспоминая Гёте) когда целое вполне обнаруживает себя, оно указывает на всё остальное, и в этом понимании лежит величайшее дерзновение и величайшее смирение [62].

Следует подчеркнуть, что наличие обмена ещё не означает открытости, если этот обмен контролируем, как это бывает при математической постановке задачи, когда граничные и начальные условия и масштабные коэффициенты задаются, чтобы обеспечить однозначную разрешимость. «То, что полностью контролируемо, никогда не бывает вполне реальным. То, что реально, никогда не бывает вполне контролируемым». Эти слова, которыми И.Пригожин и И.Стенгерс, следуя К.Хейлес, характеризуют метафизику В.Набокова, напоминают известный афоризм А.Эйнштейна: «As far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain; and as far as they are certain, they do not refer to reality»([189], p.228). Таким образом, подлинная открытость не подвластна жёсткому контролю.

Изучая такие, существенно открытые системы, синергетика нуждается в соответствующей, т.е. тоже открытой методологии [5]. Взгляд, воспитанный на детерминизме, затрудняется скользить по масштабам ([186], с.155-158).

К открытости обращались всегда, когда требовалось объяснить антиэнтропийность жизни: открытая система черпает энергию извне. Но как тогда объяснить существование Вселенной? Куда она открыта? Другим измерениям? Вакууму? Богу? Как понимать неполноту бытия? [63]. Здесь нет однозначного ответа.

Концепция открытости тесно связана с феноменом свободы. По существу это одна проблема.

Всякое определение призвано выразить смысловую суть рассматриваемого предмета, очертив одновременно его границы, пределы. Принимая нелинейность-когерентность-открытость за системное определение синергетики, мы получаем возможность ставить и решать вопрос о её границах, устанавливая допустимые пределы по каждому из этих параметров [190].

### 3.3.3. Хаос, порядок, творчество.

В греческой мифологии слово *chaos* означало первобытное состояние мира, из которого образовался космос – мир, мыслимый как упорядоченное единство. Оппозиция хаос-космос аналогична диадам тьма-свет, дао-небо, натура-культура. В современном представлении хаос – беспорядочное, бесформенное, неопределённое состояние вещей, так что антитезой хаосу обычно является порядок, причём хаос – это бесструктурность, неустойчивость, стихийность; порядок – это структурность, устойчивость, организованность. Отчётливо напрашивается вывод, что хаос – это плохо, а порядок – это хорошо.

Однако, как сказал Антуан де Сент-Экзюпери, «Жизнь создаёт порядок. Порядок же бессилён создать жизнь» ([191], с.15). А Поль Валери ещё в 1919 году предупреждал: «Две опасности не перестанут угрожать миру: порядок и беспорядок» ([192], с.88). Абсолютный порядок и абсолютный хаос одинаково грозят гибелью. Выходит, что при всём стремлении к упорядочению какая-то доля хаоса для жизни необходима. И синергетика как раз раскрывает эту позитивную роль хаоса [193].

Жизнь течёт неравномерно. Спокойные периоды сменяются напряжёнными критическими состояниями, когда решается, каким будет дальнейший путь. В такие моменты определяющую роль играет не порядок, а хаос. И без этой неупорядоченной, неконтролируемой, случайной компоненты были бы невозможны качественные изменения, переходы в существенно новые состояния.

В синергетике есть понятие бифуркации (лат. *bifurcus* – раздвоенный). В точках бифуркации или, шире, полифуркации траектория разветвляется.

И в законе движения нет указания на то, по какой ветви следовать. Есть лишь спектр возможностей. Выбор ветви зависит от флуктуаций, от факторов локального масштаба. Через малые блуждания система попадает в область притяжения одной из возможных траекторий дальнейшего движения. Хаос сначала обеспечивает возможность схода с прежней траектории при потере устойчивости в зоне кризиса, а затем помогает подключиться к новому аттрактору, вымывая помехи на этом пути.

Так проявляется конструктивная роль хаоса. Е.Н.Князева, раскрывая синергетическое представление о хаосе, пишет ([152], с.65): 1) Хаос необходим для выхода системы на один из аттракторов; 2) Хаос лежит в основе механизма объединения простых структур в сложные путём синхронизации темпов развития; 3) Хаос – механизм переключения режимов, средство борьбы со смертью.

Александр Блок не знал синергетики, но, рассуждая о назначении поэта, писал: «Три дела поэта-художника: приобщиться к хаосу, привести его звуки в гармонию, внести её в мир» ([191], с.38).

«Соотношение порядка и хаоса – это Тайна самой жизни... Тайна творчества и созидания... Величайшая Тайна познания», - полагает В.В.Василькова ([194], с.3). «Я не могу представить никакого порядка, никакого космоса, возникшего без участия творческого начала», - писал Б.С.Кузин ([134], с.182). «У нашего космоса должна быть где-то скрыта некая фундаментальная тенденция генерирования порядка» ([132], с.222).

Согласимся с тем, что именно творчество, будучи достаточно глубоким понятием, объединяет порядок и хаос в целостную триаду

творчество  
порядок                      хаос

Но «мы становимся на рискованный путь, включая творческое начало в эволюционный процесс», - признаёт В.В.Налимов ([195], с.138). Откуда берётся новое знание?! Е.Н.Князева утверждает, что «загадка творчества – это загадка соединения, синтеза процессов ассоциации и концентрации» ([152], с.221). И далее: «Новое знание эмерджентно, оно не выводимо из элементов наличного осознанного знания, и в то же время оно латентно предопределено в элементах знания, имеющихся на данный момент» ([196], с.123). Но как понимать эту предопределённость? Образ калейдоскопа, встряхнув который, получаем новую картинку из прежнего материала, вряд ли кого удовлетворит. Рассматривая механизм творческого мышления как механизм самодостраивания ([197], с.253), Е.Н.Князева называет ряд формализуемых сторон этого процесса, не касаясь вопроса о его истоке и двигателе.

В.В.Налимов полагает, что «процесс эволюции – не порождение чего-то нового, а только новая проявленность того, что извечно задано» ([195], с.162). «Смыслы изначально заданы в своей потенциальной, непроявленной форме... Человек не механически считывает, а творчески

распаковывает континуум смыслов» (с.14). Следовательно, творчество человека не столько создаёт новые смыслы, сколько проявляет уже существующие. Но так ли это? В.И.Вернадский, например, считал, что творческий труд создаёт нечто такое, что не содержится в материале ([198], с.213). «Познавая, наш разум не наблюдает, он формирует действительность по правилам самого человека... Для познания истины нужны не только умственные способности, но все чувства, мораль, нравственная ответственность» (с.281). «Настало время, когда мысль стала средством формирования действительности» (с.476).

Синергетическая идеология позволяет взглянуть и на общество как на самоорганизующуюся систему, формируя при этом новые концепции в социальных науках ([194,199-202]) Громадное значение имеет вывод современного естествознания о неоднозначности путей эволюции природных систем, о неустойчивости по отношению к начальным данным. Эволюция может определяться не столько прошлым, которое забывается, сколько будущим, которое ведёт к самодостраиванию. Очень важно также, что сложным системам нельзя навязывать пути их развития, а нужно обеспечивать самоуправляемое развитие, правильно организуя воздействия в пространстве, времени и масштабе ([152], с.221). Актуальная концепция “sustainable development” означает не устойчивое, а самоподдерживаемое развитие.

Г.Ю.Ризниченко формулирует следующие “общечеловеческие” выводы социальной синергетики:

1. Следует расстаться с мифом о всеилии знания и возможности однозначного предсказания в случае полностью известной структуры системы, законов взаимодействия её компонентов и начальных условий. Найти единственно верное решение невозможно.
2. Решения, которые нашла природа за миллионы лет, по-видимому, оптимальны. Попытки перекраивания природы в угоду человеку приводят к системам, энергетическая эффективность которых в конечном счёте ниже природной.
3. Невежество (или псевдознание) линейно-детерминистического мышления в конце XX века ведёт к глобальному экологическому кризису.
4. Нелинейная парадигма обнадеживает в тех ситуациях, которые кажутся безнадежными. Существенность малых усилий в критических ситуациях может вывести систему на иную, благоприятную возможность из того спектра возможностей, которым обладает сложная система. ([203], с.215-216).

В современном мире доминирующее противостояние идеологий двух сверхдержав сменилось множеством столкновений между разными цивилизациями, этносами, конфессиями. Становление ноосферы как



целостной планетарной системы происходит в процессе решения многих проблем согласования различных областей, сторон и уровней человеческой деятельности. Оппозиции перемешаны по всем осям жизненного пространства, и построение региональных целостностей, способных к объединению, стало насущным делом человечества.

Географическое положение России всё ещё привязывает социологов к бинарной оппозиции Запад-Восток, заставляя гадать, чего в России больше: западного или восточного, вместо того, чтобы выяснять, что в ней самобытное. В семантическом же пространстве отчётливо образуется триада: Запад (рацио) – Россия (эмоцио) – Восток (интуицио) [204].

Социальная динамика реализуется в общении. Понятие диалога всё явственнее звучит на встречах любого масштаба и уровня. Ориентируясь на семантический архетип системной триады, можно различать следующие аспекты полезного, живого, целесообразного диалога:

взаимный интерес

общая основа

различие мнений

Соразмерное сочетание этих компонент обеспечивает действенность, жизнеспособность, целостность диалога как саморазвивающегося организма. Ту целостность, которая так нужна для гармонического самоощущения человека среди людей, а в глобальном масштабе – для достойного поведения человечества в этом усложняющемся мире [205].

## Литература

1. Филиппов В.М. Место фундаментального естественнонаучного образования в новой образовательной парадигме // Вестник РУДН, серия: Фундаментальное естественнонаучное образование, 1995, №1, с.5-7.
2. Аршинов В.И., Буданов В.Г., Суханов А.Д. Естественнонаучное образование гуманитариев: на пути к единой культуре // Общественные науки и современность, 1994, №5, с.113-117.
3. Колин К.К. Формирование современного естественнонаучного мировоззрения // Синергетика: человек, общество. М.: РАГС, 2000, с.16-25
4. Лотман Ю.М. Культура и взрыв. М., 1992, 272 с.
5. Синергетика и методы науки. СПб: Наука, 1998, 438 с.
6. Баранцев Р.Г. О тринитарной методологии // Между физикой и метафизикой: наука и философия. СПб, 1998, с.51-61.
7. Кун Т. Структура научных революций. М., 1977, 300 с.
8. Капра Ф. Уроки мудрости. М., 1996, 318 с.
9. Кротов В.Г. Словарь философических, метафорических, юмористических и прочих разных парадоксальных определений. М., 1995, 477 с.
10. Баранцев Р.Г. К перестройке мышления в науке // Математические методы и модели. Ульяновск, 1999, с.8-10.
11. Einstein A. Out of my Later Years. N.Y., 1950, 282 p.
12. Гессе Г. Игра в бисер. М., 1992, 496 с.
13. Мамардашвили М.К. Беседы о мышлении // Мысль изреченная... М., 1991, с.13-52.
14. Алексеев А.Н. Драматическая социология. М., 1997, 657 с. Год Оруэлла. СПб: Ступени, 2001, 498 с.
15. Семиодинамика. Труды семинара. СПб, 1994, 192 с.
16. Сноу Ч.П. Две культуры. М., 1973, 143 с.
17. Фейнберг Е.Л. Две культуры. М., 1992, 251 с.
18. Любищев А.А. Редукционизм и развитие морфологии и систематики // Журнал общей биологии, 1977, т.38, №2, с.245-263.
19. Любищев А.А. Дарвинизм и недарвинизм // Природа, 1973, №10, с.44-47.

20. Собуцкий М.А. Несколько заметок о бинарном мышлении в гуманитарном знании и в повседневной жизни // Философская и социологическая мысль. 1993, №9-10, с.30-47.
21. Лоренц К. Обратная сторона зеркала. М.: 1998, 393 с.
22. Свасьян К.А. Становление европейской науки. Ереван, 1990, 377 с.
23. Баранцев Р.Г. Политомические модели системного подхода // Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 1982, с.42-58.
24. Баранцев Р.Г. Системная триада – структурная ячейка синтеза // Системные исследования. Ежегодник 1988. М., 1989, с.193-210.
25. Никитин Е.П. О природе обоснования // Вопросы философии, 1979, №10, с.46-55.
26. Баранцев Р.Г. Системная триада дефиниции // Международный форум по информации и документации. М., 1972, т.7, №1, с.9-13.
27. Кропоткин П.А. Этика. Пг-М., 1922, 268 с.
28. Bibliotheca Trinitariorum. International Bibliography of Trinitarian Literature. Ed. By E.Schadel. München e.a., 1984, v.1,624 p., 1988, v.2, 594 p. Рецензия: Баранцев Р.Г., Хованов Н.В. Философские науки, 1990, №4, с.141-143.
29. Philberth B. Der Dreieine. Anfang und Sein. Die Structur der Schöpfung. Stein am Rhein. 1974, 608 S.
30. Флоренский П.А. Структура слова // Контекст 1972. М., 1973, с.348-369.
31. Д.И.Менделеев в воспоминаниях современников. М., 1973, 271 с.
32. Лосев А.Ф. История античной эстетики. Т.7. Кн.1. М., 1988. 414 с.
33. Асмус В.Ф. Иммануил Кант. М., 1973, 534 с.
34. Гегель. Энциклопедия философских наук. М., т.1, 1974, 452 с., т.2, 1975, 695 с., т.3, 1977, 471 с.
35. Хофштадтер Д. Гёдель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда. Самара: Базрах-М, 2001, 752 с.
36. В.Набоков В. Дар. СПб, 1997, 413 с.
37. Волошин М. Письма к А.В.Гольдштейн // Звезда. 1998, №4, с.143-178.
38. Померанц Г.С. Выход из транса. М., 1995, 575 с.
39. Льюис К.С. Страдание // Этическая мысль. М., 1992, с.375-438.
40. Ориген. О началах. Самара, 1993, 318 с.
41. Седир П. Индийский факиризм. СПб, 1909, 124 с.
42. Новгородцев П.И. Сочинения. М., 1995, 448 с.
43. Померанц Г.С. Сердцевина мира. Заметки философа о троичном мышлении // Наука и религия. 1993, №6, с.12-13.
44. Знак Знамени Мира // Угунс. Рига, 1988, в.1, с.8.

45. Зеньковский В.В. История русской философии. Л., 1991, т.1, ч.1, 221с.
46. Миронов Ю.П. Этический синкретизм. Брянск, 1994, 91 с.
47. Лебедев Г.С., Чирятов М.Н. Особенности исторического процесса в свете учения Живой Этики // Пути восхождения. М., 1995, с.121-128.
48. Bennett J.G. The Dramatic Universe. Vol.3. Man and His Nature. Charles Town, 1987, 315 p.
49. Флоренский П.А. Столп и утверждение истины. М., 1914, 814 с.
50. Баранцев Р.Г. Принцип неопределённости в асимптотической математике // Методы возмущений в механике. Иркутск, 1984, с.107-113.
51. Латышские дайны. Составитель И.Зиедонис. М., 1986, 126 с.
52. Шарыпов О.В. Понятие фундаментальной длины и методологические проблемы современной физики. Новосибирск, 1998, 319 с.
53. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. М., 1974, 272 с.
54. Полани М. Личностное знание. М., 1985, 344 с.
55. Кабалевский Д.Б. Про трёх китов и про многое другое. М., 1976, 224с.
56. Лекомцев Ю.К. О семиотическом аспекте изобразительного искусства // Труды по знаковым системам. Тарту, 1967, т.3, с.122-129.
57. Свасьян К.А. Проблема символа в современной философии. Ереван, 1980, 226 с.
58. Лосев А.Ф. Знак, символ, миф. М., 1982, 480 с.
59. Лотман Ю.М. Динамическая модель семиотической системы // Труды по знаковым системам. Тарту, 1978, т.10, с.18-33.
60. Тютчев Ф.И. Стихотворения. Хабаровск, 1982, 256 с.
61. Линник Ю.В. О взаимодействии гуманитарной культуры и естественных наук на понятийном уровне (космос, целостность, стиль) // Художественное творчество. Л., 1982, с.83-97.
62. Свасьян К.А.. Философское мировоззрение Гёте. Ереван, 1983, 183 с.
63. Баранцев Р.Г. Целостность против полноты // Русская философия и современный мир. СПб, 1995, с.29-31.
64. Мамардашвили М.К. Классический и неклассический идеалы рациональности. Тбилиси, 1984, 82 с.
65. Любищев А.А. Наука и религия. СПб, 2000, 356 с.
66. Петров-Водкин К.С. Хлыновск. Пространство Эвклида. Самаркандия. Л., 1970.
67. Мейен С.В. Принцип сочувствия // Пути в незнаемое. М., 1977, сб.13, с.401-430. Баранцев Р.Г. Признание-сочувствие-доверие // 12-е Любищевские чтения. Ульяновск, 2000, с.19-23.
68. Sheldrake R. A New Science of Life: The Hypothesis of Formative Causation. – Los Angeles, 1981.
69. Раушенбах Б.В. Интуиция – мать порядка // Общая газета. 1998, №12.
70. Мейен С.В., Шрейдер Ю.А. Методологические аспекты теории классификации // Вопросы философии, 1976, № 12, с.67-79.

71. Каган М.С. Классификация и систематизация // Типы в культуре. Л., 1979, с.6-11.
72. Водохранилища мира. М., 1979, 287 с.
73. Розова С.С. Классификационная проблема в современной науке. Новосибирск, 1986, 224 с.
74. Фуко М. Слова и вещи. Археология гуманитарных наук. М., 1977, 488 с.
75. Юзвизин И.И. Информациология. М., 1996, 215 с.
76. Баранцев Р.Г. О триадной структуре информационных систем // Кинетические и газодинамические процессы в неравновесных средах. М., 1986, с.141-142.
77. Тиори Т., Фрай Дж. Проектирование структур и баз данных. М., 1985, т.1, 287 с., т.2, 320 с.
78. Нагао М., Катаяма Т., Уэмура С. Структуры и базы данных. М., 1986, 198 с.
79. Уёмов А.И. Основы формального аппарата параметрической общей теории систем // Системные исследования. М., 1984, с.152-180.
80. Поспелов Г.С. Новая информационная технология // Знание-сила, 1986, № 2, с.20-22.
81. Любищев А.А. Проблемы систематики // Проблемы эволюции, т.1, Новосибирск, 1968, с.7-29.
82. Субботин А.Л. Классификация. М.: ИФ РАН, 2001, 94 с.
83. Краснова Е.М. Классификация форм существования материи // Философские исследования, 1995, № 2, с.268-296.
84. Любищев А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. М., 1982, 278 с.
85. Александр Александрович Любищев, 1890-1972, Л., 1982, 144 с.
86. Баранцев Р.Г. Развитие идей А.А.Любищева о комплексировании // Теоретические проблемы эволюции и экологии. Тольятти, 1991, с.33-44.
87. Кондратов А.М. Звуки и знаки. М., 1978, 208 с.
88. Бэр М. Об искусственной и естественной классификации животных и растений // Анналы биологии, 1959, № 1, с.367-405.
89. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1967, 436с.
90. Кедров Б.М. Общие соображения о полной системе наук // Актуальные проблемы логики и методологии науки. Киев, 1980, с.20-32.
91. Royce J.R. Three ways of knowing and the scientific world-view // Methodology and science, 1978, v.11, №3, p.144-164.
92. Овчинников Н.Ф. Ступени рефлексии: от мифа к науке // На пути к теории научного знания. М., 1984, с.25-51.
93. Конев В.А. Мир культуры // Философия культуры, Самара, 1997, с.3-7.

94. Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983, 606 с.
95. Бонаventura. Путеводитель души к Богу. М., 1993, 189 с.
96. Гражданников Е.Д. Метод построения системной классификации наук. Новосибирск, 1987, 120 с.
97. Weber R. Dialogues with Scientists and Sages: The Search for Unity. L., 1987, 256 p.
98. Вяльцев А.Н. Дискретное пространство-время. М., 1965, 399 с.
99. Панченко А.И. Континуум и физика. М., 1975, 120 с.
100. Советский энциклопедический словарь. М., 1983, 1600 с.
101. Вайскопф В. Наука и удивительное. Как человек понимает природу. М., 1965, 227 с.
102. Горелик Г.Е. Почему пространство трёхмерно? М., 1982, 168 с.
103. Жиков В.В. Фракталы // Соросовский образовательный журнал, 1996, №12, с.109-117.
104. Франкл В. Человек в поисках смысла М., 1990, 368 с.
105. Налимов В.В. В поисках иных смыслов. М., 1993, 280 с.
106. Рязанов Г.В. Путь к новым смыслам. М., 1993, 368 с.
107. Смирнов В.И. О понятии смысла // Человек и современный мир. СПб, 1997, с.37-39.
108. Шрейдер Ю.А. Этика. М., 1998, 270 с.
109. Налимов В.В. Спонтанность сознания. М.: Прометей, 1989, 287 с.
110. Философский энциклопедический словарь. М., 1997, 576 с.
111. Гильберт Д. О бесконечном // Основания геометрии. М.-Л.: ОГИЗ, 1948, с.338-364.
112. Бесконечность в математике: философские и исторические аспекты. М., 1997, 400 с.
113. Виленкин Н.Я. В поисках бесконечности. М., 1983, 161 с.
114. Паршин А.Н. Размышления над теоремой Гёделя // Вопросы философии. 2000, №6, с.92-109.
115. Борхес Х.Л. Тлён, Укбар, Орбис Терциус // Сочинения в трёх томах, т.1, Рига, 1994, с.271-286.
116. Мамардашвили М.К. Как я понимаю философию... М., 1990, 368 с.
117. Бурова И.Н. Развитие проблемы бесконечности в истории науки. М., 1987, 134 с.
118. Свидерский В.И., Кармин А.С. Конечное и бесконечное. М., 1966, 320 с.
119. Гарднер М. Теория относительности для миллионов. М., 1965, 190 с.
120. Хайтун С.Д. Фундаментальная сущность эволюции // Вопросы философии. 2001, №2, с.152-166.
121. Панченков А.Н. Энтропия. Нижний Новгород. 1999, 592 с.
122. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. М.: Эдиториал УРСС, 2000, 240 с.
123. Козырев Н.А. Избранные труды. Л., 1991, 448 с.

124. Астрономия и современная картина мира. М., 1996, 248 с.
125. Бороздин Э.К., Мартынова А.Ю. О свойствах живого // Сознание и физическая реальность. 1997, т.2, №4, с.53-63.
126. Философский словарь. Под ред. И.Т.Фролова. М., 1987, 590 с.
127. Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика. М., 1972, 88с.
128. Кемп П., Армс К. Введение в биологию. М., 1988, 671 с.
129. Моисеев Н.Н. Современный рационализм. М., 1995, 376 с.
130. Серебровская К.Б. Сущность жизни (История поиска). М., 1994,
131. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М., 1988, 520 с.
132. Хорган Дж. Конец науки. СПб, 2001, 480 с.
133. Хегеле П.К. Рассчитан ли космос на человека? // Поиск, 2001, №5.
134. Кузин Б.С. Из писем к А.А.Гурвич // Вопросы философии. 1992, №5, с.166-190.
135. Налимов В.В. На грани третьего тысячелетия. М., 1994, 74 с.
136. Таранов П.С. Острая философия. Симферополь, 1998, 560 с.
137. Гумилёв Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Л., 1989, 496 с.
138. Маляска П. Триединная гармония и преобразование общества // Идеи Н.Д.Кондратьева и динамика общества на рубеже третьего тысячелетия. М., 1995, с.28-44.
139. Баранцев Р.Г. Экология человека на пути от биосферы к ноосфере // Экология человека. 1994, №1, с.15-20.
140. Моисеев Н.Н. Судьба цивилизации. Путь разума. М., 1998, 228 с.
141. Битов А.Г. Птицы, или Новые сведения о человеке // Книга путешествий. М., 1986, с.187-249.
142. Стратегия выживания: космизм и экология. М., 1997, 304 с.
143. Проблемы ноосферы и устойчивого развития. Материалы первой международной конференции. СПб, 1996, 356 с.
144. Беклемишев В.Н. Методология систематики. М., 1994, 250 с.
145. Тахтаджян А.Л. Тектология: история и проблемы // Системные исследования. Ежегодник 1971. М., 1972, с.200-277.
146. Винер Н. Кибернетика. М., 1958, 215 с.
147. Баранцев Р.Г. Семиодинамика в истории синергетики // История идей как методология гуманитарных исследований. СПб, 2001, ч.1, 113-125.
148. Концепция самоорганизации в исторической перспективе. М.: Наука, 1994, 239 с.
149. Концепции самоорганизации: становление нового образа научного мышления. М., 1994, 207 с.
150. Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. М., 1994, 349 с.
151. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Синергетика – новые направления. М.: Знание. 1989, 48 с.
152. Князева Е.Н. Одиссея научного разума. Синергетическое видение научного прогресса. М., 1995, 228 с.

153. Ершова-Бабенко И.В. Философия, методология, синергетика и наука. Одесса, 1996, 122 с.
154. Современная картина мира. Формирование новой парадигмы. Сборник статей. М.: ИМЭ, 1997, 172 с. Вып.2, 2001, 260 с.
155. Аршинов В.И. Синергетика как феномен постнеклассической науки. М., 1999, 203 с.
156. Поддубный Н.В. Синергетика: диалектика самоорганизующихся систем. Белгород: Изд-во Белгородского ун-та, 1999, 352 с.
157. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. М.: Прогресс-Традиция, 2000, 536 с. Нелинейное мышление в науке и искусстве, 2002, 496 с.
158. Московский синергетический форум. Тезисы. М., 1996, 118 с.
159. Синергетика. Труды семинара. МГУ. Вып.1, 1998, 256 с.; Том 2, 1999, 232 с.; Том 3, 2000, 368 с.; Том 4, 2001, 360 с.
160. Синергетика и образование. М.: Гнозис, 1997, 360 с.; Синергетика и социальное управление. М.: РАГС, 1998, 352 с.; Синергетика и учебный процесс. М.: РАГС, 1999, 300 с.; Синергетика: человек, общество. М.: РАГС, 2000, 342 с.; Синергетика, философия, культура. М.: РАГС, 2001, 363 с. Глобализация: синергетический подход. М.: РАГС, 2002, 472 с.
161. Синергетика в современном мире. Белгород: БГТАСМ, 2000, 320 с. Ч.2, 2000, 217 с. Ч.3, 2001, 232 с.
162. Иванова В.С., Баланкин А.С., Бунин И.Ж., Оксогоев А.А. Синергетика и фракталы в материаловедении. М., 1994, 384 с.
163. Евин И.А. Синергетика искусства М., 1993, 171 с. Что такое искусство с точки зрения физики? М., 2000, 144 с.
164. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М.: Наука, 1990, 45 с. 2001, 244 с.
165. Информация и самоорганизация. М., 1996, 292 с.
166. Кадомцев Б.Б. Динамика и информация. М., 1999, 400 с.
167. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. М., 1999, 335 с.
168. Синергетика и психология. Тексты. Вып.1. Методологические вопросы. М., 1997, 361 с. Вып.2. Социальные процессы, 2000, 272 с.
169. Синергетика и психология. Материалы круглого стола. СПб, 1997, 148 с.
170. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., 1997, 286 с.
171. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука, 2000, 431 с.
172. Котельников Г.А. Теоретические основы синергетики. Белгород, 1998, 125 с. Теоретическая и прикладная синергетика. 2000, 162 с.
173. Дульнев Г.Н. Введение в синергетику. СПб, 1998, 256 с.



174. Басин М.А., Шилович И.И. Синергетика и Internet (Путь к Synergonet). СПб, 1999, 71 с.
175. Баранцев Р.Г. Нелинейность-когерентность-открытость как системная триада синергетики // Мост, 1999, №29, с.54-55.
176. Событие и Смысл (Синергетический опыт языка). М., 1999, 280 с.
177. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М., 1994, 236 с.
178. Режимы с обострением. Эволюция идеи: Законы коэволюции сложных структур. М., 1998, 255 с.
179. Баранцев Р.Г. Семиодинамика и теория катастроф // Асимптотические методы в теории систем. Иркутск, 1992, с.15-20. Многообразия чувствительности в окрестности катастроф // Дальневосточный математический сборник, Владивосток, 1998, вып.6, с.18-21.
180. Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. М., 1996, 264 с.
181. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: Введение в нелинейную динамику. М., 1997, 255 с.
182. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М., 2000, 336 с.
183. Чуличков А.И. Математические методы нелинейной динамики. М., 2000, 296 с.
184. Пригожин И. Конец определённости. М., 2000, 208 с.
185. Синергия. Проблемы аскетики и мистики Православия. М., 1995, 368 с.
186. Онтология и эпистемология синергетики. М., 1997, 160 с.
187. Субъективные притязания и объективная логика в развитии общества переходного типа. Гродно, 1998, 295 с.
188. Малинецкий Г.Г. Хаос. Тупики, парадоксы, надежды // Компьютерра, 1998, №47, с.21-26.
189. Einstein A. Ideas and Opinions. Ed. by Carl Seelig. N.Y.: Dell, 1973, p.228.
190. Баранцев Р.Г. Поиски границ синергетики // 1-й Российский философский конгресс. СПб, 1997, т.8, с.15-17.
191. Тасалов В.И. Хаос и порядок: социально-художественная диалектика. М., 1990, 62 с.
192. Валери П. Об искусстве. М.: Искусство, 1993, 622 с.
193. Размышления о хаосе. Международные чтения по теории, истории и философии культуры. Вып.3, СПб, 1997, 270 с.
194. Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: (Синергетика и теория социальной самоорганизации). СПб, 1999, 480 с.
195. Налимов В.В. Разбрасываю мысли. В пути и на перепутье. М., 2000, 344 с.
196. Князева Е.Н. Синергетическое видение креативности человека // Грани научного творчества. М., 1999, с.117-133.

197. Князева Е.Н. Синергетический вызов культуре // Синергетическая парадигма. М., 2000, с.243-261.
198. Аксёнов Г.П. Вернадский. М., 1994, 544 с.
199. Гомаюнов С.А. Композиционный метод в историческом познании. М., 1994, 144 с. От истории синергетики к синергетике истории // Общественные науки и современность (ОНС), 1994, №2, с.99-106; Местная история в контексте россиеведения // ОНС, 1996, №1, с.55-63.
200. Бранский В.П. Социальная синергетика как постмодернистская философия истории // (ОНС), 1999, №6, с.116-127. Теоретические основания социальной синергетики // Вопросы философии, 2000, №4, с.112-129. Социальная синергетика и теория наций. СПб: Изд-во Акмеологической Академии, 2000, 106 с.
201. Назаретян А.П. Синергетика в гуманитарном знании: предварительные итоги // ОНС, 1997, №2, с.91-98; Синергетика, когнитивная психология и гипотеза техногуманитарного баланса // ОНС, №4, с.135-145. Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории. М., 2001, 239 с.
202. Шалаев В.П. Социосинергетика: истоки, теория и практика в современном мире. Йошкар-Ола, 1999, 270 с.
203. Ризниченко Г.Ю. Нелинейное естественнонаучное мышление и экологическое сознание // Экология. Экологическое образование. Нелинейное мышление. М., 1998, с.205-216.
204. Баранцев Р.Г. Находится ли Россия между Западом и Востоком? // Мир огненный, 1997, № 3(14), с.62-70. О месте России в семантическом пространстве социума // 2-й Российский философский конгресс, Екатеринбург, 1999, т.2, ч.1, с.128-130.
205. Баранцев Р.Г. К целостности диалога // Культура XXI века: диалог и сотрудничество. Владивосток, 2000, с.26-28.

**Учебные пособия по современному естествознанию**

1. Акимов О.Е. Естествознание: Курс лекций. М.: Юнити-Дана, 2001, 639 с.
2. Бабушкин А.Н. Современные концепции естествознания. СПб: Лань, 2000, 208 с.
3. Бочкарёв А.И. Концепции современного естествознания. Тольятти: Современник, 1998, 302 с.
4. Буданов В.Г., Мелехова О.П. Концепции современного естествознания. М.: МГТУ ГА, 1999, 116 с.
5. Воронов В.К., Гречнева М.В., Сагдеев Р.З. Основы современного естествознания. М.: Высшая школа, 1999, 247 с.
6. Горелов А.А. Концепции современного естествознания. М.: Центр, 1997, 208 с. М.: Владос, 1999, 511 с. М.: Центр, 2001, 206 с.
7. Горин Ю.В. и др. Концепции современного естествознания. Пенза: ПГТУ, ч.1, 1995, ч. 2, 1997, 198 с.
8. Горохов В.Г. Концепции современного естествознания и техники. М.: ИНФРА-М, 2000, 608 с.
9. Гриб А.А. Концепции современного естествознания. Физика. СПб: СПбГУЭФ, 2000, 152 с.
10. Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания. Калуга: КФ МГЭИ, 1997, 235 с., М.: Высш.шк., 1998, 383 с.
11. Данилова В.С., Кожевников Н.Н. Основные концепции современного естествознания. М.: Аспект Пресс, 2001, 256 с.
12. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. Новосибирск: ЮКЭА, 1997. Учебник, 832 с. Методические рекомендации, 80 с.
13. Дубнищева Т.Я., Пигарев А.Ю. Современное естествознание. М.: ИВЦ «Маркетинг», Новосибирск: ЮКЭА, 2000, 160 с.
14. Дыбов А.М., Иванов В.А. Концепции современного естествознания. Ижевск: Удмуртский ун-т, 1999, 320 с.
15. Естествознание. Л.А.Битюцкая, В.С.Ерёмин, В.С.Чесноков, О.Б. Дементьева. М.: АСТ-Пресс, 1999, 336 с.
16. Естествознание в гуманитарном контексте. Отв. ред Е.А.Мамчур, М.: ИФ РАН, 1999, 215 с.
17. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.: Юнити, 1997, 520 с. Основные концепции естествознания. Учебник, 1998, 208 с.

- 18.. Киносьян В.А. Концепции современного естествознания. Казань: Экополис, 1998, 152 с.
19. Климов Е.С. Концепции современного естествознания. Ульяновск: Изд-во Средневолжского научного центра, ч.1, 1997, 187 с., ч.2, 1998.
20. Концепции современного естествознания. П.А.Голиков и др. Саратов: СЮИ, 1999, 98 с.
21. Концепции современного естествознания. Е.П.Гусаков и др. Ростов н/Д: РГСУ, 1999, 130 с.
22. Концепции современного естествознания. Н.М.Кожевников и др. СПб: СПбГУЭФ, 1999, 229 с.
23. Концепции современного естествознания. Под ред. В.Н.Лавриненко и В.П. Ратникова. М.: Юнити, 1997, 271 с.
24. Концепции современного естествознания. Автор-составитель В.П. Лежников. Ярославль: ЯрГУ, 2000, 63 с.
25. Концепции современного естествознания. Ю.С.Перевощиков и др. М.: ВЦУЖ, 1998, 298 с.
26. Концепции современного естествознания. Л.Б.Рыбалов и др. М.: МПСИ, 1997, 79 с.
27. Концепции современного естествознания. Авторский коллектив под рук. С.И.Самыгина. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997, 447 с.
28. Концепции современного естествознания. Под ред. Ю.П.Хапачева. Нальчик: КБГУ, 1997, 272 с.
29. Кузнецов В.И., Идлис Г.М., Гутина В.Н. Естествознание. М.: Агар, 1996, 384 с.
30. Липкин А.И. Основания современного естествознания. М.: Вуз. Книга, 2001, 300 с.
31. Масленникова И.С., Шапошникова Т.А., Дыбов А.М. Концепции современного естествознания. СПб: СПбГИЭА, 1998, 182 с.
32. Михайловский В.Н., Мозелов А.П., Георгиевский А.Б.и др.Концепции современного естествознания. СПб: СПбИВЭСЭП, 1997, 157 с.
33. Мотылёва Л.С., Скоробогатов В.А., Судариков А.М. Концепции современного естествознания. СПб: Союз, 2000, 320 с.
34. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. М.: Гардарики, 1999, 476 с.
35. Потеев М.И. Концепции современного естествознания. СПб: Питер, 1999, 350 с.
36. Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания. М.: Юнити, 1997, 288 с.
37. Солопов Е.Ф. Концепции современного естествознания. М.: Владос, 1998, 232 с.

38. Суханов А.Д., Голубева О.Н. Концепции современного естествознания. М.: Агар, 2000, 452 с.
39. Трофимов Г.А., Счастливцев Д.Ф. Концепции современного естествознания: Словарь терминов и определений. СПб: СПбУЭФ, 1997, 126 с.
40. Ханин С.Д. Концепции современного естествознания. СПб, 1996,
41. Хрестоматия по курсу “Концепции современного естествознания”. Составитель В.Ф.Юлов. Киров: КФ МГЭИ, 1997, 172 с.
42. Юлов В.Ф. Концепции современного естествознания. Киров: ВГПУ, 1997, 254 с.

## Приложение 2

### Вопросы для зачётов и экзаменов

1. Понятия концепции и парадигмы.
2. Наука, метод, методология.
3. Кризис научной парадигмы.
4. Понятия системы и структуры.
5. Картины мира: механическая, физическая, эволюционная.
6. Недостаточность и опасность бинаризма.
7. Триады: вырожденные, переходные, системные.
8. Семантическая формула системной триады.
9. Структура обоснования.
10. Триада ценности.
11. Системные триады в истории науки.
12. Системные триады в истории искусства.
13. Системные триады в истории религии.
14. Системные триады в социологии и политике.
15. Принцип неопределенности-дополнительности-совместности.
16. Мягкость триадической структуры.
17. Полнота и целостность.
18. Аспекты систематизации.
19. Критерии естественной системы.
20. Формы классификации.
21. Классификация наук по Б.М.Кедрову.
22. Классификация наук по Гегелю.
23. Триадические структуры в математике и физике.
24. Триадические структуры в биологии и социологии.
25. Триадические структуры в философии.
26. Вещество и поле.

27. Масса, сила и второй закон Ньютона.
28. Элементарные частицы.
29. Гипотеза кварков.
30. Виды фундаментальных взаимодействий.
31. Дискретность и непрерывность.
32. Концепция сплошной среды.
33. Масштабные уровни организации.
34. Симметрия и законы сохранения.
35. Размерность и кривизна пространства.
36. Фракталы.
37. Бесконечность: потенциальная и актуальная.
38. Понятие мощности множества.
39. Множества счётные и континуальные.
40. Проблема континуума. Теорема Гёделя.
41. Энтропия и информация.
42. Принцип относительности. Следствия.
43. Предпосылки возникновения квантовой механики.
44. Соотношение неопределённости Гейзенберга.
45. Концепция большого взрыва в космогонии.
46. Признаки живого.
47. Гипотезы происхождения жизни на Земле.
48. Антропный принцип.
49. Концепция этногенеза.
50. Экологический кризис.
51. Становление ноосферы.
52. Концепция коэволюции.
53. Примеры самоорганизации.
54. Кибернетика и синергетика.
55. Синергетика и семиодинамика.
56. Нелинейные модели эволюции.
57. Фактор когерентности в синергетике.
58. Необходимость открытости.
59. Диалектика порядка и хаоса.
60. Социальные аспекты синергетики.

### Приложение 3.

#### Блиц-вопросы

1. Определение науки.
2. Метод и методология.
3. Понятие парадигмы
4. Система и структура.

5. Недостаточность бинарных структур.
6. Триады: вырожденные, переходные, системные.
7. Семантическая формула системной триады.
8. Структура обоснования.
9. Триада ценности.
10. Примеры трихотомии.
11. Треугольник Фреге.
12. Социальный трипартит.
13. Принцип неопределенности-дополнительности-совместности.
14. Мягкость триадической структуры.
15. Полнота и целостность.
16. Аспекты систематизации.
17. Критерии естественной системы.
18. Формы классификации.
19. Классификация наук.
20. Место математики в системе наук.
21. Вещество и поле.
22. Агрегатные состояния вещества.
23. Элементарные частицы.
24. Виды фундаментальных взаимодействий.
25. Шкала электромагнитных волн.
26. Концепция сплошной среды.
27. Бесконечность: потенциальная и актуальная.
28. Понятие мощности множества.
29. Симметрия и законы сохранения.
30. Термодинамика и кинетика.
31. Энтропия и информация.
32. Принцип относительности.
33. Предпосылки возникновения квантовой механики.
34. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
35. Тернарное соотношение неопределенности.
36. Большой взрыв в космогонии.
37. Признаки живого.
38. Понятие этноса.
39. Концепция ноосферы.
40. Антропный принцип.
41. Экологический кризис.
42. Предмет семиодинамики.
43. Кибернетика и синергетика.
44. Эффекты нелинейности.
45. Понятие когерентности.

## Содержание

<b>Введение</b>	<b>3</b>
Глава 1. Структурная методология целостного подхода	
<b>1.1. От анализа – к синтезу</b>	<b>7</b>
1.1.1. Недостаточность бинарной схемы	7
1.1.2. Тернарные структуры	10
1.1.3. Из истории тринитарного опыта	13
<b>1.2. Свойства триадической структуры</b>	<b>18</b>
1.2.1. Принцип неопределённости-дополнительности-совместности	18
1.2.2. Мягкость системных триад	20
1.2.3. Фундаментальность понятия целостности	22
<b>1.3. Проблема систематизации</b>	<b>26</b>
1.3.1. Вход в проблему	26
1.3.2. Понятие естественной системы	29
1.3.3. Классификация наук	32
Глава 2. Смена структур в естествознании	
<b>2.1. Вещество-поле</b>	<b>34</b>
2.1.1. Элементарные частицы	34
2.1.2. Типы взаимодействий	36
2.1.3. Масса, сила, поле	37
<b>2.2. Дискретность-непрерывность</b>	<b>39</b>
2.2.1. Концепция сплошной среды	39
2.2.2. Симметрия и законы сохранения	41
2.2.3. Размерность и кривизна пространства	42
<b>2.3. Конечность-бесконечность</b>	<b>46</b>
2.3.1. Бесконечность потенциальная и актуальная	46
2.3.2. Экскурс в теорию множеств	47
2.3.3. Концептуальные соображения	50



## Глава 3. Современные концепции

<b>3.1. Физика</b>	<b>52</b>
3.1.1. Относительность и кванты	52
3.1.2. Концепция большого взрыва в космогонии	54
3.1.3. Энтропия и информация	55
<b>3.2. Биология</b>	<b>58</b>
3.2.1. Гипотезы происхождения жизни	58
3.2.2. Антропный принцип	61
3.2.3. Становление ноосферы	62
<b>3.3. Синергетика</b>	<b>65</b>
3.3.1. Истоки теории самоорганизации	65
3.3.2. Нелинейность-когерентность-открытость	66
3.3.3. Хаос, порядок, творчество	70
<b>Литература</b>	<b>74</b>
<b>Приложения:</b>	
1. Учебные пособия по современному естествознанию.	83
2. Вопросы для зачётов и экзаменов.	85
3. Блиц-вопросы.	86