

Конспект по работе В.Ф. Турчина

## «Феномен науки»

Валентин Фёдорович Турчин — советский и американский физик и кибернетик, создатель языка Рефал и новых направлений в программировании и информатике, участник правозащитного движения в СССР, автор «самиздата», председатель Советской секции «Международной амнистии».

Родился: 14 февраля 1931 г. (г. Подольск, Московская область)

Умер: 7 апреля 2010 г. (Нью-Йорк, США)

Образование: Московский государственный университет

## Содержание

Глава 1.	Начальные стадии эволюции.....	6
1.1.	Основной закон эволюции.....	6
1.2.	Химическая эра.....	6
1.3.	Кибернетика.....	6
1.4.	Дискретные и непрерывные системы.....	7
1.5.	Надежность дискретных систем.....	7
1.6.	Информация.....	7
1.7.	Нейрон.....	7
1.8.	Нервная сеть.....	8
1.9.	Простой рефлекс (раздражимость).....	8
1.10.	Сложный рефлекс.....	8
Глава 2.	Иерархические структуры.....	9
2.1.	Понятие понятия.....	9
2.2.	Распознаватели и классификаторы.....	9
2.3.	Иерархия понятий.....	9
2.4.	Как возникает иерархия.....	10
2.5.	Кое-что о реальных иерархиях.....	10
2.6.	Мир глазами лягушки.....	10
2.7.	Обломки системы понятий.....	11
2.8.	Цель и регулирование.....	11
2.9.	Как возникает регулирование.....	11
2.10.	Представления.....	11
2.11.	Память.....	12
2.12.	Иерархия целей и планов.....	12
2.13.	Структурные и функциональные схемы.....	12
2.14.	Переход к феноменологическому описанию.....	12
2.15.	Определение сложного рефлекса.....	13
Глава 3.	На пути к человеку.....	14
3.1.	Метасистемный переход.....	14
3.2.	Управление рефлексом.....	14
3.3.	Рефлекс как функциональное понятие.....	15
3.4.	Зачем нужны ассоциации представлений.....	15
3.5.	Вызов по дополнению.....	15
3.6.	Пятна и линии.....	15
3.7.	Условный рефлекс и обучение.....	15
3.8.	Моделирование.....	16
3.9.	Познание мира.....	16
Глава 4.	Человек.....	17
4.1.	Управление ассоциированием.....	17
4.2.	Игра.....	17
4.3.	Изготовление орудий.....	17
4.4.	Воображение, планирование, преодоление инстинкта.....	18
4.5.	Внутренний учитель.....	18
4.6.	Смешное и прекрасное.....	19
4.7.	Язык.....	20
4.8.	Языкотворчество.....	21
4.9.	Язык как средство моделирования.....	21
4.10.	Самопознание.....	21
4.11.	Продолжение мозга.....	21
4.12.	Социальная интеграция.....	22

4.13.	Сверхсущество .....	22
Глава 5.	Со ступеньки на ступеньку .....	24
5.1.	Материальная и духовная культура .....	24
5.2.	Эффект лестницы .....	24
5.3.	Масштаб метасистемного перехода .....	24
5.4.	Орудия для производства орудий .....	24
5.5.	Нижний палеолит (орудия из камня и костей, огонь).....	24
5.6.	Верхний палеолит (больше орудий, шитьё, живопись).....	25
5.7.	Неолитическая революция.....	25
5.8.	Век металла.....	25
5.9.	Промышленные революции.....	25
5.10.	Квант развития.....	25
Глава 6.	Логический анализ языка.....	27
6.1.	Снова о понятиях.....	27
6.2.	Свойства и отношения .....	27
6.3.	Аристотелевская логика.....	27
6.4.	Диалектика Гегеля.....	27
6.5.	Математическая логика.....	28
6.6.	Объекты и высказывания.....	28
6.7.	Логические связи.....	29
6.8.	Предикаты .....	29
6.9.	Кванторы .....	29
6.10.	Связка «такой, что» .....	30
6.11.	Физический предмет и логический объект.....	30
6.12.	Функции.....	31
6.13.	Синтаксис и семантика.....	32
6.14.	Логический анализ языка.....	32
Глава 7.	Язык и мышление.....	33
7.1.	Что мы знаем о мышлении?.....	33
7.2.	Языковая деятельность .....	33
7.3.	Мозг как «черный ящик» .....	35
7.4.	Подтверждение и отрицание.....	36
7.5.	Феноменологическое определение семантики.....	36
7.6.	Логическое понятие .....	36
7.7.	Структурный подход.....	37
7.8.	Две системы.....	37
7.9.	Понятийные связи.....	38
7.10.	Концепция Сепира-Уорфа.....	38
7.11.	Субстанция .....	39
7.12.	Объективизация времени .....	39
7.13.	Лингвистическая относительность .....	39
7.14.	Метасистемный переход в языке .....	39
7.15.	Понятия-конструкты .....	40
7.16.	Мышление человека и животных .....	41
Глава 8.	Первобытное мышление .....	42
8.1.	Системный аспект культуры.....	42
8.2.	Дикость и цивилизация .....	42
8.3.	Метасистемный переход к языковой деятельности.....	42
8.4.	Магия слов.....	43
8.5.	Духи и прочее.....	43
8.6.	Мусорная куча представлений.....	43
8.7.	Вера и знание.....	44

8.8.	Консерватизм докритического мышления.....	44
8.9.	Возникновение цивилизации.....	45
Глава 9.	Математика до греков.....	46
9.1.	Ошибка природы.....	46
9.2.	Счет и измерение.....	46
9.3.	Запись чисел.....	46
9.4.	Позиционная система.....	47
9.5.	Прикладная арифметика.....	47
9.6.	Познания древних в геометрии.....	47
9.7.	Арифметика с птичьего полета.....	48
9.8.	Обратный ход модели.....	48
9.9.	Решение уравнений.....	48
9.10.	Формула.....	48
Глава 10.	От Фалеса до Евклида.....	49
10.1.	Доказательство.....	49
10.2.	Классический период.....	49
10.3.	Философия Платона.....	49
10.4.	Что такое математика?.....	50
10.5.	Точность сравнения величин.....	50
10.6.	Достоверность утверждений математики.....	51
10.7.	В поисках аксиом.....	51
10.8.	Об аксиомах арифметики и логики.....	51
10.9.	Сваи, уходящие вглубь.....	52
10.10.	Платонизм в ретроспективе.....	53
Глава 11.	От Евклида до Декарта.....	54
11.1.	Число и величина.....	54
11.2.	Геометрическая алгебра.....	54
11.3.	Архимед и Аполлоний.....	54
11.4.	Упадок греческой математики.....	54
11.5.	Арифметическая алгебра.....	55
11.6.	Италия, XVI век.....	55
11.7.	Буквенная символика.....	56
11.8.	Что сделал Декарт?.....	56
11.9.	Отношение как объект.....	56
11.10.	Декарт и Ферма.....	57
11.11.	Путь к открытию.....	57
Глава 12.	От Декарта до Бурбаки.....	59
12.1.	Формализованный язык.....	59
12.2.	Языковая машина.....	59
12.3.	Четыре типа языковой деятельности.....	60
12.4.	Наука и философия.....	61
12.5.	Формализация и метасистемный переход.....	61
12.6.	Лейтмотив новой математики.....	62
12.7.	«Несуществующие» объекты.....	62
12.8.	Иерархия теорий.....	62
12.9.	Аксиоматический метод.....	63
12.10.	Метаматематика.....	63
12.11.	Формализация теории множеств.....	63
12.12.	Трактат Бурбаки.....	65
Глава 13.	Наука и метанаука.....	66
13.1.	Экспериментальная физика.....	66
13.2.	Научный метод.....	66

13.3.	Роль общих принципов .....	67
13.4.	Критерии выбора теорий.....	68
13.5.	Физика микромира .....	68
13.6.	Соотношение неопределенностей .....	68
13.7.	Наглядные и знаковые модели.....	69
13.8.	Крушение детерминизма.....	70
13.9.	«Сумасшедшие» теории и метанаука .....	71
Глава 14.	Феномен науки .....	72
14.1.	Высший уровень иерархии.....	72
14.2.	Наука и производство.....	72
14.3.	Рост науки.....	72
14.4.	Формализация научного языка .....	72
14.5.	Человек и машина.....	73
14.6.	Научное управление обществом.....	73
14.7.	Наука и нравственность .....	74
14.8.	Проблема Высшего Блага .....	74
14.9.	Духовные ценности .....	75
14.10.	Человек во Вселенной .....	76
14.11.	Расхождение траекторий.....	76
14.12.	Этика и эволюция.....	77
14.13.	Воля к бессмертию .....	77
14.14.	Интеграция и свобода.....	78
14.15.	Вопросы, вопросы... ..	79

## Глава 1. Начальные стадии эволюции

### 1.1. Основной закон эволюции

Усложняя организацию биологических образований, природа действует по методу проб и ошибок.

Примем основной закон эволюции как нечто данное.

### 1.2. Химическая эра

Химическая (докибернетическая) эра делится на три этапа:

1. возникновение макромолекул, редупликация, расслоение на растительный и животный миры;
2. образование двигательного аппарата;
3. зачатки органов чувств и нервной системы.

Различие между растениями и животными состоит в способе доступа к источнику энергии.

Интенсивность поглощения солнечной энергии растением зависит только от величины его поверхности, но не от движения. Совершенствование растений пошло по пути создания выносных светоуловителей — зеленых листьев.

Источник энергии животного заполняет среду вокруг него. Приток энергии определяется скоростью диффузии пищевых молекул через оболочку. Скорость диффузии зависит не столько от величины поверхности пищеварительного аппарата, сколько от движения этой поверхности относительно среды. На втором этапе возникают специальные образования для движения.

На третьем этапе эволюции движения становятся направленными, и у животных появляются зачатки органов чувств и нервной системы.

### 1.3. Кибернетика

Кибернетика — наука о связях и управлении.

В основе кибернетики лежит понятие системы как некоторого материального объекта, состоящего из других объектов, называемых подсистемами данной системы, — это пространственный взгляд.

Понятие состояния системы (подсистемы) — это временной взгляд.

Кибернетика изучает организацию систем в пространстве и времени.

Состояние системы определяется через совокупность состояний всех ее подсистем, т. е. в конечном счете, элементарных подсистем.

#### **1.4. Дискретные и непрерывные системы**

Элементарные подсистемы бывают двух типов: непрерывные и дискретные.

#### **1.5. Надежность дискретных систем**

В дискретном кибернетическом устройстве каждая элементарная подсистема может находиться лишь в небольшом числе возможных состояний, поэтому она игнорирует малые отклонения от нормы различных физических параметров системы, восстанавливая одно из своих допустимых состояний.

#### **1.6. Информация**

Закон движения есть нечто, регулирующее поток информации во времени от системы к ней самой.

Все переходы между состояниями системы имеют вероятностный характер. Поэтому количество информации, которое нужно передать для установки системы в определенное состояние, определяется количеством возможных состояний этой системы (логарифмом).

Если состояние системы не меняется с течением времени, то это и есть хранение информации.

Если состояние S2 однозначно определяется состоянием S1 в предыдущий момент времени, то систему называют полностью детерминированной.

Если имеет место однозначная зависимость S1 от S2, то систему называют обратимой.

Канал связи — это промежуточная система передачи информации, на которую могут влиять помехи, искажающие информацию.

Существуют системы с обратной связью.

#### **1.7. Нейрон**

Представление о нейроне как о мгновенном переработчике информации, поступающей от синапсов, является сильно упрощенным. Нейрон — сложная машина, работа которой еще мало изучена. Эта машина обладает большой внутренней памятью, поэтому ее реакции на внешнее воздействие могут отличаться большим разнообразием.

### **1.8. Нервная сеть**

**Нервная сеть** — это дискретная система, состоящая из элементарных подсистем — нейронов — с двумя состояниями.

Чувствительные нервные клетки, возбуждающиеся под действием внешних факторов, носят название **рецепторов** (т. е. получателей). Состояние всех рецепторов в некоторый момент времени назовем **ситуацией** в этот момент.

Рецепторы возбуждают клетки, называемые **эффекторами**. Состояние всех эффекторов назовем **действием**.

В кибернетическую эру эволюция живых существ — это прежде всего **ЭВОЛЮЦИЯ ИХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**, поэтому периодизация развития нервной системы дает периодизацию развития жизни в целом.

### **1.9. Простой рефлекс (раздражимость)**

Простейший вариант нервной сети — это вообще ее отсутствие, когда рецепторы непосредственно связаны с эффекторами и возбуждение с одного или нескольких рецепторов передается на один или несколько эффекторов. Такую прямую связь между возбуждением рецептора и эффектора мы назовем **простым рефлексом**.

### **1.10. Сложный рефлекс**

При механическом копировании связанных клеток в процессе роста и размножения природа получает систему **параллельно действующих простых рефлексов**, подобную щупальцу гидры. Но когда в распоряжении природы оказывается множество рецепторов и эффекторов, связанных попарно или локально, у нее «возникает искушение» **усложнить систему связей** путем введения **промежуточных нейронов**.

**Централизация** ставит следующую проблему: как из всех мыслимых способов соединения многих рецепторов с многими эффекторами (с помощью промежуточных нейронов, если потребуется) выбрать такой, который будет каждой ситуации сопоставлять полезное для выживания и размножения, действие?

Разгадка кроется в иерархическом строении нервной системы.

## Глава 2. Иерархические структуры

### 2.1. Понятие понятия

Простая нервная сеть имеет на входе много рецепторов, а на выходе — один эффектор, так что она делит множество всех ситуаций на два подмножества: те, что вызывают возбуждение эффектора, и те, что оставляют его в покое.

Распознавание состоит в отнесении ситуации к тому или иному множеству.

Множество ситуаций в кибернетике называют понятием.

Абстрактное понятие (множество) включает в себя конкретные понятия (то есть множества или отдельные его элементы).

Понятие == Множество ситуаций

«Понятие» и «множество ситуаций» — это синонимы.

### 2.2. Распознаватели и классификаторы

Нервная сеть, решающая задачу распознавания, называется распознавателем, а состояние эффектора на его выходе — состояние распознавателя.

Распознаватель делит множество всех мыслимых ситуаций на два непересекающихся подмножества:  $A$  и  $\bar{A}$ .

Классы — это  $N$  пересекающихся подмножеств.

Классификатор распознаёт одно из  $N$  состояний (подмножеств).

Распознаватель — это классификатор с двумя состояниями (это частный случай классификатора).

Число выходных состояний классификатора гораздо меньше, чем число входных состояний, так что классификатор действительно классифицирует ситуации по относительно небольшому числу больших классов.

### 2.3. Иерархия понятий

С каждым классификатором связана система понятий, поэтому иерархия классификаторов порождает иерархию понятий. Сложные понятия строятся на базе простых.

Понятия, которые образуются не путем перечисления единичных объектов, входящих в него, а путем указания ряда признаков, объявляемых существенными, можно также считать абстрактными.

Передаваясь от уровня к уровню, информация преобразуется, выражаясь в терминах все более высокопоставленных понятий. При этом количество передаваемой информации постепенно **уменьшается** за счет отбрасывания информации, несущественной с точки зрения задачи, поставленной перед «верховным» (выходным) классификатором.

Примером иерархии по общности может служить пирамида понятий, относящихся к систематике животных. Но распознаватели, нужные животному, — это скорее иерархии по сложности и тонкости понятий, а не по общности.

#### **2.4. Как возникает иерархия**

Классификаторы первого уровня регистрируют суммы и разности возбуждений рецепторов в пространстве и времени.

Доказав свою полезность для животного, классификаторы первого уровня входят в число его средств борьбы за существование. Тогда начинается следующая серия проб и ошибок: небольшое число классификаторов первого уровня связывается в один пробный классификатор второго уровня, пока не получится полезное соединение.

Всякая сложная система может считаться **организованной**, только если она основана на некоей иерархии или переплетении нескольких иерархий.

Любая сложная система, возникшая в процессе эволюции по методу проб и ошибок, должна иметь **иерархическую** организацию.

#### **2.5. Кое-что о реальных иерархиях**

Чтобы быть универсальной, система должна быть подобной не **одной** пирамиде, а **многим** пирамидам, вершины которых расположены приблизительно на одном уровне и образуют **множество понятий**, в терминах которых происходит управление действиями животного.

Пирамиды могут перекрываться в своих **средних** частях (и заведомо перекрываются в своей нижней части — **рецепторах**). Общее число вершин пирамиды может быть теоретически как угодно велико, оно может **быть больше** общего числа рецепторов. Одна и та же информация, доставляемая рецепторами, представляется **множеством пирамид**, рассчитанных на все случаи жизни.

#### **2.6. Мир глазами лягушки**

Лягушка отличает добычу от врага по **размерам** и состоянию движения. Движение играет здесь **решающую** роль. Завидев маленький движущийся предмет, лягушка прыгает и схватывает его. Но на **неподвижное** насекомое лягушка не реагирует, и может умереть с голоду среди обилия неподвижной пищи. Большие движущиеся предметы лягушка считает **врагами** и спасается от них бегством.

Ганглиозные клетки служат распознавателями таких первичных понятий, как **край**, **выпуклость**, **движение**, отнесенных к определенной области видимого мира.

### **2.7. Обломки системы понятий**

У человека понятия **нижайшего** уровня, относящиеся к зрительному восприятию, мало отличаются от понятий лягушки. Структура сетчатки у млекопитающих и человека такая же, как и у земноводных.

Понятия, связанные с **движением**, глубоко укоренились где-то в **нижних этажах** иерархии, и если соответствующие классификаторы вывести из игры, то правильная обработка информации нарушится.

### **2.8. Цель и регулирование**

**Действие**, которое предпринимает система, зависит **не только** от **ситуации** самой по себе, но также и от **цели**, от той ситуации, которую система **стремится** достигнуть.

Через изменение среды действие оказывает **обратное влияние** на ситуацию. Эта петля **обратной** связи — характерная черта **схемы регулирования**, отличающая ее от **схемы рефлекса**, где ситуация просто вызывает действие.

### **2.9. Как возникает регулирование**

Возникновение иерархически устроенных классификаторов может быть объяснено как результат совместного действия **двух** основных факторов эволюции: **редупликации** биологических структур и нахождения полезных связей по методу **проб и ошибок**.

### **2.10. Представления**

В сложных системах **неосведомленные** дубликаты **осведомленных** классификаторов могут хранить много информации. Состояния этих **неосведомленных** дубликатов называются **представлениями**.

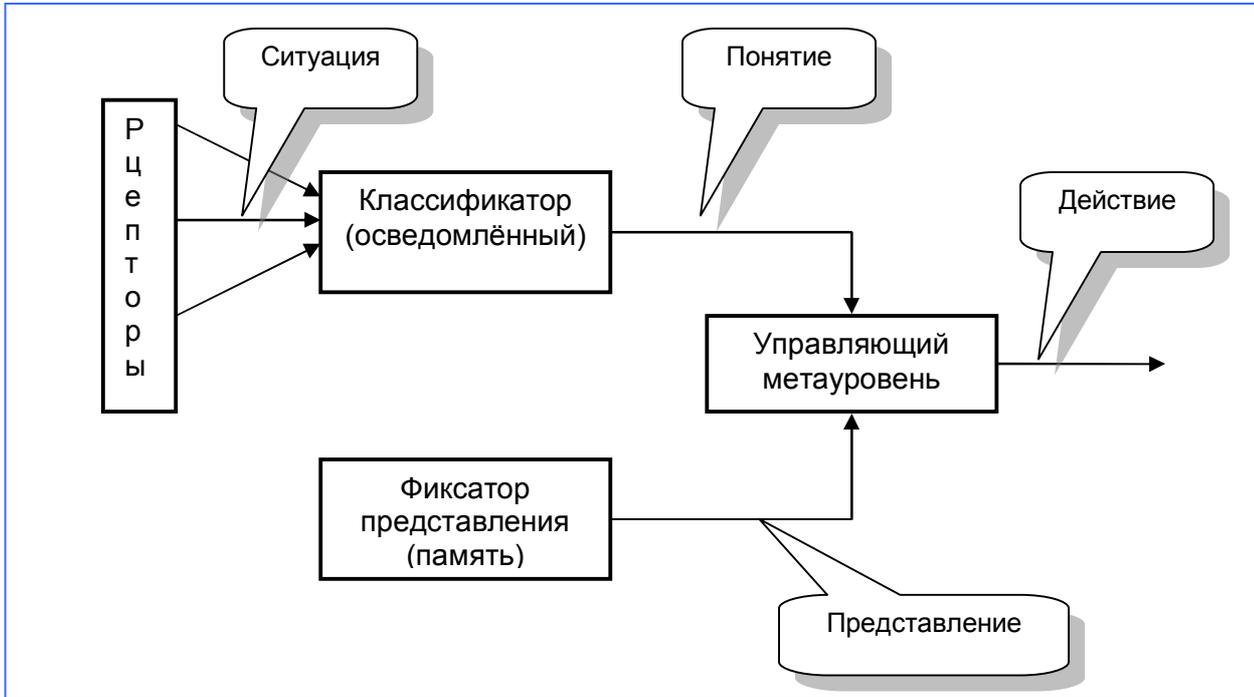
Существует тесная связь между **представлениями** и **ситуациями**, то есть, состояниями классификаторов, получающих информацию от рецепторов.

**Цель** представляет собой частный случай **представления**, когда сравнение **постоянного** представления и **меняющейся** ситуации используется для выработки действия, сближающего их друг с другом.

Чем выше организована «осведомленная» часть нервной системы, тем сложнее и ее дубликаты — **фиксаторы представлений**.

### 2.11. Память

Можно предсказать, что после какого-то начального увеличения числа рецепторов дальнейшее совершенствование нервной системы потребует создания фиксаторов представлений, причем создания их в большом числе. Чтобы обнаружить корреляции между «мгновенными снимками», их надо где-то хранить. Так возникают фиксаторы представлений, иначе говоря, память. Хранение цели в процессе регулирования — это простейший случай использования памяти.



### 2.12. Иерархия целей и планов

Цель вместе с указанием способа ее достижения, т. е. разложения на подчиненные цели, называют планом действия.

### 2.13. Структурные и функциональные схемы

Структурная схема показывает, из каких подсистем состоит данная система, а также направление потоков информации между подсистемами.

Функциональная схема изображает различные множества состояний системы и возможные переходы между состояниями.

Структурная схема отражает пространственный аспект, а функциональная — временной.

### 2.14. Переход к феноменологическому описанию

Феноменологическое определение основано на внешне проявляемых следствиях внутренних состояний (когда структура системы неизвестна).

### **2.15. Определение сложного рефлекса**

Сложный рефлекс — это процесс, когда возбуждение рецепторов, вызванное взаимодействием с внешней средой, передается по нервной сети, и, преобразуясь ею, активизирует определенный **план действий**, который тут же начинает выполняться.

Высокоуровневая реакция на раздражение — это активизация того или иного плана действий.

## Глава 3. На пути к человеку

### 3.1. *Метасистемный переход*

Метасистемный переход создает высший уровень организации — метауровень по отношению к уровню организации интегрируемых подсистем.

С точки зрения функциональной метасистемный переход состоит в том, что деятельность, являющаяся управляющей на низшем этапе, становится управляемой на высшем этапе.

При объединении подсистем в метасистему происходит их специализация, т. е. приспособление к определенной частной деятельности и утрата способности к другим видам деятельности.

Носитель определенного уровня организации разрастается лишь после того, как начинает образовываться новый, более высокий уровень. Это явление — закон разрастания предпоследнего уровня.

Этапы эволюции на пути к человеку:

Эра	Этап
Химическая	1. Химические основы жизни
	2. Движение
	3. Раздражимость (простой рефлекс)
Кибернетическая	4. Нервная сеть (условный рефлекс)
	5. Ассоциирование (сложный рефлекс)
Разума	6. Мышление (управление ассоциированием)
	7. Социальная интеграция (язык, культура)

### 3.2. *Управление рефлексом*

Условный рефлекс и управление рефлексом — не одно и то же. Последнее понятие шире, поскольку понятие сложного рефлекса означает любую фиксированную связь между состояниями 1) классификаторов, 2) фиксаторов представлений и 3) эффекторов. Следовательно, управление рефлексом понимается как создание под действием индивидуального опыта любых переменных связей между объектами. Это ассоциациями представлений или

просто ассоциации. Термин «представление» понимается здесь в широком смысле — как состояние любых подсистем мозга, в частности классификаторов и эффекторов. Образование ассоциаций будем называть ассоциированием.

### **3.3. Рефлекс как функциональное понятие**

Понятия рефлекса и ассоциации — не структурные, а функциональные понятия. Связь между стимулом S и реакцией R в рефлексе — не передача информации от одной подсистемы к другой, а переход из одного обобщенного состояния в другое.

### **3.4. Зачем нужны ассоциации представлений**

Понятия «понятие» (аристотелевское) и «обобщенное состояние» близки между собой: и то и другое — множества состояний. Но «обобщенное состояние» — более общее понятие, оно может учитывать состояние не только рецепторов, но и любых других подсистем, в частности классификаторов. Последнее необходимо, чтобы следить за динамикой состояния системы в процессе обработки информации.

Самые общие корреляции во внешней среде, одинаковые для всех времен и всех мест обитания, отражаются в постоянном устройстве нижних уровней классификаторов. Частые корреляции отражаются переменными связями на высшем уровне.

### **3.5. Вызов по дополнению**

Ассоциация (условный рефлекс) — это мысленное дополнение, обусловленное корреляцией двух или нескольких событий. Примеры: звонок+пища → слюна, цепочка пятен → линия.

### **3.6. Пятна и линии**

Из двумерной непрерывности изображения на сетчатке следует, что основным понятием для мозга должно быть понятие пятна, а не линии. Линия может входить либо как пятно экзотической формы, либо как граница между пятнами. Подтверждение — зрительные иллюзии.

### **3.7. Условный рефлекс и обучение**

Ассоциация — это один из аспектов сложного рефлекса, ассоциирование — это управление ассоциациями: образование новых ассоциаций и исчезновение старых.

Способность к ассоциированию представлений — это способность к образованию (и, следовательно, распознаванию) новых понятий.

Инстинкт — это наследственный неизменяемый произвольный план.

Инстинкт всегда сохраняет определенную высоту положения в иерархии поведения, предоставляя животному встраивать недостающие компоненты низких уровней путем обучения.

### **3.8. Моделирование**

Ассоциация представлений, имеющих **временную** координату, дает возможность **предвидеть** в своем воображении будущие ситуации.

Связывание **представлений**, включающих **временную** координату, и вытекающая отсюда способность предвидеть будущее есть не что иное, как **моделирование**, построение модели окружающей среды.

Ассоциации **статических** представлений отражают наличие пространственных корреляций, взаимосвязей в окружающей среде. Ассоциации **динамических** представлений — **модели** — отражают динамические временные корреляции, свойственные внешней среде.

### **3.9. Познание мира**

**Знание** — это наличие в мозгу какой-то **модели** действительности. Увеличение знания, т. е. возникновение новых моделей действительности в мозгу, — это процесс познания.

Познание мира — это построение моделей действительности.

## Глава 4. Человек

### 4.1. Управление ассоциированием

Эра Разума — это очередной метасистемный переход, происходящий по формуле:

Управление ассоциированием = Мышление

Представления X и Y у животного ассоциируются только в том случае, когда они **совместно** появляются в опыте.

Животное не вольно **управлять** своими ассоциациями, оно имеет только те ассоциации, которые ей навязывает среда.

**Управление ассоциированием** означает наличие в мозгу механизма, позволяющего **ассоциировать** любые два или несколько **представлений**, которые вовсе не имеют тенденции встречаться в опыте совместно. Иначе говоря, это **произвольное**, не навязанное внешней средой ассоциирование.

При метасистемном переходе то, что раньше было **зафиксированным** и однозначно определенным **внешними условиями**, становится **изменяемым**, подверженным действию метода проб и ошибок.

Как всегда в методе проб и ошибок, только какая-то небольшая часть произвольных ассоциаций оказывается полезной и закрепляется.

### 4.2. Игра

В процессе **игры** возникает новое представление, которому, строго говоря, **нет эквивалента в реальности**. Такое представление мы называем **фантазией**, плодом воображения (игрушки).

**Игровое** поведение закрепилось ввиду его **полезности** (тренировка мышц и навыков).

Детская игра — это фаза развития, через которую **неизбежно** должен пройти каждый человек, чтобы стать человеком

Через потребность в игре **аппарат управления ассоциациями** впервые заявляет о своем присутствии. Поскольку он существует, он должен работать, что так же естественно, как то, что легкие требуют воздуха, а желудок — пищи.

### 4.3. Изготовление орудий

Чтобы использование орудий стало не исключением, а **правилом**, надо уметь **изготавливать** или находить подходящие предметы специально для данного конкретного случая.

#### **4.4. Воображение, планирование, преодоление инстинкта**

Мало знать, «что будет, если», надо еще вообразить, «что может быть».

Человек способен связать две цепочки событий в одну, а животные — нет.

Так две не связанные цепочки действий:

$A \rightarrow B$  и  $B \rightarrow C$

человек способен преобразовать в единый план

$A \rightarrow B \rightarrow C$

В какой-то момент способность управления ассоциированием у наших предков превысила порог, влияющий на **выживание**. И тогда эволюция пошла по пути совершенствования этой способности. Совершился **метасистемный** переход и человек отделился от мира животных.

Цели, которые ставит животное, всегда направлены на осуществление инстинктивного плана действий. **ИНСТИНКТ** — верховный судья поведения животного, его абсолютный и непререкаемый закон.

Человек может создавать планы, не подчиненные инстинкту и даже враждебные ему. В отличие от животного человек сам себе ставит цели.

#### **4.5. Внутренний учитель**

Механизм **обучения** у людей и у животных радикальнейшим образом различается.

У животных новые ассоциации образуются только под действием **внешних** факторов, — методом «кнута и пряника», дрессировкой.

Человек **сам** идет навстречу обучению. Ребенок обучается наиболее легко и активно, ассоциации образуются у него «просто так», без всякого подкрепления.

Учителю нет надобности **навязывать** что-либо ребенку или человеку вообще, его задача в том, чтобы дать пищу его воображению. Получая эту пищу, человек испытывает **удовольствие**.

Поскольку абсолютной памяти нет, необходим критерий для **отбора** ассоциаций. Один из критериев у человека такой же, как у животных, — **эмоциональная нагрузка**. Мы в первую очередь запоминаем то, что связано с **эмоциями**.

**Второй** критерий (который свидетельствует о наличии управления ассоциированием): мы можем **решить** запомнить что-либо, и в результате действительно запоминаем.

Третий и самый значительный критерий — это критерий **НОВИЗНЫ**. Человек запоминает новое для него и равнодушно пропускает старое.

Соотношение с уже существующей в мозгу **МОДЕЛЮ** — вот критерий **НОВИЗНЫ** впечатления.

Возрастание способности к запоминанию в процессе обучения — прямое следствие метасистемного перехода. Оно вытекает из **закона разрастания предпоследнего уровня** (развитие коры головного мозга).

Две **ЭМОЦИИ** при обучении:

- положительная: **УДОВОЛЬСТВИЕ ОТ НОВИЗНЫ**;
- отрицательная: **СКУКА**.

Непроизвольное ассоциирование всегда связано с эмоциональным подкреплением, но человек по сравнению с животным обладает принципиально новым классом эмоций.

«Удовольствие от новизны» — очень общий термин, покрывающий не одну эмоцию, а целый класс. Два представителя этого класса: **ЧУВСТВО СМЕШНОГО** и **чувство прекрасного**.

#### **4.6. Смешное и прекрасное**

Смех вызывает **неожиданное**, но законное и задним числом вполне понятное нарушение «нормального» хода событий. Неожиданная ассоциация, бессмысленная на первый взгляд, но отражающая глубинные **СВЯЗИ** между вещами. Это создает новую модель мира и доставляет удовольствие, пропорциональное ее новизне. **Конец новизны** — это **конец смешного**.

**Смешное** всегда лежит на грани между **тривиальным** и **непонятным**. Эта грань у каждого своя, и она передвигается в процессе индивидуального развития. Ничто так отчетливо не проявляет культурного уровня человека, как его понимание смешного.

В **чувстве прекрасного** больше индивидуальных различий между людьми, оно тоньше и загадочнее, чем **чувство смешного**. Но в нем есть тот же динамизм, связанный с **НОВИЗНОЙ** впечатления. Частое повторение понравившегося музыкального произведения делает к нему равнодушным, и, в конце концов, может внушить к нему отвращение.

Острое ощущение прекрасного кратковременно, оно включает элемент откровения, восторженного **удивления**. Это внезапное усмотрение какого-то глубокого порядка, соответствия, смысла. **Чувство прекрасного** вызывает впечатления, дающие пищу для **самых сложных и тонких моделей**, реализующихся классификаторами **высшего уровня**. Эти классификаторы в максимальной

степени **сжимают информацию**, распознают чрезвычайно сложные понятия. А это и есть усмотрение глубокого внутреннего порядка в кажущемся беспорядке.

**Прекрасное**, как и **смешное**, тоже всегда на грани между **тривиальным** и **непонятым**. Передвижение этой грани — эстетическое воспитание — есть познание мира, построение в мозгу новых моделей.

Чувство прекрасного бывает связано с другими человеческими чувствами, образуя часто неразрывные **комплексы**, и влияя на многие сферы и аспекты общественной жизни. В этом **прикладное** значение эстетических переживаний.

**Чисто эстетическое** воспитание есть подготовка мозга к выполнению его самых тонких и высших функций. **Мозг един**. Модели, созданные в процессе эстетического воспитания, влияют на восприятие мира, на творческую деятельность человека.

#### **4.7. Язык**

Революция случилась с появлением человеческого **общества**, обладающего определенной **культурой** и, в первую очередь, **языком**.

Под **языком** понимают определенный способ сопоставления объектам первичной реальности **R** объектов **L**, называемых **именами** объектов **R**.

По отношению к имени **L** объект **R** называют его **значением**.

При замене восприятия реальных объектов и ситуаций на их словесное описание **теряется огромное количество информации**. Когда информативность объектов **R** и **L** одного порядка величины, вместо слова **язык** часто употребляют кибернетический термин **код**.

Переход от **R** к **L** называют **кодированием**, а обратный переход — **декодированием**. Процесс кодирования и декодирования **иногда** не приводит к потере информации.

Объекты **R** и **L** могут быть произвольной природы, это не обязательно **предметы**, а, вообще говоря, **явления** (звуковые колебания).

**Явление** — это самый общий термин, обозначающий какую-то **часть физической реальности**, ограниченную в пространстве и времени.

**Предмет** — понятие, которое относят к явлениям специального типа, обнаруживающим определенную стабильность: наличие поверхности, через которую отсутствует обмен веществом. Так как в действительности абсолютно непроницаемых границ не существует, и все предметы непрерывно меняются, это понятие **относительно**; оно отражает лишь малую скорость изменений.

#### **4.8. Языкотворчество**

Человек сам создает язык, он обладает способностью и потребностью давать имена, чего не может ни одно животное. Присвоение явлениям (в частности, предметам) имен — это наглядное проявление управления ассоциированием.

Рано явившиеся слова и жесты имеют подражательное происхождение. Повод, послуживший для выбора имени, забывается, само имя трансформируется, но связь между именем и значением от этого не страдает.

#### **4.9. Язык как средство моделирования**

Язык возникает как средство связи, коммуникации между членами сообщества. Но, раз возникнув, он вдруг оказывается источником других, совершенно новых возможностей, не связанных в принципе с общением между людьми.

Язык используется не только для передачи информации, но и для построения модели, нужной для предвидения событий, и позволяющей узнать косвенно то, что нельзя узнать прямо.

Коммуникативное использование языка, т. е. использование его как средства общения между людьми, дополняется некомуникативным использованием языка в качестве средства построения моделей действительности.

Моделирующая функция языка — рубеж двух эпох, событие космической важности.

#### **4.10. Самопознание**

У животных нет понятия о себе самом, это понятие не нужно для обработки информации, поступающей извне. Мозг животного — это зеркало, которое отражает окружающую действительность, но само в нем не отражается.

В человеческом обществе каждому человеку дано имя, человек произносит свое имя и предложения, в которых оно содержится. Так он становится предметом своего изучения. Язык — это второе зеркало, в котором отражается весь мир, и в том числе каждый индивидуум.

Если заключительный этап кибернетического периода можно назвать этапом познания, то эра разума — это эра самопознания. Система двух зеркал — мозга и языка создает возможность бесчисленного множества взаимных отражений без необходимости выходить из пространства между зеркалами.

#### **4.11. Продолжение мозга**

Если орудие — продолжение руки человека, то язык — продолжение его мозга.

Язык служит для той же цели, для которой служит мозг: **увеличению жизнеспособности вида** путем создания **модели окружающей среды**.

Две функции языка: **коммуникативная** и **моделирующая** — неразрывно связаны друг с другом. Когда один человек сообщает что-то другому, **ассоциации**, которые раньше были только в голове первого, утверждаются в голове второго.

Люди контактируют мозгами. Язык — это не только продолжение каждого индивидуального мозга, но и общее, единое продолжение мозгов всех членов общества. Это **коллективная модель действительности**, над совершенствованием которой трудятся все члены общества и которая хранит опыт предыдущих поколений.

#### **4.12. Социальная интеграция**

Метасистемный переход в системе мозга — управление ассоциированием — породил социальную интеграцию, объединившую индивидуумов в целостность нового типа: человеческое общество.

Социальная интеграция — это **метасистемный переход**, приведший к новому уровню организации материи — социальной сфере.

В муравейнике, в отличие от человеческого общества, нет ни **контакта мозгов**, ни создания **новых моделей действительности**.

Человек способен выйти за **рамки инстинкта**, строить планы действий, никак с ним не связанные, а порой даже ему **противоречащие**. Это тоже (наряду с языком) делает человека **социальным существом**, т. е. материалом, пригодным для построения человеческого общества — социума.

Есть два уровня организации материи: уровень **животного**, для которого высшие законы — это инстинкты самосохранения и размножения, и уровень человека, т. е. **человеческого общества**. Человек как чисто биологическое существо — это лишь «заготовка» человека.

Человек, выступая как **творец**, подчиняется какому-то **высшему закону эволюции** Вселенной и является материалом для его действия.

#### **4.13. Сверхсущество**

С появлением человеческого общества появился **новый механизм** усложнения организации материи, **новый механизм эволюции** Вселенной.

**Медленный** механизм естественного отбора сменился **быстрым** механизмом, основанным на мышлении. Темп эволюции многократно возрос.

Человеческое общество с его культурой можно рассматривать как **сверхсущество**.

Язык входит в культуру, выполняя функции нервной системы. Его первая функция — коммуникативная. В процессе выполнения этой функции язык получает вторую функцию — моделирование окружающей среды.

Кибернетический подход приводит нас к точке зрения, согласно которой аналогия между обществом и организмом имеет глубокий смысл, свидетельствуя о наличии чрезвычайно общих законов эволюции, действующих на всех уровнях организации материи.

Фундаментальное единство эволюционного процесса на всех уровнях организации превращается из философского воззрения в научно обоснованный факт. С ним нельзя не считаться, размышляя о судьбах человечества и его роли во Вселенной.

Ноосфера — та часть биосферы, где господствует разум.

## **Глава 5. Со ступеньки на ступеньку**

### **5.1. Материальная и духовная культура**

К материальной культуре относят производительные силы общества и все, что с ними связано, а к **духовной** — искусство, религию, науку, философию.

Материальная культура призвана удовлетворять те потребности, которые **общи** у человека и животных («материальные» потребности), **духовная** — потребности **специфические**, как мы думаем, для человека («духовные» потребности).

### **5.2. Эффект лестницы**

Эффект лестницы (преодоление ступени) лежит в основе многих явлений перехода малых количественных изменений в большие качественные.

### **5.3. Масштаб метасистемного перехода**

Метасистемный переход на низшем уровне иерархии может повлиять на всю иерархию снизу вверх.

Если система  $X$  содержит однородные подсистемы  $W$  и число этих подсистем увеличивается, мы называем такое изменение **количественным**. Метасистемный переход относим к **качественным** изменениям. Можно предположить, что всякое качественное изменение вызывает метасистемный переход на том или ином уровне структуры системы.

### **5.4. Орудия для производства орудий**

Предметы и орудия труда — это подсистемы культуры. Они могут обладать своей собственной сложной структурой и входить в состав наиболее крупных подсистем культуры, также обладающих внутренней структурой.

Появление орудия для обработки предметов, которые ранее не обрабатывались, есть **метасистемный переход** в рамках системы производства.

Орудие труда неизменно превращается в **предмет** труда. Это — эффект лестницы (производство средств производства). Так система производства становится **ультраметасистемой**, способной к развитию.

### **5.5. Нижний палеолит (орудия из камня и костей, огонь)**

Историю культуры до появления выплавки металлов делят на две эпохи: **палеолит** (древний каменный век) и **неолит** (новый каменный век).

Начало нижнего палеолита относят ко времени порядка 700 тысяч лет тому назад, конец (поздняя мустьерская культура) — около 40 тысяч лет назад.

### **5.6. Верхний палеолит (больше орудий, шитьё, живопись)**

Человек верхнего палеолита — это биологически вполне **современный человек**: homo sapiens. С этого момента всю свою «эволюционную энергию» природа будет вкладывать не в биологию человеческой особи, а в культуру человеческого общества.

Решающим отличием **верхнего палеолита** от **нижнего** является появление **составных орудий**, например копьё с каменным наконечником. Это можно рассматривать как **метасистемный переход**, ибо изготовление составного орудия (оружия) есть создание системы из подсистем.

### **5.7. Неолитическая революция**

Переход от собирательства к земледелию и скотоводству.

Животные и растительный мир, которые до этого служили лишь сугубо **внешним**, не контролируемым источником пищи, становятся **объектом активного воздействия** и управления со стороны человека. Мы имеем дело, таким образом, с типичным **метасистемным переходом**.

### **5.8. Век металла**

Выплавка металла, направлена не на изготовление орудия, а на изготовление **материала** для орудия.

Такие ремесла, как выделка кожи и гончарство, возникшие раньше выплавки металлов, нужно рассматривать, строго говоря, как начало **метасистемного перехода** к веку материала.

### **5.9. Промышленные революции**

Следующий метасистемный переход — использование новых источников энергии, двигателей.

Наше время — свидетель еще одного метасистемного перехода в структуре производства: возникает **уровень управления двигателями**.

Век энергии сменяется веком **информации**. Система производства приобретает характер автономной самоуправляющейся системы.

### **5.10. Квант развития**

Сходство в стадиях развития биологических организмов и человеческого общества вытекает из наличия у всех процессов развития одной общей черты: оно происходит путем последовательных **метасистемных переходов**. Метасистемный переход — это **элементарная единица**, универсальный **квант** развития.

В двух следующих главах рассматривается кибернетический подход к основным понятиям логики и к проблеме взаимоотношения **ЯЗЫКА** и **МЫШЛЕНИЯ**.

## Глава 6. Логический анализ языка

### 6.1. Снова о понятиях

Понятие — это множество ситуаций на входе кибернетической системы. Владеть понятием — значит уметь его распознавать.

### 6.2. Свойства и отношения

С другой стороны ПОНЯТИЕ может характеризовать ОТНОШЕНИЕ между объектами (например, понятие «быть внутри»).

### 6.3. Аристотелевская логика

Понятия, выражающие свойства ситуации в целом, называют аристотелевскими.

Аристотелевское понятие можно описать как некое МНОЖЕСТВО или класс ситуаций. Законы аристотелевской логики выводятся из простейших свойств операций над множествами.

Логика Аристотеля недостаточно глубоко проникает в структуру нашего мышления, она неспособна отразить процесс РАСЧЛЕНЕНИЯ ситуации на отдельные части (объекты) и исследования ОТНОШЕНИЙ между этими частями (не существует аристотелевских понятий «быть внутри», «брат» и т.п.).

В математике главное — это исследование ОТНОШЕНИЙ между объектами, но аристотелевская логика совершенно недостаточна для выражения математических доказательств.

### 6.4. Диалектика Гегеля

Гегель показал, что мир надо рассматривать не как совокупность объектов, обладающих некоторыми свойствами, а как совокупность объектов, находящихся в некоторых ОТНОШЕНИЯХ друг к другу. При этом свойства не исключаются из рассмотрения, ибо понятие ОТНОШЕНИЯ является более общим, чем понятие СВОЙСТВА.

Отношение может быть определено для произвольного числа объектов. Если число объектов равно единице; такое отношение и есть СВОЙСТВО.

Наиболее ясными интуитивно и в то же время наиболее важными являются парные отношения между двумя объектами. Два — это минимальное число объектов, когда отношение перестает быть СВОЙСТВОМ и становится собственно отношением. Число два лежит в основе гегелевского метода что отражено в самом термине «диалектика».

Если два элемента находятся в соответствии, **не противоречат друг другу**, то они выступают как нечто целое и на первый план выходят их **общие свойства**.

Отношения между элементами проявляются постольку, поскольку они являются отношениями **противоположности, противоречия, борьбы**.

**Изменение** — это отношение между объектами, **разделенными временным интервалом**. На языке, оперирующем только со свойствами, но не с отношениями, изменение **невыразимо**.

В аристотелевских понятиях мир представляется **статическим, застывшим**.

**Диалектика** изучает вещи с точки зрения их **изменения, движения, развития**. Она вскрывает историческую обусловленность вещей, которые при описании в аристотелевских понятиях представляются безусловными и вечными. Комбинация понятия **противоположности** с понятием **развития** порождает понятие об **отрицании и отрицании отрицания**.

### **6.5. Математическая логика**

Математизация логики порождена потребностями математики и осуществлена математиками. Расширив свой язык и **математизировав** его, логика стала пригодной для **описания и исследования математического доказательства**. С другой стороны, для решения логических проблем стали применяться математические методы.

### **6.6. Объекты и высказывания**

Современная логика делит все сущее на **объекты** (или предметы) и **высказывания** (или утверждения).

В приложении к математике **объекты** обычно называются **термами**, а **высказывания** — **соотношениями**.

Понятия «объект» и «высказывание» считаются **первичными**, интуитивно ясными и неопределяемыми. Формальное различие между ними в том, что о высказывании имеет смысл говорить, что оно является **истинным** или **ложным**. К объектам понятия истинности и ложности неприменимы.

**Объекты** и **высказывания**, которые считаются **элементарными**, не расчлененными на отдельные составные части, обозначаются в логике **буквами**. **Объекты** обозначают **малыми** латинскими буквами, а **высказывания** — **большими**. Для уменьшения словесных пояснений будем иногда обозначать элементарные объекты и высказывания словами и словосочетаниями, взятыми в кавычки.

При наличии двух типов элементов (**объекты** и **высказывания**) и предполагая, что элементы, служащие строительным материалом, принадлежат все к одному типу, получаем четыре возможных типа конструкций.

Что конструируется	Из чего	Название конструкции
Высказывание	Высказывания	Логическая связка
Высказывание	Объекты	Предикат
Объект	Высказывания	Связка «такой, что...»
Объект	Объекты	Функция

### 6.7. Логические связки

Широко употребительных логических связок пять:

- отрицание (знак  $\neg$ ),
- конъюнкция (знак  $\wedge$ ),
- дизъюнкция (знак  $\vee$ ),
- импликация (знак  $\supset$ ),
- эквивалентность (знак  $\equiv$ ).

Высказывание  $A \supset B$  читается «А влечет В» или «если А, то В». Оно неверно, если А истинно, а В ложно, и верно во всех остальных случаях.

### 6.8. Предикаты

Конструкция, сопоставляющая нескольким объектам высказывание, называется предикатом.

Предикат можно записать в виде функции с незаполненными местами для аргументов, например  $P( ), L( , ), I( , , )$  или же в виде  $P(x), L(z, y), I(x, y, z)$ .

Одноместный предикат выражает свойство объекта: Красный(мяч).

Предикат более чем с одним аргументом выражает отношение между объектами: «больше», «внутри» и т.п..

### 6.9. Кванторы

В математике большую роль играют утверждения о всеобщности данного свойства и о существовании хотя бы одного объекта, обладающего данным свойством. Для записи этих утверждений вводятся кванторы всеобщности  $\forall$  и квантор существования  $\exists$ .

Высказывание  $(\forall x) S(x)$

означает, что для всех  $x$  имеет место  $S(x)$ ,

а высказывание  $(\exists x) S(x)$

утверждает, что существует хотя бы один объект  $x$  такой, что для него верно высказывание  $S(x)$ .

Переменная, входящая в высказывание под знаком квантора, называется **связанной** переменной, ибо высказывание от этой переменной не зависит. Её можно заменить любой другой и от этого смысл высказывания не изменится.

Переменная, которая не является связанной, называется **свободной**. Высказывание зависит только от **свободных** переменных, которые оно содержит.

**Квантор** — это в сущности логическая связка. Приписывание квантора превращает высказывание в новое высказывание, которое содержит **на одну свободную переменную меньше**. Отличие от связок состоит в том, что, кроме высказывания, надо указать еще свободную переменную, которую надо связать. Связывание переменной подразумевает подстановку вместо нее конкретных объектов.

Если число объектов, которые могут быть подставлены вместо переменной, конечно, то кванторы можно рассматривать как удобные сокращения, ибо они могут быть выражены через логические связки — **конъюнкцию** и **дизъюнкцию**.

### 6.10. Связка «такой, что»

«Красный мяч» — это такой предмет  $a$ , что верны высказывания «мяч»( $a$ ) и «красный»( $a$ ), то есть верно высказывание:

«мяч»( $a$ )  $\wedge$  «красный»( $a$ )

Букву  $a$  в логическую запись вводят для того, чтобы идентифицировать данный объект, отличить его от других, и поэтому называют **идентификатором**. Она перешла в понятие «мяч», превратив его из свойства в предмет. В отличие от слова «красный» слово «мяч» **идентифицирует** — вы можете сказать «это тот мяч, который мы потеряли вчера» или «я имею в виду тот самый мяч, о котором говорил в предыдущей фразе».

### 6.11. Физический предмет и логический объект

Окружающий мир характеризуется определенной устойчивостью, повторяемостью (точно так, как и текучестью, изменяемостью).

Деталь ситуации, именуемая «тем самым мячом», может существенно меняться вследствие изменения положения глаза относительно мяча или изменения формы самого мяча, но идентификация мяча как «того самого» остается **неизменной** и абсолютной.

Эта абсолютная неизменность является формой, в которой мы отражаем относительную и временную неизменность, которую находим в реальности. Мы проводим линию во времени, соединяя детали на различных кинокадрах, и объявляем, что все, что находится на этой линии, есть «тот же самый» предмет. Эта

линия в сочетании с некоторым набором свойств (качеств) и образует понятие о предмете.

Логическое понятие **объекта** соответствует свойству физических предметов сохранять свою идентичность. Объект логики — это только идентификатор и больше ничего. Он обладает только свойством «быть тем же самым» и является именем воображаемой линии, соединяющей детали на кадрах киноленты.

Названия конструкции, сопоставляющей **объект высказыванию**, не установилось и в нашей таблице поставлен прочерк. Полное разделение труда между идентификаторами и высказываниями оказывается в конечном счете удобнее.

### 6.12. Функции

Функция сопоставляет **объекту-аргументу объект-значение**.

Множество объектов, которые могут быть аргументами функции (для функций от многих аргументов — множество наборов объектов), называется ее **областью определения**.

Объекты, которые могут быть значениями данной функции, образуют **область значений** функции.

Когда мы имеем дело с функциями, одно из отношений между объектами становится особенно важным, а именно **отношение равенства**. Оно необходимо для установления соответствия между **функциональными конструкциями** и **наименованиями объектов** из области значений функций. Выделяя равенство из массы других отношений, мы сохраним для него привычную запись  $x = y$  вместо записи в виде предиката  $=(x, y)$ .

Отношение равенства можно определить **формально** с помощью следующих четырех утверждений:

- $(\forall a) (a = a)$ .
- $(\forall a) (\forall b) [(a = b) \supset (b = a)]$ .
- $(\forall a) (\forall b) (\forall c) [(a = b) \wedge (b = c) \supset (a = c)]$ .
- $(\forall a) (\forall b) [(a = b) \supset (W(a) \equiv W(b))]$ .

Последнее утверждение верно для любого высказывания  $W(x)$ , зависящего от переменной  $x$ .

Каждой **функции** от  $n$  аргументов можно поставить в соответствие  $n+1$ -местный **предикат**, выражающий то отношение, что один (скажем, последний) аргумент есть данная функция от остальных аргументов.

Например, функции  $\times(x, y)$  соответствует предикат  $M(x, y, z)$ , который дает верное высказывание в том и только в том случае, когда  $z = \times(x, y)$ . В общем случае функции  $f(x, y, \dots, z)$  соответствует предикат  $F(x, y, \dots, z, u)$ , обладающий свойством

$(\forall x)(\forall y)\dots(\forall z)(\forall u)[F(x, y, \dots, z, u) \equiv (f(x, y, \dots, z) = u)]$ .

Предикат  $F$  выражает то же понятие, что и функция  $f$ .

### **6.13. Синтаксис и семантика**

Семиотика — наука, изучающая знаковые системы.

Синтаксис — это совокупность правил построения элементов языка.

Семантика — это связь между элементами языка и их значениями.

Синтаксический анализ элемента восстанавливает путь, которым этот элемент был построен, его структуру.

Синтаксис естественного языка — это его **грамматика**, т. е. правила конструирования предложений из слов и правила конструирования слов из букв — **морфология**.

Синтаксический анализ предложений естественного языка нередко требует обращения к **семантике**, ибо без учета смысла, значения предложения, он оказывается неоднозначным.

### **6.14. Логический анализ языка**

Мы классифицируем понятия в соответствии со схемой, зафиксированной в языке логики, и устанавливаем связь между понятиями. **Логический анализ** — это **семантический анализ**. Синтаксический анализ нужен постольку, поскольку он необходим для семантического.

Язык логики обладает простым и полностью **формализованным синтаксисом**.

Текст на естественном языке путем **синтаксического** и **семантического** анализа можно перевести на язык логики, — сопоставить ему текст на языке логики, имеющий тот же смысл.

Семантический анализ естественного текста при переводе может быть более или менее **глубоким**, т. е. предикаты и функции, входящие в логический текст, могут быть ближе или дальше от непосредственного **чувственного** и **духовного** опыта.

Первичные предикаты и функции, **не разложимы** на элементарные слагаемые, их нельзя определить иначе, как сославшись на **ОПЫТ**.

## Глава 7. Язык и мышление

### 7.1. Что мы знаем о мышлении?

Для правильного подхода к проблеме языка и мышления надо, прежде всего, четко отделить то, что мы **знаем** о мышлении, от того, что мы **не знаем**.

**Мы знаем**, что мышление — это процесс, происходящий в нервных сетях мозга. Поскольку термин «представление» означает состояние какой-то подсистемы мозга, то **мышление** — это процесс изменения совокупности представлений.

Эти представления можно объединить в **одно представление** (ибо несколько подсистем составляют новую), — это состояние **сознания** в данный момент.

Что такое **сознание** с точки зрения кибернетической, мы не знаем.

У мышления есть внешняя, проявляющаяся сторона — **поток сознательных представлений**, который поддается фиксации и изучению. Из него мы косвенным образом исследуем процессы в мозгу, которые **не освещаются сознанием**.

**Мы знаем**, что в значительной степени **поток сознания** регулируется ассоциациями представлений, которые образуются под воздействием **опыта** и отражают **свойства среды**, в которой мы живем. Благодаря ассоциации **представлений** мы способны отчасти **предвидеть** будущие ситуации.

**Мы знаем**, что человек обладает способностью **управлять ассоциированием**, что проявляется как **воображение, кодирование, сознательное запоминание**.

Наконец, субъективно нам дано **ощущение свободы выбора** своих поступков — **свободы воли**, которая проявляется и в мышлении: мы можем по желанию переключать мысли, думать о том или ином предмете.

Кибернетического истолкования всех этих явлений **мы не знаем**.

### 7.2. Языковая деятельность

Среди всех представлений выделенное место в процессе мышления занимают представления о языковых объектах — словах и предложениях — **языковые представления**. Представляя в уме какое-либо слово, мы мысленно произносим его, слышим и видим написанным.

**Абстрактное мышление** — мышление словами, поток языковых представлений.

Значение языковых представлений состоит в том, что они однозначно связаны со словами и предложениями **материальной системы «язык»**. Эта последняя есть совокупность всех слов и предложений.

**Функционально** поток языковых представлений ничем не отличается от последовательности их материальных коррелятов — слов.

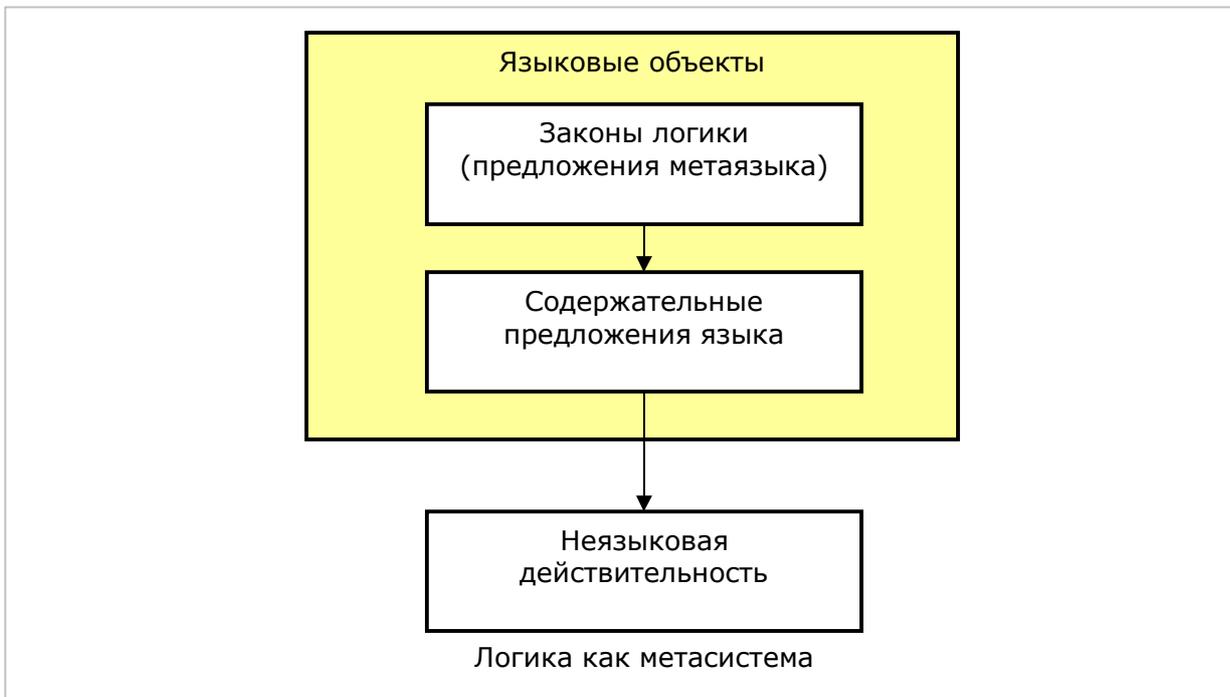
Наблюдаемую сторону мышления можно описать как деятельность, состоящую в создании некоторых материальных языковых объектов, — произнесение предложений или написание их на бумаге. Такая деятельность называется языковой.

Языковая деятельность — основная, первичная сторона мышления, а поток языковых представлений — лишь переходный элемент, форма связи между материальными языковыми объектами и совокупностью всех (а не только языковых) представлений. Языковые объекты являются хранителями и передатчиками информации, а также элементами языковых моделей действительности.

Исследованием языковой деятельности занимаются лингвистика и логика. Лингвистику интересует синтаксис языков, логику — семантика.

Семантический анализ языка приводит к первичным неопределяемым понятиям и на этом кончается; он не выводит нас за пределы языка.

Законы логики тоже выражаются в виде языкового объекта и образуют метасистему по отношению к высказываниям. Для теории доказательства предложения являются объектом и результатом работы. Таким образом, вся логика целиком лежит в сфере языковой деятельности. Ее нижний этаж — семантический анализ, верхний — теория доказательства.



### 7.3. Мозг как «чёрный ящик»

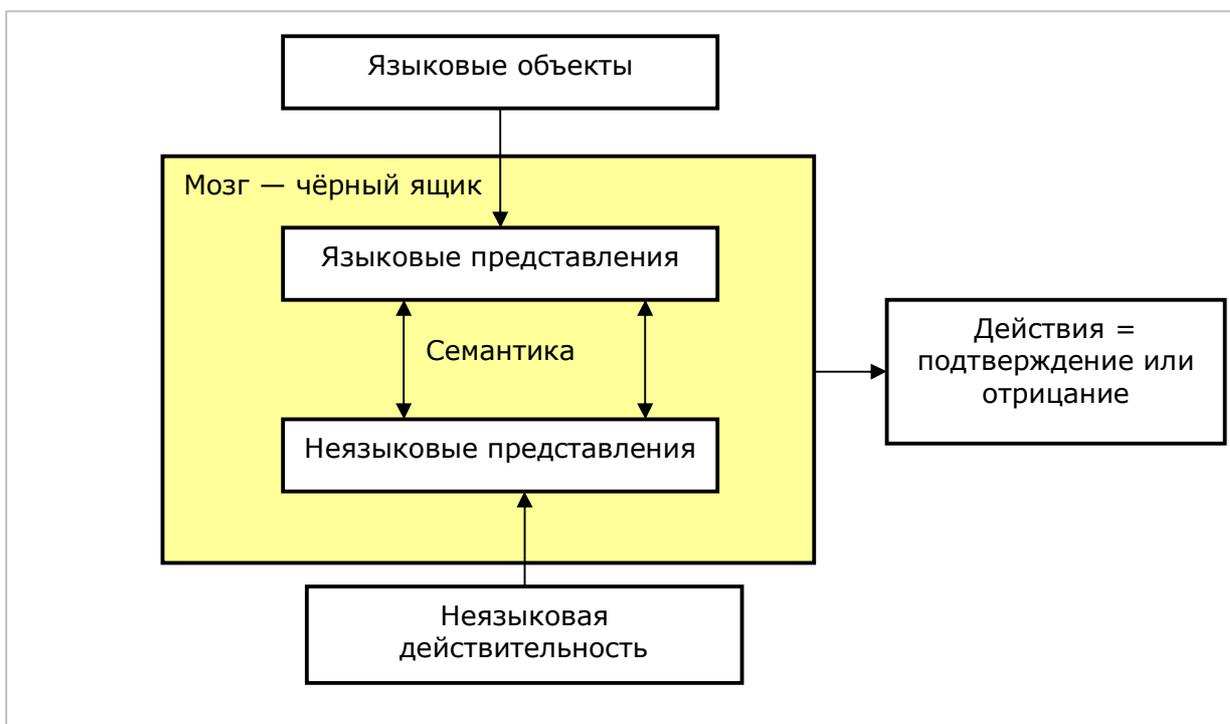
Примитивные корреляторы языковых объектов:

Мозг	Языковой объект
Представление =	Объект
Ассоциация =	Высказывание

Примитивные корреляторы не соответствуют реальности.

**Значение** языкового объекта — это **представление**, которое оно вызывает, т.е. изменение состояния мозга. Хотя это определение верно, оно не продуктивно, ибо **состояния мозга** как объективная реальность непосредственно нам недоступны и мы судим о них лишь по их **проявлению** в действиях человека.

Для изучения семантики языка представим мозг как **чёрный ящик**, и выберем простые действия в качестве эталона: **подтверждение** и **отрицание**. Элементарный акт по изучению семантики оформим следующим образом. Человеку, воспринимающему определенную неязыковую действительность, будем предъявлять языковые объекты, а он пусть совершает в качестве реакции на предъявление одно из двух эталонных действий.



#### **7.4. Подтверждение и отрицание**

**ПОДТВЕРЖДЕНИЕ И ОТРИЦАНИЕ** — эти два эталонных действия — возникли стихийно на ранних этапах эволюции человека и языков.

Они относятся не к действительности самой по себе, подобно первичным языковым объектам, а к **СВЯЗИ** между первичными языковыми объектами и действительностью. Они являются элементами **метасистемы**, по отношению к системе первичных языковых объектов.

Введение в опрактику действий подтверждения и отрицания — это начало того **метасистемного перехода** в рамках языковой деятельности, следующими этапами которого является появление **языка логики** и **теории умозаключения**.

Здесь мы видим еще одно проявление **закона разрастания предпоследнего уровня** — рост числа первичных языковых объектов начинается одновременно с зарождением метауровня.

#### **7.5. Феноменологическое определение семантики**

**Высказывание** — это языковой объект, к которому относятся действия подтверждения и отрицания.

**Высказывание** — основная единица языка. Посредством **логических связок** из высказываний-подсистем строится язык-система.

**Ситуация** — это действительность с **указателем внимания**, т. е. с выделенной областью на которой концентрируем внимание.

С учётом **временного аспекта предмет** определяется как **кинолента ситуаций** с одной непрерывной линией указателя внимания.

**Объект логики** полностью освобожден от предметного содержания, оно переносится в **высказывания** о данном объекте. Объект — это **идентификатор**, обладающий только свойством быть тождественным самому себе и обозначающий непрерывную линию внимания.

Когда вместо **нерасчлененной** действительности мы подаем на вход черного ящика действительность, **расчлененную на объекты**, высказывание становится **зависимым от способа расчленения** и превращается в **предикат**.

#### **7.6. Логическое понятие**

**Понятие** — это **предикат** или **логическая связка**.

**Предикаты и связки** — это базисные функциональные узлы, которые обнаруживаются в **языковой деятельности**.

В широком смысле и логические связи, и предикаты являются **функциями**. Поэтому логическое понятие — это функция, аргументы которой — языковые объекты и ситуации, а значения — языковые объекты. Результатом логического анализа языка является разложение языковой деятельности на **однотипные функциональные элементы** — связи и предикаты.

Каждое логическое понятие определяется своим материальным носителем — языковым объектом: словом или словосочетанием.

Понятия языка образуют **иерархическую систему**: понятия верхних уровней приобретают смысл через понятия более низкого уровня.

В специализированных языках эта иерархия определена совершенно явно и строго. В естественных языках иерархия приближительная.

**Первичные**, принадлежащие к нижнему уровню иерархии предикаты, не поддаются расщеплению, логическому анализу.

Между понятиями языка существуют многочисленные **перекрестные связи**. Язык — это система, и понятия его имеют смысл только как элементы системы. **Значение** слова определяется тем, как это слово **используется** в языковой деятельности.

Понятие служит: 1) элементом суждения; 2) концентрирует в себе уже имеющиеся мысли и знания о предмете. Эта **двойственность** является следствием системного характера понятия.

**Языковой объект** (слово) используется как элемент для построения модели действительности и ассоциируется **со всеми моделями**, в которых он участвует.

Поэтому наиболее точный перевод с одного языка на другой — это далеко не всегда буквальный перевод: необходимо учесть **различие систем**.

### **7.7. Структурный подход**

Логическое понятие мы определяем как элемент функционирования языковой системы — это **функциональный** подход.

Определение кибернетического понятия «понятие», опирается не на **функциональный**, а на **структурный** подход.

Понятие — это **подсистема** всей системы распознавания (классификатор), т. е. элемент, связанный определенным образом с другими элементами системы (нейронное понятие).

### **7.8. Две системы**

Мы исследуем **две кибернетические системы**: 1) человеческий мозг и 2) язык.

Мозг построен по иерархическому принципу на основе нейронных моделей. Структурные элементы этой иерархии — классификаторы, функции которых — это отдельные нейронные понятия.

Задача языка — координация действий отдельных членов общества в целях сохранения его существования. Она решается путем создания **моделей действительности**, материальным телом которых являются **языковые объекты**. Подобно мозгу язык устроен **иерархически**. **Функциональные элементы** этой иерархической системы суть **логические (языковые) понятия**.

Эти две системы **зависимы**: языковая система приводится в движение человеческим мозгом, а мозг находится под воздействием языка. Проблема формулируется так: какова связь между **нейронными** и **логическими** понятиями?

Часть **нейронных моделей** и **понятий** человека является **врождённой**, другие формируются **ощущениями**, третьи — в результате **языковой деятельности** в ходе обучения.

Пытаясь оценить, **сколь хорошо язык продолжает мозг**, нельзя рассматривать нейронные понятия как нечто данное и сравнивать с ними логические понятия того или иного языка. Учитывая обратное влияние языковой деятельности на мышление, вопрос можно ставить только так: **каковы могли бы быть нейронные и логические понятия**, если бы развитие языка пошло по тому или иному пути?

### **7.9. Понятийные связи**

Информационная пропускная способность мозга несравненно больше, чем языка. Язык **не отражает** всего богатства **ощущений** и **сознательных представлений**.

«Мысль изреченная есть ложь» — Тютчев.

Вопрос: является ли **грамматика языка** чем-то **малозначительным** для мышления или же она **существенно влияет** на мышление и направляет его развитие?

### **7.10. Концепция Сепира-Уорфа**

Большинство людей, говоря и думая на одном языке, не осознают те **ограничения**, которые он накладывает, и тот элемент **произвола**, который он содержит. При невозможности **сравнения** ограничения и произвол родного языка кажутся им чем-то **универсальным и безусловным**, лежащим в самой **природе вещей**.

Грамматика — не просто инструмент для воспроизведения мысли, но программа и руководство **мыслительной деятельности** индивидуума.

### **7.11. Субстанция**

В европейской культуре понятие **субстанции** возникает как обобщение понятий, выражаемых существительными **второй** группы, а обобщение понятий, выражаемых существительными **первой** группы, приводит к понятию **предмета**.

В языке **хопи** существительные не делятся на группы и возможно только одно обобщение, приводящее к понятию **предмета** (или тела). Можно **отвлечься** от формы наблюдаемого материального объекта, но нельзя сказать, что она **не существует**.

### **7.12. Объективизация времени**

В европейских языках **временные отрезки** и **моменты времени** являются, как и предметы, **существительными**. Примеры: день, год, утро и т.д.

В языке **хопи** все временные термины — лето, утро и т. п. — представляют собой особые формы наречий.

Трех-временная система глагола в европейском стандарте языка отражает объективизацию времени, которое представляется бесконечной прямой, по которой передвигается точка. Точка — это настоящее, левее ее — прошлое, правее — будущее.

Сопоставление временных отношений пространственным отношениям и следующий за этим шаг — измерение времени — это конструирование определенной модели чувственного опыта.

### **7.13. Лингвистическая относительность**

Лингвистический анализ позволяет отличать относительное от абсолютного, учит видеть относительное и условное в том, что на первый взгляд представляется абсолютным и безусловным. Ведь любая **языковая модель** является лишь приближённым отражением действительности.

Ньютоновские понятия пространства, времени и материи не даны только интуицией, они даны культурой и языком, из этих источников и взял их Ньютон.

Эйнштейн осмелился пересмотреть эти представления и показал, что они не содержится в **опытных данных** и что от них следует отказаться (от абсолютности времени).

### **7.14. Метасистемный переход в языке**

Язык возник в результате кодирования явлений действительности **языковыми объектами**. И возникнув, он сам становится явлением действительности.

**Языковые объекты** — это элементы общественной деятельности, они входят в жизнь человека подобно **орудиям труда** и домашней утвари.

Подобно тому, как для изготовления орудий труда человек **создает новые орудия труда**, он **создает новые языковые объекты** для описания действительности, которая уже содержит языковые объекты. Происходит **метасистемный переход** в рамках системы «язык».

Новые языковые объекты в свою очередь являются элементами действительности и могут стать объектом кодирования, метасистемный переход может повторяться **неограниченное число раз**.

Язык является частью развивающейся Вселенной и развивается сам. **Язык**, а вместе с ним и **мышление** претерпевают **качественные изменения** путем метасистемных переходов различного масштаба.

Функционально метасистемные переходы в языке являются продолжением метасистемных переходов в нейронных структурах, служа для создания более совершенных моделей действительности.

Нервная сеть с жестко фиксированной иерархией понятий — это этап **сложного рефлекса**. Выйти в **новую плоскость** значило бы перейти к **ассоциированию**, когда становится управляемой система связей между классификаторами.

Аналогичный переход в языке: понятия «внутри», «рядом», «сверху» и т.п. объединяются метапонятием «пространственное отношение». Оно относится к ним как **имя к значению**.

Метасистемный переход в развитии языка выполняет ту же роль, что и в развитии нейронных структур.

### **7.15. Понятия-конструкты**

Сигналы — это **нулевой** уровень языка.

Эталонные действия подтверждения и отрицания, логические связки и предикаты — это метасистемный переход, создающий **первый** уровень языка.

Следующий метасистемный переход образует **второй** уровень языка, понятия которого суть конструкты (грамматика и логика).

Отличие от первого уровня состоит в том, что на **первом** уровне грамматика и логика появляются как высшие управляющие системы, которые создают язык, но сами еще не подвергаются управлению. На **втором** же уровне они становятся объектами изучения и управления (искусственного конструирования). Вторым уровнем языка можно назвать уровнем **конструктов**, а также уровнем **самоописания**.

Язык **первого** уровня — слепок нейронных моделей. На уровне **конструктов** язык фиксирует модели действительности, которых нет на нейронном уровне. Такие модели называют **теориями**.

Пример с числами. Небольшие числа воспринимаются непосредственно на нейронном уровне, большие — конструируются (арифметика). Следующий конструкторский переход — **рассуждения** о закономерностях счёта (алгебра).

Второй уровень языка формирует понятия, не опирающиеся непосредственно на нейронные понятия, а требующие **вспомогательных языковых конструкций**.

Язык **первого** уровня — бытовой или разговорный. Язык **второго** уровня — это язык философии и науки.

### **7.16. Мышление человека и животных**

**Абстракция** — это отвлечение от несущественных признаков. Любое понятие абстрактно. Абстракция присуща и человеку, и животным.

Но абстракция без **конструкции** приводит лишь к потере содержания, к таким понятиям, как «нечто» и «некоторый».

Отличие понятий высших животных и человека в том, что животным недоступны **понятия-конструкты**, ибо эти понятия предполагают способность к **языковой деятельности**. Не абстрактные понятия, а понятия-конструкты составляют специфику человеческого мышления.

Главное в мышлении человека — не абстракция, а конструкция, создание иерархической системы понятий, фиксированных материалом языка.

## Глава 8. Первобытное мышление

### 8.1. Системный аспект культуры

Использование орудия и создание нового орудия требуют работы воображения и сопровождаются ЭМОЦИЯМИ, что дает основания рассматривать эти явления как часть «духовной» культуры.

Язык и мышление, с одной стороны, и материальная культура, с другой стороны, СВЯЗАНЫ друг с другом теснейшим образом.

Нас интересует лишь один аспект культуры — ее структура как иерархии по управлению. Развитие культуры рассматриваем как усложнение этой иерархии путем последовательных метасистемных переходов.

Как и в случае биологического развития, важнейшие этапы развития языка и мышления отделяются друг от друга метасистемными переходами.

### 8.2. Дикость и цивилизация

Первобытному человеку мир представляется наполненным невидимыми сущностями, духами, которые выступают как причины явлений.

Анимизм — одушевления всех предметов.

Утверждаются СВЯЗИ между предметом и его изображением или именем.

Первобытное мышление консервативно и замкнуто. Очевидные факты, которые, должны были изменить представления первобытного человека, не оказывают на него никакого действия.

### 8.3. Метасистемный переход к языковой деятельности

Язык первобытного человека — это язык первого уровня, современный — язык второго уровня, включающий, в частности, грамматику и логику.

Отличие современного мышления от первобытного в том, что оно является мышлением КРИТИЧЕСКИМ, в то время как первобытное мышление можно назвать докритическим.

При переходе к фазе современного мышления становится общепринятым не только думать о чем-то, но и задавать себе ВОПРОСЫ: а почему я так думаю? Можно ли думать иначе? К каким последствиям приводят те или иные мысли?

Не критичность по отношению к некоторым ДОГМАТАМ может оправдываться якобы священным происхождением этих догматов. В норме современное мышление остаётся критическим.

В первобытном обществе **нормой** мышления является отношение к регламентациям своей культуры, как к чему-то безусловно данному, абсолютному, не отделимому от других элементов реальности. **Связь** между **языком** и **действительностью** еще не стала **объектом мысли**.

#### **8.4. Магия слов**

Первобытный человек мыслит себе **единый объект**  $L_i - R_i$ , у которого имя  $L_i$  и материальный облик  $R_i$ , суть различные части единого.

Разделение имен на «настоящие» и «ненастоящие» является первым шагом на пути к **метасистемному переходу** — отделению имени от объекта.

Изображения и имена предмета образуют **вместе с самим предметом** нечто целое, единое (представление, созданное ассоциацией). Поэтому кажется, что действуя на часть, мы тем самым действуем и на целое, а значит, и на другие его части.

#### **8.5. Духи и прочее**

Некоторые слова первобытной культуры обозначают с нашей точки зрения нечто реально **не существующее** (духи и т. п.). Но для первобытного человека между ними и реальными предметами нет разницы. Обычные предметы могут быть **видимы**, или **невидимы** (спрятаны или в темноте), или же видимы одними и невидимы другими. То же относится к **духам**, только духов или **никто не видит**, или видят только **колдуны**.

Ассортимент **невидимого** в представлениях первобытных народов чрезвычайно широк. Здесь не только **духи**, представляемые как нечто **бесформенное**, но и предметы или существа, имеющие вполне **определенный внешний вид** с той лишь поправкой, что воспринимается он не всегда и не всеми. Язык в изобилии дает материал для создания **воображаемых сущностей**. Любое качество легко и непринужденно превращается в **сущность**: отличие живого от мертвого дает **душу**, больного от здорового — **болезнь**.

#### **8.6. Мусорная куча представлений**

Мы верим в существование нейтронов, хотя никто их не видел и не увидит. Но мы знаем, что все слова имеют смысл лишь постольку, поскольку они в своей совокупности описывают наблюдаемые явления и помогают их предсказывать. Как только они перестают выполнять эту роль из-за новых данных опыта, мы их безжалостно отбрасываем.

В первобытном мышлении возмущает не допущение существования духов, а то, что это допущение решительно **ничего не объясняет**, а часто просто противоречит опыту.

Первобытный человек **не умеет** делать свои представления **объектом анализа**, они образуют своего рода мусорную кучу. Пополняется эта куча легко, а расчисткой ее никто не занимается.

**Бессмысленных** слов для первобытного человека **нет и быть не может**. Если он не понимает слова, то оно **пугает** его, как пугает незнакомое животное, или оружие, или природное явление. **Мнение**, возникшее благодаря **случайному стечению обстоятельств**, сохраняется из поколения в поколение, не имея под собой реального основания.

**Докритическому** мышлению **закон достаточного основания** абсолютно чужд. Здесь ярче всего виден **метасистемный переход**, отделяющий современное мышление от первобытного.

**Вера** первобытного человека в действенность магии, заклинания, колдовство и т. п. **непоколебима**. Его «теория» дает объяснение всему, что происходит вокруг него. Оценить же критически свою теорию или хотя бы отдельные ее части он еще не может.

### **8.7. Вера и знание**

Для первобытного человека нет различия между **верой** и **знанием**, и к своим представлениям он относится не так, как мы к своей вере, а как мы к своим знаниям. Нельзя называть воззрения первобытного человека первобытной религией.

Потусторонними силами и духами объясняются **реально существующие закономерности**.

### **8.8. Консерватизм докритического мышления**

Докритическому мышлению присущ **консерватизм**, — это следствие отсутствия аппарата изменения **языковых моделей**. Регламентации и запреты направляют поступки и мышление по **строго определенному** пути, освященному традицией.

Только **крайние обстоятельства** могут заставить племя нарушить обычай. Вероятно, именно в таких ситуациях совершались **крупнейшие сдвиги** в первобытной культуре.

На стадии **докритического** мышления роль языка парадоксальна. **Коммуникативная** функция — общение между людьми, передача опыта поколениям, стабилизация социальных групп, приносит **пользу** людям. Но его **некоммуникативная**, моделирующая функция приносит больше **вреда**, чем пользы (те модели, которые создаются не на уровне ассоциации **неязыковых** представлений, а на уровне языка, т. е. главным образом первобытную «теорию духов»).

Парадокс первых самостоятельных шагов языковой системы в том, что на первых порах они дают ядовитые выделения, тормозящие дальнейшее развитие.

Семена сорняков содержатся в самой почве — языке. Только переход на уровень критического мышления — тщательная культивация почвы, селекция культурных растений и борьба с сорняками — дает ожидаемый урожай.

### **8.9. Возникновение цивилизации**

Увеличение производительности труда, контакты между различными племенными культурами, разложение общества на классы — все это расшатывает племенное мышление, заставляет человека задуматься над содержанием своих представлений, сравнить их с представлениями других культур; — так утверждается и постепенно входит в норму критический характер мышления.

С другой стороны, критическое мышление раскрепощает человека, приводит к резкому росту производительности труда, появлению новых форм поведения. Оба процесса поддерживают и усиливают друг друга.

Вектор общественного интереса переворачивается: в первобытном обществе он направлен назад, в прошлое, на соблюдение законов предков. В развивающейся цивилизации он направлен вперед, в будущее, на изменение существующего положения.

Обращение языковой деятельности на самое себя порождает эффект лестницы: каждый уровень языкового мышления, возникший в результате анализа логического мышления, сам становится объектом логического анализа. Критическое мышление есть ультраметасистема, способная к саморазвитию. Вследствие метасистемного перехода культура приобретает собственный внутренний импульс к развитию.

Первобытные культуры эволюционируют благодаря скрещиванию и борьбе за существование подобно тому, как это происходит в животном мире. Цивилизация эволюционирует под действием внутренних факторов.

С переходом на уровень критического мышления проявилась революционная сущность возникновения мышления и по настоящему началась Эра Разума.

В переходе к критическому мышлению решающий момент — культура древней Греции, которую называют колыбелью современной цивилизации. В это время — около двух с половиной тысячелетий назад — возникли философия, логика и математика. И с этого времени критическое мышление стало признанной и необходимой основой развивающейся культуры.

## Глава 9. Математика до греков

### 9.1. Ошибка природы

Числа — это модель действительности, которая не содержится в мозгу, а создается на уровне языка.

Человеческий глаз может различать одновременно десятки и сотни отдельных предметов. Но непосредственно распознаваемые числа очень малы: обычно до 4 — 5.

Природа не дала нам способности с одного взгляда отличать совокупность из 200 предметов от совокупности из 201, как два предмета отличаем от трех.

Счёт — это начало математики.

### 9.2. Счет и измерение

Счет возник раньше, чем названия чисел.

Первоначально языковыми объектами для построения модели служат не слова, а выделенные однотипные предметы: пальцы, камешки, узелки, черточки.

Слова «один», «два» и, возможно, «три» появляются независимо от счета, ибо они опираются на соответствующие нейронные понятия. Словам для больших чисел взяться неоткуда.

Когда счет становится привычным делом, для наиболее часто встречающихся небольших групп стандартных предметов возникают словесные обозначения. На некоторых числительных остались следы их происхождения. Так, русское слово «пять» похоже на старославянское «пядь» — рука (пять пальцев).

Последовательность «один, два, три, много» отражает не неспособность к счету до четырех и дальше, а различие, которое проводит человеческий мозг между первыми тремя числами и всеми остальными.

Измерение предполагает умение считать и требует дополнительно введения единицы измерения.

В развитом обществе регулирование отношений между людьми: обмен, раздел имущества, налогообложение — требует знания арифметики и элементов геометрии (Вавилон, Египет).

### 9.3. Запись чисел

Запись чисел в древности демонстрирует отношение к числу как к непосредственной модели действительности. В отсутствие позиционной системы в больших числах цифры повторялись.

#### **9.4. Позиционная система**

Основы позиционной системы заложили вавилоняне.

В системе счисления, которую они заимствовали от своих предшественников — шумерийцев, есть две основные «большие единицы» — десять и шестьдесят.

Вероятно, что **шестьдесят** выбрано потому, что имеет много делителей: 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, — это очень удобно при делении денег и предметов.

Возможно, что прародителем позиционной системы было устройство для счёта — **абак**, где числа выступают в своем натуральном, стихийно позиционном виде.

Когда распространились астрономические таблицы, стали употреблять и разделительный знак для обозначения пустых разрядов. Однако свой «ноль» вавилоняне никогда не ставили в конце числа: очевидно, они его воспринимали именно как **разделитель**, но не как **полноправное число**.

Греческая система заимствована у вавилонян и оказалась **смешанной**: целая часть изображалась в десятичной непозиционной системе, а дробная часть — в шестидесятичной позиционной.

Современную систему записи чисел изобрели индийцы в начале VI в.н.э. Вавилонский позиционный принцип и греческий знак **ноль** для обозначения пустоты они применили к основанию 10.

#### **9.5. Прикладная арифметика**

Для египтян и вавилонян знание было чем-то вполне однородным. Геометрические построения и формулы для площади треугольника и круга стояли в одном ряду с умением стрелять из лука. Но геометрии как искусства **выводить** «истинные» формулы у них не было. При получении формул они использовали некоторые **наводящие соображения**, но они мало кого интересовали и на отношение к формуле не влияли.

Деление знания на несовершенное и совершенное — в этом отношении к науке греков.

#### **9.6. Познания древних в геометрии**

Правильно вычислялись лишь площади треугольников и трапеций. Площадь круга и длина окружности — с грубым приближением.

Площади сложных фигур и объёмы тел — с ошибками.

Вавилоняне знали, что сумма квадратов катетов равна квадрату гипотенузы.

### **9.7. Арифметика с птичьего полета**

Теории создаются и развиваются методом проб и ошибок. Начиная с отправной точки, человек принимается сооружать языковые конструкции и исследовать, что у него получилось. Фазы конструирования и исследования постоянно сменяют друг друга: конструкция порождает исследование, исследование порождает новые конструкции.

Имея языковые объекты, изображающие числа, и умея производить над ними сложение и умножение, мы получаем теорию, дающую нам работающие модели действительности.

Здесь под теорией понимаем языковую модель действительности, дающую нечто новое по сравнению с нейронными моделями. В этом определении не учитывается, что теории могут образовывать иерархию по управлению. Общие модели могут порождать частные модели. Теорию и языковую модель будем считать синонимами, но все же, когда речь идет о порождении одной модели другой, более общую будем называть теорией, а более частную — моделью.

### **9.8. Обратный ход модели**

Решение обратных задач вызывалось либо практической необходимостью, либо любопытством, и способствовало совершенствованию моделей.

Обратные задачи породили уравнения и такие действия, как вычитание и деление.

### **9.9. Решение уравнений**

С развитием техники счета и цивилизации стали появляться и решаться все более сложные уравнения.

Египтяне умели решать только линейные и простейшие квадратные уравнения с одним неизвестным, вавилоняне продвинулись к полному квадратному, кубическому уравнению, некоторым рядам.

### **9.10. Формула**

В древнем Египте и Вавилоне впервые появилась формула.

Под формулой понимаем всякий языковой объект, являющийся точным формальным предписанием, как производить преобразование  $L1 \rightarrow L2$  или какие-либо вспомогательные преобразования в рамках языка.

## Глава 10. От Фалеса до Евклида

### 10.1. Доказательство

Ни в египетских, ни в вавилонских текстах нет ничего, похожего на математическое доказательство. Понятие о доказательстве ввели греки.

Греки ввели принцип, согласно которому каждое утверждение, касающееся чисел и фигур, за исключением лишь небольшого числа, должно быть доказано, выведено убедительным, не допускающим сомнений образом из этих «совершенно очевидных» истин.

Споры и доказательство играли важнейшую роль в жизни граждан греческого города-государства. Понятие о доказательстве уже существовало, оно было общественно значимой реальностью. Осталось только перенести его в область математики, что и было сделано, едва греки познакомились с достижениями древних восточных цивилизаций.

Фалес Милетский (VI в. до н.э.) — первое имя, вошедшее в историю науки.

### 10.2. Классический период

Классический период — это 200 лет бурного развития математики у греков.

Возникновение доказательства — это метасистемный переход в рамках языка.

Формула перестает быть вершиной языковой деятельности, появляется новый класс языковых объектов — доказательства и новый вид языковой деятельности, направленный на исследование и производство формул. Появление нового этажа иерархии по управлению вызывает огромный рост числа формул (закон разрастания предпоследнего уровня).

### 10.3. Философия Платона

Платон полагал, что объекты математики реально существуют, но не как материальные предметы, а как образы, идеи, существующие вне материального мира и независимо от него. Чувственно воспринимаемые материальные вещи суть лишь несовершенные тени совершенных и вечных идей. Утверждение о реальном, объективном существовании мира идей и составляет сущность учения Платона («платонизма»).

Понятия математики не являются единственными обитателями «мира идей» Платона. Всякое общее понятие претендует на место в этом мире.

Под влиянием идеализма Платона греки стремились изгнать из своей науки все обращения к данным чувственного опыта. Это способствовало разработке техники доказательства и привело к созданию дедуктивной теории. Греки

старались сделать доказательства логически безукоризненными, исключить из них сомнительные выводы и неявные допущения.

С другой стороны философия Платона приводила к определенному «чистоплюйству» греческих ученых, нежеланию заниматься **прикладными проблемами и приближенными вычислениями**.

Такая позиция ограничивала приток новых задач и идей, способствовала канонизации и регламентации научной мысли. Платонизм помешал грекам создать алгебраический язык. Это смогли сделать только менее вышколенные и более практичные европейцы.

#### **10.4. Что такое математика?**

Математика — это язык, позволяющий создавать определенного рода **модели действительности**. Языковые объекты математики суть материальные предметы, фиксирующие определенные **функциональные единицы** — математические понятия.

Человек, используя распознающие способности своего мозга, совершает над этими объектами или в связи с ними определенную **языковую деятельность**.

**Языковая деятельность** в математике распадается на две части: установление связи между математическими объектами и неязыковой реальностью (**семантику** математических понятий) и преобразования внутри языка — **математические выкладки и доказательства**.

Вообразить можно лишь то, что составляется из данных **чувственного опыта**.

И большие числа, и идеальные точки, и линии существуют **не в нашем воображении**, а в нашем языке — как **языковые объекты**, с которыми мы обращаемся определенным образом.

Хотя математические модели **идеально точны**, все предсказания относительно реального мира — это лишь **гипотезы**, более или менее достоверные.

#### **10.5. Точность сравнения величин**

Абсолютная точность сравнения измеримых объектов в математике и абсолютная однозначность математических утверждений являются следствием того, что язык математики представляет собой **дискретную кибернетическую систему**.

**Геометрический язык** в действии оказывается **дискретной системой**. Детали чертежа такие, как значения длины отрезков и величин углов, не играют роли для хода доказательства. Существенны лишь такие особенности чертежа, как: пересекаются ли две данные прямые, проходит ли данная прямая через данную точку, лежит ли данная точка на пересечении данной прямой и данной окружности и т. п. Всю эту информацию можно **закодировать текстом**.

Поскольку условие задачи формулируется на геометрическом языке, весь путь от условия к результату есть **синтаксическое преобразование**  $L1 \rightarrow L2$  внутри дискретной языковой системы.

Утверждения **эмпирического** языка отражают семантические преобразования  $L \rightarrow S$  выводящие нас в область **неязыковой действительности**, которая не является ни **дискретной**, ни **детерминированной**.

### **10.6. Достоверность утверждений математики**

Говоря о завтрашнем восходе солнца, мы **можем представить**, что солнце не взойдет. Но опыт говорит, что оно, **вероятно**, взойдет. Здесь предсказание имеет **вероятностный** характер.

Когда же мы говорим, что дважды два — четыре и что окружности, построенные определённым образом, пересекаются, мы **не можем представить**, чтобы было иначе. Мы не видим другой возможности, поэтому и утверждения эти воспринимаем как **абсолютно достоверные** и независимые от конкретных наблюдаемых нами фактов.

### **10.7. В поисках аксиом**

Аксиомы геометрии основаны на понятиях непрерывности и порядка.

### **10.8. Об аксиомах арифметики и логики**

Первичные положения арифметики принципиально те же, что и первичные положения геометрии: **непрерывность и порядок**.

Естественный звуковой язык при перенесении на бумагу порождает **линейный язык**, — систему, все подсистемы которой суть линейные последовательности знаков.

Знаки — это предметы, среди которых мы умеем отличать **одинаковые** от различных.

В процессе счета мы как бы проводим **непрерывные линии**, соединяющие считаемые предметы с элементами стандартного множества.

**Линейность** естественных языков является результатом развертывания их во времени, а отношение следования **во времени** легко моделируется отношением порядка расположения на **пространственной прямой**.

Специализация естественного языка привела к созданию математического линейного знакового языка, который в настоящее время образует основу математики.

И геометрические, и арифметические, и линейно-знаковые аксиомы имеют одну и ту же природу и опираются на одни и те же фундаментальные понятия: тождество, движение, непрерывность, порядок.

Их следовало бы назвать геометрическими или геометрически-кинематическими, так как все они отражают свойства нашего пространственно-временного опыта и воображения.

Некоторое различие обнаруживается лишь в группе аксиом, касающиеся прямых и плоскостей. Они отражают более специфический опыт, связанный с существованием твердых тел.

Уверенность в достоверности утверждений, полученных из аксиом путем логического вывода, основана на том, что наше воображение отказывается допускать ситуацию, когда путем логического вывода мы из верных посылок получаем неверные результаты.

Согласно аксиоме индукции, сколько бы шагов ни содержал логический вывод, он будет обладать свойством абсолютной достоверности.

Когда математические аксиомы применяются к математическим утверждениям, они становятся элементами метасистемы.

Благодаря этому система математически достоверных утверждений становится способной к развитию. Греки открыли, что можно прилагать достоверное к достоверному, и получать новое достоверное.

### **10.9. Сваи, уходящие вглубь**

При переходе от фиксированных понятий к произвольному ассоциированию самые нижние уровни системы понятий остались неизменными и обусловили те глубокие свойства представлений, которые существовали и до ассоциирования и которые ассоциирование изменить не может. Эти свойства инвариантны относительно преобразований, осуществляемых воображением. На фиксированных понятиях и опираются математические аксиомы.

Понятия движение, тождество, непрерывность заложены на нижних уровнях системы понятий, поэтому модели, опирающиеся на эти понятия, оказываются истинными не только для реального опыта, но и для любых конструкций, создаваемых воображением.

Аксиомы — это сваи, уходящие вглубь нейронных понятий, ниже того уровня, где начинает хозяйничать воображение.

Математика пренебрегает поверхностными ассоциациями, составляющими каждодневный жизненный опыт. Она продолжает строительство костяка системы понятий, начатого природой и заложенного в нижние уровни иерархии.

Требования математики **обязательны**; строя модели действительности, мы не можем обойти их, если бы даже захотели. Поэтому возможную **неистинность** теории естественной науки мы выносим **за пределы** сферы действия математики.

Математические **понятия** и **аксиомы** представляют собой **не результат**, а **условие** и **форму** познания действительности. Соответствующие представления на нижних уровнях выработаны эволюцией.

Принципиальной разницы между **математическими** и **эмпирическими** моделями нет; это разграничение отражает лишь наличие в устройстве человеческого мозга черты, отделяющей **врожденные** модели от **приобретенных**.

### **10.10. Платонизм в ретроспективе**

Чем «конкретнее» понятие с точки зрения **ЛОГИКИ**, тем сложнее оно с точки зрения кибернетики.

По своей природе «конкретные» и «абстрактные» понятия **принципиально не различаются**, и те и другие отражают **свойства реального мира**. Если различие и есть, то оно противоположно тому, которое усматривает традиционная логика: **абстрактные понятия проще**, чем **конкретные** понятия, связанные с определенными предметами.

Логиков ввело в заблуждение то, что в языке **конкретные** понятия появляются **раньше**, чем **абстрактные**. Но это свидетельствует об их относительно более высоком положении в иерархии нейронных понятий, благодаря которому абстрактные понятия оказались на стыке с языковыми понятиями.

Платоновская теория идей, вымыслив **идеальное бытие** обобщенных предметов, поставила **одноместные предикаты** (свойства) в выделенное положение по сравнению с **многоместными предикатами** (отношениями). Она придала **свойствам статус истинного бытия**, в котором отказала **отношениям**. Это проявилось в логике Аристотеля. Отсюда предметность и статичность мышления, столь характерная для греков классического периода.

## Глава 11. От Евклида до Декарта

### 11.1. Число и величина

Пифагорейцы полагали, что все закономерности природных явлений вытекают из свойств целых чисел.

Этот взгляд опровергло открытие несоизмеримых отрезков, т. е. таких, что отношение их длин не выражается отношением целых чисел (рациональным числом). Не соизмеримы, например, сторона квадрата и его диагональ.

Если существуют величины, не выражаемые числами, то число не может больше считаться основой основ, оно низвергается со своего пьедестала. Математикам приходится теперь пользоваться более общим понятием геометрической величины, и изучать отношения между величинами, которые иногда (скорее, в виде исключения, чем правила) могут выражаться отношением целых чисел. Такой подход лежит в основе греческой математики классического периода. Соотношения, которые мы знаем как алгебраические равенства, были известны грекам в геометрической формулировке как отношения между длинами, площадями, объемами построенных определенным образом фигур.

### 11.2. Геометрическая алгебра

Касательно геометрии, греки проявили себя как искуснейшие мастера. Но линия развития математики, связанная с использованием не языка фигур, а языка символов, оказалась им совершенно недоступной. Греческая математика осталась ограниченной, сдавленной узкими рамками понятий, имеющих наглядный геометрический смысл.

### 11.3. Архимед и Аполлоний

Архимед (330–200 до н. э.) и Аполлоний (265?–170? до н. э.) достигли высших пределов, но не отклонялись от традиционного греческого образа мышления. Они считали задачу решенной только тогда, когда находили безупречное с логической точки зрения геометрическое доказательство.

### 11.4. Упадок греческой математики

Причина застоя в математике после греков кроется в отсутствии алгебраического языка.

Для получения результата в высшей степени сложными геометрическими методами нужно было обладать математическим гением и быть весьма искусственным по части преобразования пропорций при помощи геометрических фигур.

*Чтение доказательств у Аполлония требует долгого и напряженного размышления. Вместо удобной алгебраической формулы стоит длинная фраза, где*

*каждый отрезок обозначается двумя буквами, которые всякий раз еще нужно отыскивать на чертеже. Чтобы понять ход мыслей, приходится заменять эти фразы современными сжатыми формулами...*

*При устном объяснении на отрезки можно указывать пальцем, можно делать ударение на особенно важных местах и, кроме того, можно рассказать, каким образом получилось доказательство. Все это отпадает в письменной формулировке строго классического стиля: доказательства закончены, логически обоснованы, но они ничего не подсказывают. Не можешь ничего возразить, чувствуешь, что попался в логическую мышеловку, но не видишь, какая основная линия рассуждений за этим скрывается.*

Иррациональные числа, которыми выражаются значения геометрических величин, греки не рассматривали как числа; если отрезки были несоизмеримы, то считалось, что числового отношения для них просто не существует.

### **11.5. Арифметическая алгебра**

Алгебра начинается тогда, когда сами уравнения становятся объектом деятельности, когда изучаются свойства уравнений и правила их преобразования.

Возникновение алгебры из арифметики — это типичный метасистемный переход.

Книга ал-Хорезми не использует специального алгебраического языка, но содержит первые наброски алгебраического подхода. Европейцы по достоинству оценили его подход и дали ему дальнейшее развитие.

### **11.6. Италия, XVI век**

Стремясь к единообразному решению уравнений, математики ввели некоторые новые объекты и стали обращаться с ними так, как если бы это были числа.

Их и называют числами, хотя понимают, что они отличаются от «настоящих» чисел. Чему они соответствуют в действительности, остается не совсем ясным или совсем неясным. Законно ли их использование, тоже остается спорным. Тем не менее, их используют все шире, ибо с их помощью получают конечные результаты, которые содержат лишь «настоящие» числа и которые нельзя получить иначе.

Все «ненастоящие» числа — продукт обратного хода арифметической модели, они формально являются решениями таких уравнений, которые не имеют решения в области «настоящих» чисел.

Интерпретация отрицательного числа как долга (в противоположность имуществу) была известна индусам еще в XII в.

Современная интерпретация отрицательных чисел как точек, лежащих левее точки нуль, появилась только в «Геометрии» Декарта (1637 г.). По традиции Декарт называл отрицательные корни «ложными».

Кардано стал формально оперировать с корнями из отрицательных чисел. Так в XVI в. возникли самые невозможные из всех невозможных чисел — «мнимые». Логика использования алгебраического языка влекла математиков по неизведанному пути. Интуиция подсказывала, что все эти невозможные числа имеют глубокий смысл, и новый путь себя оправдает.

### **11.7. Буквенная символика**

Зачатки алгебраической символики встречаются впервые у Диофанта, который обозначал **неизвестное** знаком, напоминающим греческую букву.

Француз Виет (1540–1603) делает следующий важнейший шаг — вводит **буквенные обозначения для известных величин** и получает возможность записывать уравнение в общем виде. Он же вводит термин «коэффициент».

К началу XVII в европейской математике существовало две алгебры: первая — **арифметическая**, основанная на **символике**, созданной самими европейцами, и вторая — **алгебра геометрическая** — входила в состав геометрии и была почерпнута, как и геометрия в целом, от греков

### **11.8. Что сделал Декарт?**

Декарт произвел революцию в математике, новый подход к описанию явлений действительности — **современный математический язык**.

Декарт преодолел пропасть между **величиной** и **числом**, между **геометрией** и **арифметикой** созданием **языка алгебры**. По синтаксису новый язык совпадает с арифметической алгеброй, но по семантике — с геометрической. Символы в языке Декарта обозначают не числа и не величины, а **отношения величин**. В этом — вся суть переворота, произведенного Декартом.

Цель математики — создание **языковых моделей действительности**, и хороши все средства, ведущие к этой цели.

То, что раньше называли **числами**, стали называть **рациональными числами**, новые объекты — **иррациональными числами**, а **действительными числами** — и те и другие.

### **11.9. Отношение как объект**

Для греков **отношение** не было **идеей** и не имело реального существования. Платоновская **идея** — это обобщенный образ, форма, свойство: то, что можно представить в **воображении** как более или менее обобщенный **предмет**.

Понятие отношения величин отражает процесс измерения. Но процесс — это не идея в платоновском понимании, это нечто вторичное и не существующее реально: идеи вечны и неизменны и хотя бы уже поэтому не имеют ничего общего с процессами.

Понятие отношения величин — это сложный языковой конструкт, а платонизм мешал вводить в математику конструкты, ограничивал ее базисные понятия четко представимыми статическими пространственными образами. В школе Платона даже дроби считались чем-то незаконным с точки зрения настоящей математики.

Осознав математические утверждения как объект работы, греки совершили метасистемный переход, но они тут же объективизировали базисные элементы математических утверждений, стали рассматривать их как часть неязыковой действительности — «мира идей». Тем самым они закрыли себе путь к дальнейшей эскалации критического мышления — осознанию базисных понятий математики как явлений языка и созданию все более и более сложных математических конструктов.

### **11.10. Декарт и Ферма**

Ферма стал систематически использовать представление положения точки на плоскости длинами двух отрезков — абсциссы и ординаты и представление кривой в виде уравнения, связывающего эти отрезки.

Декарт не стеснен требованием однородности слагаемых и вообще требованием пространственной интерпретации.

### **11.11. Путь к открытию**

Четыре принципа исследования Декарта:

- Не признавать истинным ничего, кроме того, что с очевидностью познается таковым, что представляется уму ясно и отчетливо.
- Разделять каждое из рассматриваемых затруднений на столько частей, на сколько возможно и сколько требуется для лучшего их разрешения.
- Мыслить по порядку, начиная с предметов наиболее простых и легко познаваемых, и восходить, как по ступеням, до познания наиболее сложных, допуская существование порядка даже среди тех, которые не следуют естественно друг за другом.
- Составлять повсюду настолько полные перечни и такие общие обзоры, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено.

Правила или методы — два ключевых слова философии Декарта.

Декарт заложил основу описания явлений действительности с помощью формализованных символьных языков.

Реформы Декарта развязали руки математикам для создания в абстрактной символической форме исчисления бесконечно малых, основные идеи которого в геометрической форме были известны еще древним.

## Глава 12. От Декарта до Бурбаки

### 12.1. Формализованный язык

Когда язык употребляется в узких профессиональных целях, наблюдается ограничение числа используемых терминов и придание им более четкого и постоянного смысла. Происходит **формализация языка**. Доведя процесс до логического завершения, получим полностью формализованный язык.

Формализованность языка приводит к определенному **отделению синтаксиса от семантики**, к отрыву материальных языковых объектов от связанных с ними представлений, к приобретению языковыми объектами качеств **независимой системы**.

В зависимости от используемого языка говорят о **неформальном** и **формальном** мышлении.

При **неформальном** мышлении языковые объекты важны постольку, поскольку вызывают у нас определенные **комплексы представлений**. Но это не значит, что **неформальное** мышление тождественно с **безъязыковым**.

Схему **неформального** мышления можно изобразить так:

$$(S1, L1) \rightarrow (S2, L2)$$

При **формальном** мышлении мы оперируем с языковыми объектами как с самостоятельными и самодовлеющими сущностями, забывая на время об их семантике и вспоминая о ней лишь тогда, когда надо интерпретировать полученный результат или уточнить исходные посылки.

Схема **формального** мышления такова:

$$S1 \rightarrow L1 \rightarrow L2 \rightarrow S2$$

Для правильного **формального** мышления **семантика** языка должна обладать **точностью, определенностью и однозначностью**.

Точность семантики и формализованность синтаксиса неотделимы.

Семантика точна, если можно установить **формализованный синтаксис**, дающий только **верные модели** действительности.

### 12.2. Языковая машина

Формализованный язык — это машина, производящая перемещения символов.

Примеры: арифметика, алгебра.

Языковая машина может работать без вмешательства человека.

Два следствия формализации языка:

- Упрощение процесса использования языковых моделей (появляются четкие правила преобразования  $L1 \rightarrow L2$ ).
- Независимость языковой модели от создавшего ее человеческого мозга, она становится объективной моделью действительности.

### 12.3. Четыре типа языковой деятельности

Язык характеризуется и степенью формализованности, и степенью абстрактности, которая измеряется обилием и сложностью языковых **конструктов**. Правильнее было бы говорить не об абстрактности, а о «**конструктности**» языка.

Язык, не использующий конструктов или использующий лишь конструкты самого низкого уровня, назовем **конкретным**.

Язык, использующий сложные конструкты, назовем **абстрактным**.

Деление это условно и относительно, и не зависит от деления языков на формализованные и неформализованные — это два разных аспекта языка.

Комбинируя их, получаем четыре типа языков:

	Конкретный язык	Абстрактный язык
Неформализованный	Искусство	Философия
Формализованный	Описательные науки	Теоретические науки

Для искусства слова важны лишь как символы, вызывающие представления и переживания. Эмоциональная сторона решающая, однако, и познавательная существенна. Основным выразительным средством является **образ**, который может быть синтетичен, но всегда остается конкретным.

Философии характеризуется абстрактным неформальным мышлением.

**Конструктность** используемых понятий сочетается с незначительной формализацией, что требует напряжения **интуиции**, и делает философский язык самым трудным типом языка.

Когда искусство затрагивает абстрактные идеи, оно смыкается с философией, а философия для поощрения интуиции использует художественный образ и здесь она граничит с искусством.

Модели **описательных наук** выражаются в терминах обыденных **нейронных понятий** или понятий **низкой конструктности** и собственно как модели они банальны и однотипны: если поехать в Австралию и вскрыть брюшную полость лягушки, то можно увидеть то-то и то-то.

Теоретические науки дают принципиально новые модели действительности — теории, основанные на понятиях-конструктах, отсутствующих на нейронном уровне. Формализованность синтаксиса играет здесь решающую роль. Предельная точка — математика.

На грани между описательными науками и искусством лежит деятельность журналиста или писателя-натуралиста.

#### **12.4. Наука и философия**

Применение готовой теории требует лишь формальных операций, не выходящих за рамки языка. Но создание новой теории — это выход за рамки формальной системы, это метасистемный переход большего или меньшего масштаба.

Сложные формальные системы не алгоритмизуемы и представляют широкое поле для творческой деятельности в рамках языка. Ученый, имеющий дело с формализованным языком, путем обучения и тренировки развивает в себе интуицию своего языка и получает новые теоретические результаты.

Однако новые теории не возникают из пустоты в точном и формализованном виде, они выкристаллизовываются в процессе абстрактного, но не формализованного, философского, мышления. Выход за рамки старого формализма — это еще более серьезный творческий шаг.

Создание фундаментальных теорий лежит на границе между философией и наукой. Пока ученый оперирует с понятиями в рамках формализованного языка, он подобен шахматисту, переставляющему одни и те же фигуры, но решающему разные задачи. Он получает новые результаты, не выходя за пределы того, что заложено в его языке, в его шахматах.

Улучшить сам язык, формализовать то, что еще не формализовано, — это, значит, прикоснуться к философии. В каждой теории ровно столько нового, сколько в ней философии.

#### **12.5. Формализация и метасистемный переход**

Созданная языковая машина (теория) становится частью окружающего человека мира и объектом изучения с помощью нового языка. Происходит метасистемный переход. Новый язык называют по отношению к описываемому языку метаязыком, а теории, сформулированные на этом языке и касающиеся теорий на языке-объекте, — метатеориями. Если метаязык формализованный, то он в свою очередь может стать объектом изучения с помощью языка следующего уровня и этот метасистемный переход может повторяться неограниченно (эффект лестницы).

Чтобы обучить дикаря квантовой механике, надо начать с арифметики.

### **12.6. Лейтмотив новой математики**

Суть того, что произошло в математике в XVII в., — овладение общим принципом использования **формализованного языка**.

Лейбниц (1646–1716) в течение всей жизни разрабатывал символическое исчисление целью которого было выражать все ясные человеческие мысли и сводить логические умозаключения к чисто механическим операциям.

Лейтмотивом развития математики в течение последних трех столетий было постепенно углубляющееся осознание математики как **формализованного языка** и вытекающее отсюда возрастание ее «многоэтажности», происходящее путем **метасистемных переходов** различного масштаба.

Одновременно с ростом здания математики **ввысь** происходило **расширение** всех его этажей, в том числе самого нижнего, т. е. сферы приложений.

### **12.7. «Несуществующие» объекты**

Сомнения и неясности, связанные с не интерпретируемыми объектами, исчезли только с введением **аксиоматического** подхода к математическим теориям и окончательным осознанием «языковости» математики.

Комплексные числа и тому подобные объекты — это внутренние «колесики» математических моделей, которые связаны с другими «колесиками», но не связаны с элементами **неязыковой действительности**.

### **12.8. Иерархия теорий**

Пример лестницы из трех ступенек: **арифметика** — теория, применяемая непосредственно к объектам неязыковой реальности (яблоки, овцы, рубли, килограммы товаров). По отношению к ней **школьная алгебра** является метатеорией, которая знает лишь одну реальность — числа и числовые равенства, а ее буквенный язык — это метаязык по отношению к языку арифметики.

Современная **аксиоматическая алгебра** является метатеорией по отношению к школьной алгебре.

Углубленное изучение теории порождает **новые теории**, которые рассматривают исходную теорию в ее различных аспектах. Каждая из этих теорий в некотором смысле **проще** (фундаментальнее), чем исходная, подобно тому, как исходная теория проще, чем действительность, которую она рассматривает. Происходит **расщепление моделей**, выделение из сложной модели набора простых моделей.

При **аксиоматическом подходе** различные математические теории образуют, строго говоря, не иерархию по управлению, а **иерархию по сложности**.

Однако модели, которые **выражают законы природы** (в приложениях математики), отчетливо делятся на уровни сообразно **характеру объекта**, к которому они в действительности применяются.

### **12.9. Аксиоматический метод**

Тенденция к **формализации** математики породила тенденцию к уточнению определений и аксиом.

Эксперимент может дать ответ не на вопрос об **истинности** теории, а лишь на вопрос о ее **полезности**. Пример: геометрии Эвклида или Лобачевского.

В аксиоматической теории **объект** это нечто, удовлетворяющее **аксиомам**.

Прежде объекты представлялись независимо и **реально** существующими, а их **свойства** — вторичным и производным от природы. Теперь именно **свойства** объектов, зафиксированные в **аксиомах**, стали определять специфику данной математической теории

Окончательным результатом творчества считается **полностью формализованная аксиоматическая теория**, которая путем интерпретации может применяться к другим математическим теориям или к неязыковой действительности.

### **12.10. Метаматематика**

Аксиомы логики соответствуют нашей **интуиции**.

**Доказательство формулы** само стало **формальным объектом** (последовательностью логических высказываний), вследствие чего возникла возможность чисто **синтаксического исследования доказательств** как свойств некоторой языковой машины.

Переход к **исследованию** математическими средствами математических **доказательств** – пример крупномасштабного **метасистемного** перехода.

Система аксиом **противоречива**, если из нее можно вывести некоторую формулу  $q$  и ее отрицание  $\neg q$ . Если существует хотя бы одна такая формула, то теория **противоречива**, и из нее можно вывести любую формулу (Гильберт).

### **12.11. Формализация теории множеств**

Понятие **совокупности**, или **множества**, принадлежит к фундаментальным понятиям, данным нам природой, и предшествует понятию **числа**.

Георг Кантор (1845-1918) создал в 70-х годах **теорию множеств**, которая вскоре легла в основу всей математики.

Кантор: «Под множеством понимают объединение в одно целое объектов, хорошо различимых нашей интуицией и нашей мыслью» (приводит к парадоксам).

С теорией множеств математики получили единообразный метод создания новых понятий — конструкторов и доказательства их свойств.

По Гильберту, множества надо рассматривать как некоторые объекты, удовлетворяющие аксиомам, аксиомы же надо сформулировать так, чтобы определения, приводящие к парадоксам, стали невозможны.

В современной математике теория множеств играет роль каркаса, соединяющего в единое целое все ее части.

Никаких актуально бесконечных множеств нет ни в реальности, ни в нашем воображении. Единственное, что мы можем найти в своем воображении, это представление о потенциальной бесконечности, т. е. о возможности неограниченно повторять какой-либо акт.

Множества в математике — это лишь символы, языковые объекты, используемые для построения моделей действительности.

Когда новый математический (языковой) объект определяется как «множество», построенное так-то и так-то, это определение не имеет никакого значения для связи объекта с внешним миром, а нужно лишь для привязки к каркасу математики, для зацепления внутренних колесиков математических моделей.

Язык теории множеств является метаязыком по отношению к языку содержательной математики и в этом он подобен языку логики. Если логика — это теория доказательства математических утверждений, то теория множеств — это теория конструирования математических языковых объектов.

Интуитивное понятие множества легло в основу математического конструирования.

Определить новый математический объект — значит указать его семантические связи с уже введенными объектами. Этих связей бывает много и в них может участвовать много ранее введенных объектов.

Пример: рациональное число  $5/7$  есть объект  $x$  такой, что значение функции «числитель» ( $x$ ) есть 5, а значение функции «знаменатель» ( $x$ ) есть 7.

Идея множества выдвинулась на «руководящую работу» в математике как один из аспектов связи имя-значение (а именно того факта, что значением обычно является конструкция, состоящая из некоторого числа элементов).

### **12.12. Тракта́т Бурбаки**

Современная аксиоматическая математика — формализованный язык, выражающий абстрактные математические структуры, которые представляют собой не отдельные независимые объекты, а образуют иерархическую систему.

Оставляя объекты полностью неопределенными, и формулируя свойства отношений в виде аксиом, мы извлекаем из них следствия по правилам логического вывода, и получаем аксиоматическую теорию данной структуры.

Структура — это семантика математической модели.

При использовании аксиоматического метода в математическом творчестве аксиоматика сближается с экспериментальным методом. Следуя Декарту, она «разделяет трудности, чтобы лучше их разрешить». В доказательствах сложной теории сначала разъединяют главные пружины фигурирующих там рассуждений и по отдельности выводятся из них следствия (расщепление моделей). Затем, возвращаясь к исходной теории, снова комбинируют предварительно выделенные структуры, и изучают их взаимодействие между собой.

## Глава 13. Наука и метанаука

### 13.1. Экспериментальная физика

Бэкон:

Философия не основывается исключительно на силах ума и не откладывает в сознание нетронутым материал, извлекаемый из опытов, но перерабатывает его в разуме.

### 13.2. Научный метод

Понятие эксперимента предполагает наличие теории. Без теории есть только наблюдение.

С кибернетической точки зрения эксперимент — это наблюдение; управляемое научным методом, который, опираясь на теорию, диктует постановку эксперимента.

Переход от простого наблюдения к эксперименту есть метасистемный переход в сфере опыта, и это первый аспект возникновения научного метода

Второй аспект — осознание научного метода стоящим над теорией, иначе говоря, овладение общим принципом описания действительности с помощью формализованного языка

Возникновение научного метода — это единый метасистемный переход, который создает новый уровень управления, включающий управление наблюдением (эксперимент) и управление языком (теория).

Новая метасистема — это и есть наука в современном смысле слова. В рамках этой метасистемы между экспериментом и теорией устанавливаются тесные связи — прямые и обратные.

В Европе XVII века произошел крупнейший метасистемный переход, захвативший как языковую, так и неязыковую деятельность.

В сфере неязыковой деятельности он предстал в виде экспериментального метода (Галилей и Декарт).

В сфере языковой деятельности (Декарт) он дал начало новой математике, которая развивается путем метасистемных переходов по линии все углубляющегося самоосознания в качестве формализованного языка, служащего созданию моделей действительности.

Наука в целом — это совокупность всех человеческих существ, занимающихся наукой и овладевших научным методом, вместе со всеми используемыми ими предметами.

При развитии материального производства **ультраметасистемой**  $Y$  является совокупность людей, обладающих способностью превращать орудие труда в предмет труда.

При развитии точных наук **ультраметасистемой**  $Y$  является совокупность людей, овладевших научным методом, т. е. обладающих способностью создавать модели действительности посредством формализованного языка.

### **13.3. Роль общих принципов**

**Индукция** — это введение теоретических положений (аксиом) все большей и большей общности, начиная с эмпирических единичных данных.

**Дедукция** — выведение теоретических положений меньшей общности из положений большей общности.

Для установления принципов, могущих служить основой для дедукции, **не существует метода**, который можно было бы выучить и систематически применять для достижения цели. Исследователь должен выведать у природы **общие принципы**, отражающие определенные общие черты множества экспериментально установленных фактов.

Пока «этажность» здания теоретической физики была невелика, и следствия из общих принципов выводились легко и однозначно, люди **не осознавали**, что при установлении **принципов** они имеют определенную **свободу**. В методе проб и ошибок расстояние между пробой и ошибкой/успехом было так **мало**, что не замечалось, что пользуются методом проб и ошибок.

Со временем теоретическая физика превратилась в многоэтажную конструкцию, и вывод **следствий** из **общих принципов** стал делом сложным и не всегда однозначным. Часто оказывалось необходимым делать в процессе дедукции дополнительные предположения, «непринципиальные» упрощения, без которых невозможно было бы довести расчет до числа.

Между общими **принципами** теории и **фактами**, допускающими непосредственную проверку на опыте, существует глубокое различие: первые суть **свободные конструкции** человеческого разума, вторые — исходный материал, который разум получает **от природы**.

Возрастание абстрактности (конструктивности) общих принципов физических теорий, их отдаление от непосредственных опытных фактов приводит к тому, что в методе проб и ошибок все труднее становится найти пробу, имеющую шансы на успех.

**Увеличение дистанции** от общих принципов до проверяемых следствий делает общие принципы трудно проверяемыми.

Когда теория начинает трещать по всем швам, тогда возникают вопросы: как следует относиться к общим принципам такой теории? Надо ли стремиться заменить их какими-то другими принципами? При какой степени «залатанности» имеет смысл отбрасывать старую теорию?

### **13.4. Критерии выбора теорий**

К общим принципам (теориям) понятия **ИСТИННОСТИ** и **ЛОЖНОСТИ** неприменимы, а применимо лишь понятие о большей или меньшей их **ПОЛЕЗНОСТИ** для описания фактов. Подобно аксиомам математики, общие принципы физики — это абстрактные формы, в которые втискиваются природные явления. Конкурирующие принципы отличаются тем, **насколько хорошо** они это позволяют сделать.

**Первый критерий** для сравнения теорий — критерий **общности** и **предсказательной силы**. Поскольку теория — это модель действительности, то, очевидно, она тем лучше, чем шире область ее применимости и чем больше предсказаний она может сделать.

**Второй критерий** — критерий **простоты** теории. Поскольку теории — это модели, рассчитанные на использование людьми, они тем лучше, чем проще в употреблении.

**Третий критерий** — **динамический**, он решающий. Хорошая теория служит ступенькой к следующей, более совершенной теории.

**Эстетический критерий**, или критерий красоты теории приобретает значение как **интуитивный синтез** всех указанных критериев. Теория представляется ученому красивой, если она достаточно обща и проста и он предчувствует, что она окажется динамичной.

### **13.5. Физика микромира**

В физике, как и в чистой математике, по мере возрастания абстрактности теорий укоренялось понимание их **ЯЗЫКОВОГО** характера.

Особенно большую роль тут сыграла **квантовая механика**, которую вообще невозможно понять, если не напоминать себе, что она представляет собой лишь **языковую модель** микромира, а не изображение того, как он выглядел бы «на самом деле», если бы можно было бы увидеть в микроскоп.

### **13.6. Соотношение неопределенностей**

Квантовая механика разрушила представление о наличии у частицы в каждый момент времени определенного **ПОЛОЖЕНИЯ** в пространстве.

Элементарные частицы ведут себя порой как волны, но при этом они не «размазываются» по большой области пространства, а сохраняют свои малые

размеры и свою дискретность. Размазывается же лишь **вероятность их обнаружения** в той или иной точке пространства.

Соотношению неопределенностей Гейзенберга:

$$\Delta x \times \Delta p \geq h.$$

никакими ухищрениями обойти нельзя. Чем точнее измеряются **координаты**, тем больше оказывается разброс по величине **импульса**, и наоборот. Это универсальный **закон природы**, но, так как постоянная Планка  $h$  весьма мала, то при измерениях с телами макроскопического размера оно роли не играет.

Принципиальный отказ от приписывания квантовой частице реальной **траектории** и принятие положения, что самое полное описание состояния частиц — это задание ее **волновой функции**, приводят к логически безупречной, математически простой и изящной теории — квантовой механике. В частности, из нее немедленно вытекает соотношение неопределенностей.

### **13.7. Наглядные и знаковые модели**

Все наши знания и теории суть **вторичные модели действительности**, т. е. модели первичных моделей, каковыми являются данные чувственного опыта. Эти данные несут на себе отпечаток устройства нашей **нервной системы**, а так как пространственно-временные понятия заложены в **нижних этажах** нервной системы, все продукты нашего воображения не могут выйти за рамки **пространственно-временных картин**.

Эти рамки можно до известной степени расширить путем движения «вверх», т. е. построения **вторичных знаковых моделей** действительности.

В **семантике** теории, мы можем позволить себе значительную **свободу**, если будем руководствоваться логикой новых **экспериментальных фактов**, а не привычной пространственно-временной интуицией. И можем построить знаковую систему, никак не связанную с наглядными представлениями, а подчиненную единственно условию **адекватного** описания действительности.

Плоскость, отделяющая **чувственный опыт** от **реальности**, непроницаема. Пытаясь разглядеть, что под нею, мы видим лишь перевернутое отражение пирамиды **теорий**. Это не значит, что истинная реальность непознаваема и наши теории не являются ее моделями. Надо помнить только, что все эти модели лежат **по сию сторону чувственного опыта** и бессмысленно сопоставлять отдельным элементам теорий призрачные «реальности» по ту сторону, как это делал Платон.

Переход к сознательному построению **знаковых моделей** действительности, не опирающихся на какие-либо **наглядные** представления о физических объектах, — большое философское завоевание квантовой механики.

Знаковые модели — это паровоз, который вовсе не нуждается в лошади.

### **13.8. Крушение детерминизма**

**Детерминизм** — это воззрение, согласно которому все события, происходящие в мире, имеют вполне определенные **причины** и происходят с необходимостью, т. е. не произойти не могут.

Концепция **лапласовского детерминизма** является следствием **механистической концепции мира** (все будущие состояния Вселенной **предопределены**).

Однако **невозможно** указать какое-то «**конечное**» число причин данного события и сказать, что других причин нет.

Механистическая концепция представляет мир детерминированным, но это противоречит субъективному ощущению **свободы выбора**, которым мы обладаем. Отсюда два выхода: либо признать ощущение **свободы выбора «иллюзорным»**, либо признать **механистическую концепцию негодной**.

Механистическая концепция является лишь **вторичной моделью** по отношению к **первичным данным опыта**, а непосредственные данные опыта обладают **приоритетом** перед любой теорией.

**Ощущение свободы выбора** есть **первичный опытный факт**, как и другие первичные факты чувственного опыта. Теория не может отвергнуть этого факта, она может лишь **сопоставить** с ним какие-то новые факты — процедура, которую мы называем **объяснением факта**.

Объявить свободу выбора «**иллюзорной**» так же бессмысленно, как объявить человеку, у которого болит зуб, что его ощущение «**иллюзорно**». Зуб может быть совершенно здоров, а ощущение боли — быть результатом раздражения определенного участка мозга, однако от этого оно не становится «**иллюзорным**».

Квантово-механическое описание действительности — **вероятностное** описание, а однозначные предсказания оно включает лишь как **предельный случай**. Квантовая механика разрушила детерминизм.

Существуют явления, у которых **причин нет**, точнее, существует ряд **возможностей**, из которых **одна** осуществляется без всякой причины.

Это не значит, что принцип причинности следует отбросить, но его надо существенно **ограничить** по сравнению с тем, как он понимался в классической механике и как он до сих пор понимается обыденным сознанием. У некоторых явлений причин нет, их надо принимать просто как нечто данное.

Вера в абсолютную причинность проистекала из молчаливого предположения о наличии **бесконечно тонких средств исследования** объектов. Но, дойдя до элементарных частиц, выяснили, что существует **минимальный квант действия**, измеряемый постоянной Планка, и это не позволяет детализировать сверх меры

описание одной частицы с помощью другой. И абсолютная причинность рухнула, а вместе с ней и детерминизм.

С философской точки зрения вполне естественно, что если не существует бесконечной делимости материи, то не существует и бесконечной **детальности описания**, так что крушение детерминизма более **естественно**, чем его сохранение.

### **13.9. «Сумасшедшие» теории и метанаука**

Чем глубже мы проникаем в микромир, тем сильнее отличаются необходимые понятия-конструкты от привычных понятий макроскопического опыта и тем меньше вероятность соорудить их с ходу, без всяких инструментов, без всякой теории. Следовательно, мы должны подвергнуть научному анализу саму задачу построения научных понятий и теорий, т. е. совершить очередной **метасистемный переход**. Чтобы квалифицированно построить определенную физическую теорию, нам нужна **общая теория построения физических теорий** (метатеория), в свете которой прояснится путь решения нашей конкретной задачи.

Основную задачу метанауки можно сформулировать так: Дана некая совокупность или некий генератор фактов. Каким образом построить теорию, эффективно описывающую эти факты и делающую правильные **предсказания**?

До создания эффективной метанауки пока еще далеко. Сейчас трудно представить даже ее общие контуры. Чтобы они прояснились, необходимо выполнить еще много подготовительных работ.

## **Глава 14. Феномен науки**

### **14.1. Высший уровень иерархии**

Вселенная эволюционирует путем метасистемных переходов — возникновения новых уровней иерархии по управлению: 1) неорганический мир, 2) растения, 3) животные, 4) человек.

Появление человека знаменует начало Эры Разума, высшим уровнем организации — культура человеческого общества. Культура порождает внутри себя следующий уровень иерархии — критическое мышление, которое в свою очередь порождает науку — построение моделей действительности с помощью знаковых систем.

Наука представляет высший уровень иерархии в организации космической материи, она — верхушечная почка растущего дерева, активная точка эволюции Вселенной.

### **14.2. Наука и производство**

Наука стала непосредственной производительной силой. С другой стороны, она не может развиваться без развития промышленного производства и становится делом все более дорогостоящим.

Современное производство требует внедрения научного исследования и научного подхода во все свои звенья, оно все более походит на науку. В то же время наука, втягивая в себя значительную часть ресурсов, приобретает черты производства. Наука и производство срастаются в единую иерархическую систему.

### **14.3. Рост науки**

Наука растет по экспоненциальному закону

Темпы роста населения, производства и науки находятся в пропорции 1:2:4.

Это пропорция отражает такую здоровую эволюцию организма, когда масса мышц возрастает быстрее, чем общая масса тела, а масса мозга возрастает быстрее, чем масса мышц.

### **14.4. Формализация научного языка**

Рост объема информации грозит науке информационным кризисом. До сих пор организация научных исследований складывалась традиционно, сама по себе.

Необходим научный подход к организации научной деятельности, т. е. новый метасистемный переход. Он имеет два аспекта:

- Первый создает новый уровень иерархии в рамках науки как языковой деятельности (метанаука).
- Второй аспект касается науки как социального явления (науковедение).

Во-первых, надо иметь **ясные принципы планирования** — планы планов. Иначе возникает анархия планов, животная борьба за существование, где зачастую решающими оказываются соображения престижа, личные связи и т. п.

Во-вторых, язык естественных наук и техники должен быть полностью **формализован**, тогда совокупность знаний предстанет в виде стройной системы и станет возможным выбирать **научные принципы планирования науки**.

**Формализации** научного языка — это **семантическая** задача выработки новых понятий, подобная **формализации и аксиоматизации** в математике.

Полностью формализованный язык — это язык, **доступный машине**. Имея формализованный каркас, можно отделить работы, которые могут быть выполнены машинами, от работ, требующих творческого участия человека.

Трудности формализации языка ограничивают в настоящее время применение вычислительных машин в информатике.

#### **14.5. Человек и машина**

Творчество — это **конструктивное** действие, приводящее к увеличению организованности в мире.

Одно и то же действие может быть **творческим актом**, когда оно совершается впервые, и **механическим повторением** пройденного, когда оно совершается по уже известным правилам стандартными приемами.

Творчество — это выход за рамки системы, это свободное действие, — это **метасистемный переход**.

Машинизация избавляет человека от механических работ и переносит его деятельность на творческий уровень иерархии. Граница между нетворческим и творческим трудом непрерывно ползет **вверх**.

**Формализация языка и автоматизация** избавят человека от **нетворческой работы**, как использование механической энергии избавило его от тяжелой физической работы.

#### **14.6. Научное управление обществом**

Социальный аспект управления наукой неотделим от проблемы управления обществом в целом. Наука и производство срастаются в **единую систему**. Неразрывно связаны с этой системой также **политика и идеология**.

Оба аспекта метасистемного перехода, необходимого для развития науки, — **метанаучный и социальный**, тоже связаны неразрывно, и нет никакой надежды осуществить в полном объеме первый из них, не осуществив второго.

Таким образом, мы имеем здесь единую проблему — **проблему научного управления обществом**. Даже с точки зрения «чистой» науки эта проблема является проблемой номер один, не решив которую продвигаться вперед невозможно.

### **14.7. Наука и нравственность**

Идеи добра, цели, долга, входящие в нравственные принципы, лежат за пределами науки. Наука занимается лишь построением **моделей действительности**.

Проблема **Высшей Цели** остается вне науки, и ее решение требует волевого акта, оно является результатом **свободного выбора**.

Однако наука может взглянуть **со стороны** на человека и на целые общества, проанализировать различные аспекты ситуации и предсказать результаты, к которым приведет принятие того или иного решения. И этот анализ может существенно повлиять на решение проблемы, хотя и не изменит его природы как свободно производимого выбора.

### **14.8. Проблема Высшего Блага**

Понятие цели и понятие блага неразделимы, это два аспекта одного понятия.

На стадии, когда благо отождествляется с **удовольствием**, человек в нравственном отношении ничем не отличается от **животного**, нравственных проблем для него **не существует**.

Критерий удовольствия есть высшая управляющая система, которая меняет цели, сама не испытывая изменений.

Проблема Высшего Блага возникает тогда, когда культура начинает влиять на **систему удовольствий**, когда то, что люди думают, говорят и делают, так изменяет их отношение к миру, что события, вызывающие ранее удовольствие, вызывают теперь неудовольствие, и наоборот.

Таким образом, критерий удовольствия сам оказывается подверженным управлению. Происходит **метасистемный переход** — возникают **социальная шкала ценностей** и система норм поведения.

Управление ассоциациями (мышление) «понижает в должности» инстинкты и заменяет их **социальными нормами поведения**. В первобытном обществе они — такой же абсолют, как для животного — инстинкты. Нормы меняются в процессе развития общества, но неосознанно, как инстинкты в процессе эволюции вида. Каждым индивидуумом они воспринимаются как нечто данное и несомненное.

Когда происходит **метасистемный переход** к практическому мышлению, возникает проблема **Высшего Блага**. Теперь люди не только воздействуют своей

языковой деятельностью на свои собственные критерии удовольствия, но и осознают это воздействие.

Когда человек сознает, что его **желания** есть результат его **воспитания**, воздействия со стороны других и его самого, он не может не задавать себе вопроса: **а чего же я должен хотеть?** Он обнаруживает в себе пустоту, которую надо чем-то заполнить. Существует ли абсолютное Высшее Благо, к которому надо стремиться? — спрашивает он себя. **Как жить? Каков смысл жизни?**

Если человек волен в своих **желаниях**, то он волен и в **желаниях желаний**. Круг вопросов замыкается, и опереться больше не на что. Система поведения повисает в воздухе. Первобытные верования и традиционные нормы поведения рушатся, наступает эпоха **религиозных и этических учений**.

Приводит ли научное мировоззрение к какому-либо определенному этическому учению и если да, то к какому именно?

#### **14.9. Духовные ценности**

Неверная теория естественных ценностей утверждает, что в природе человека заложено стремление к специфически человеческим духовным ценностям: **ЗНАНИЮ, красоте, справедливости, любви к ближнему**. Достижение этих ценностей доставляет **высшее удовлетворение**. Задача человека — максимизировать высшее удовлетворение.

Но в структуре мозга **нет ничего**, что однозначно порождало бы те конкретные высшие устремления, о которых говорит теория естественных ценностей.

Когда инстинкт **диктует** формы поведения, управление ассоциированием **снимает старые запреты**. Эта способность чрезвычайно многозначная, допускающая различные продолжения. Даже то, что мы называем мышлением, не является ее неизменным следствием.

Управление ассоциированием — начало, и разрушительное и созидательное, но тогда, когда дополняется социальной интеграцией индивидуумов. В процессе развития общества возникают **духовные ценности**. Они не случайны, но от **общей основы**, заложенной природой во все человеческие существа, до **духовных ценностей** — долгий путь, на котором руководит не **логика индивидуума**, а **логика общества**. Этот путь не однозначен и не закончен.

Человеку природа не дает установок, он — **высший уровень иерархии**, над ним — пустое небо. Для него нет ничего абсолютного, кроме отсутствия абсолютов, нет ничего естественного, кроме **бесконечного развития**. Все, что в данный момент представляется естественным, **относительно и временно**. И нынешние духовные ценности лишь вехи на пути человечества: не первые и не последние.

Думать о **смысле жизни** — значит создавать высшие установки и это **высший вид творчества**. Он нужен всегда, ибо высшие установки **должны меняться** в

процессе развития. И каждый должен для себя этот вопрос как-то решить, раз уж природа предоставила ему такую возможность. Уверения, что этот вопрос надуман или неразрешим, — ложь, которую сознательно используют одни и на которую попадают другие по умственной лени и малодушию. Он, разумеется, неразрешим на уровне чистого знания, и включает элемент свободного выбора, но одно дело — выбор, сопровождаемый изучением предмета и размышлением, и другое дело — слепое подражание навязанному образцу.

#### **14.10. Человек во Вселенной**

Из учения об эволюции Вселенной можно определить критерии оценки нравственных принципов и роли человека во Вселенной.

Эволюции Вселенной — важнейшая из истин, установленных наукой. Всюду наблюдаем **необратимые изменения**, подчиненные основному закону эволюции, который проявляется как **усложнение организации материи**. Как часть этого плана на Земле возникает **разум**.

Исследования развивающихся систем показывают, что **новое качество** появляется сперва в небольшом объеме, но благодаря своему потенциалу захватывает со временем жизненное пространство и создает плацдарм для нового, еще более высокого уровня организации.

Один человек не есть человечество. Что же может человек сказать о себе самом, о месте во Вселенной своей собственной смертной личности? Что доступно человеку? Как входят его воля и его сознание в научную картину мира?

Законы природы носят исключительно **вероятностный** характер. Есть нечто, что делает те или иные события более или менее **вероятными** (вплоть до полного запрещения), но нет ничего, что могло бы принудить события течь **строго определенным** образом. Наиболее общие законы носят **запрещающий** характер: закон сохранения энергии, закон возрастания энтропии, соотношение неопределенностей и др.

**Неопределенность** глубоко заложена в природе вещей. Эволюция Вселенной есть непрерывное и повсеместное снятие этой неопределенности, непрерывный и повсеместный выбор **одной возможности** из некоторой совокупности.

Примеры: поведение элементарных частиц и человека (неопределённость при свободе выбора).

#### **14.11. Расхождение траекторий**

Закон больших чисел склоняет нас к мысли о незначительности личного волевого акта (в сравнении с размером общества). Грубая ошибка здесь в том, что закон больших чисел применим лишь к совокупности **независимых подсистем**.

Но человечество — сильно **связанная система**; поступки одних людей влияют на поступки других. Такие системы обладают свойством **расхождения траекторий**, когда небольшие вариации в начальном состоянии системы становятся со временем все больше и больше.

В **кризисных** ситуациях явно проявляются триггерные механизмы, т. е. механизмы со спусковым крючком.

Но в **обычных** ситуациях мы не можем в точности **предвидеть результаты** наших поступков. Единственное, что нам доступно, — это установить общие принципы, руководствуясь которыми мы увеличиваем **вероятность Добра**, т. е. вероятность тех последствий, которые считаем желательными. Мы должны действовать в соответствии с этими принципами, рассматривая **каждую** ситуацию как **кризисную**, и важность **каждого** акта нашей воли может оказаться огромной. Действуя так, мы внесем свой положительный вклад в **дело Добра** — вот здесь закон больших чисел действует в полную силу.

#### **14.12. Этика и эволюция**

Что есть Добро? Что есть Высшее Благо и Высшая Цель? Ответ выходит за рамки чистого знания и требует **волевого акта**. Но, может быть, **знание** подведет нас к какому-то определенному акту, сделает его практически неизбежным?

Лишь те учения имеют шансы на успех, которые способствуют **плану эволюции**. Общепризнанные духовные ценности и принципы общественной жизни самым тесным образом связаны с нашим пониманием **плана эволюции**, и фактически могут быть выведены из него. Это и есть **общий знаменатель** этических учений, внесших конструктивный вклад в историю человечества.

Но между этим объективным и бесстрастным воззрением на этические принципы и решением следовать им — еще большое расстояние. В самом деле, почему это **Я** должен заботиться о плане эволюции? Какое **мне** до него дело?

#### **14.13. Воля к бессмертию**

Мысль о неизбежности смерти создает для разумного существа мучительную ситуацию, из которой он ищет выхода. Протест против смерти, против распада своей личности является тем источником, из которого черпают все этические учения необходимую им **волевою компоненту**.

**Воля к бессмертию** в сочетании с нарисованной выше картиной мира может привести лишь к одной цели — внести свой **личный вклад в космическую эволюцию**, увековечить свою личность во всех последующих актах мировой драмы.

Этот вклад, чтобы быть вечным, должен быть **конструктивным**. Так мы приходим к принципу: **Высшее Благо = конструктивный вклад в эволюцию Вселенной**.

**Традиционные** духовные и общественные ценности могут быть в главном выведены из этого принципа. В той степени, в которой они ему противоречат, они должны быть отброшены.

В научном аспекте **душа** — это форма движения материи. Так ли уж важно, воплощается ли эта форма в нервах и мускулах, или в камне, или в буквах, или в образе жизни потомков?

Материальные результаты **наших действий** выходят далеко за пространственные и временные границы нашего биологического тела. Так мы ощущаем **глубокое единство с Космосом** и ответственность за его судьбу. Это же чувство пробуждает искусство, возвышая человека до уровня космического явления.

**Научное мировоззрение** приводит к **этике**, которая указывает Высшие Ценности и требует ответственности и активности в их достижении. Как и всякая этика, она включает волевой акт, который мы назвали **волей к бессмертию**.

Если человек **не может** или **не хочет** совершить этого акта, то никакое знание, никакая логика не заставят его принять Высшие Ценности. Обывателя, решившего довольствоваться своим убогим идеалом и жить смиренным рабом обстоятельств, не возродит ничто, и он бесследно сойдет со сцены. **Кто не хочет бессмертия, тот и не получит его.**

**Воля к бессмертию** — не привилегия «великих» людей, а норма человеческой личности, служащая источником нравственной силы и мужества.

Идеи эволюции и личного участия в мировом космическом процессе придают жизни **глубину и смысл**. Но в обмен они требуют **смелости в выводах**, готовности жертвовать привычным и принять неожиданное и жутковатое, если к нему приводит **логика**.

Широкая публика и представители гуманитарной интеллигенции часто **не понимают** сущности современного научного мышления и роли науки в духовной культуре. Эта проблема в яркой форме поставлена Ч.П.Сноу (в 1956 г.) в его лекции «Две культуры».

**Наука** для современного человека — это то, чем был **огонь** для первобытного. И как огонь внушал нашим предкам целую гамму чувств — страх, удивление, благодарность, такую же гамму чувств вызывает и наука.

#### **14.14. Интеграция и свобода**

Социальная интеграция порождает противоречие между необходимостью включить человека **в систему**, и необходимостью сохранить его как **свободную творческую личность**. Возможно ли общество, которое, идя все дальше по пути интеграции, будет в то же время обеспечивать полную свободу проявления личности?

Личностное, творческое начало является **сущностью человека**, основным двигателем эволюции в эпоху разума. Если оно будет подавлено социальной интеграцией, то движение остановится. С другой стороны, и социальная интеграция необходима. Без нее невозможно дальнейшее развитие культуры, увеличение власти человека над природой; в ней — **сущность нового уровня организации материи**.

Предпочтение свободы личности приводит к **индивидуалистической** концепции общества, предпочтение социальной интеграции — к **тоталитарным режимам**.

**Чистый индивидуализм** лишает жизнь всякого **смысла** и влечет цинизм и духовное оскудение.

Для **тоталитаризма** — интеграция все, личность — ничто. Человек превращается в **бездумную и бездушную** деталь социальной машины. Всякое проявление личности рассматривается как потенциально опасное для государства. Права личности аннулируются.

Основное свойство тоталитарного человека — это наличие для него определенных **запретов, табу**, нарушить которые он не в состоянии.

Тоталитарный человек компенсирует эти табу **чувством единства**, ощущением принадлежности к огромной совокупности людей. Человеческому существу свойственна **внутренняя потребность в социальной интеграции**.

Тоталитаризм — трагически неумелое и поспешное псевдорешение проблемы. Уничтожив личность, он лишает себя **источника творчества** и обречен на загнивание и распад.

Если индивидуализм порождает тоталитаризм, то и тоталитаризм, обратным путем, порождает индивидуализм.

Индивидуализм и тоталитаризм — две противоположности, **связанные общей цепью**. Есть только один способ разорвать этот круг: ставить своей задачей **сознательную социальную интеграцию** при сохранении и развитии творческой свободы личности.

#### **14.15. Вопросы, вопросы...**

Манипулирование желаниями людей стало явлением, с которым нельзя не считаться. Не попадет ли человечество в ловушку **абсолютно стабильного и субъективно абсолютно счастливого общества**?

Существуют ли гарантии, что **всегда** будет возможен **метасистемный переход** по отношению к сколь угодно большой системе?

Является ли сама **потребность в развитии**, стремление к продолжению развития, **неуничтожимой**?

Если представить, что человечество будет существовать как гигантский **неизменный** часовой механизм, тождественный самому себе, то становится тошно. Но будет ли так **всегда** казаться нашим потомкам?

Быть может, человек — **негодный материал** для интеграции, и никаких новых форм организации и сознания на этой основе не получится? Быть может, с самого начала жизнь на земле пошла по **ложному пути**, и одухотворение Космоса суждено осуществить каким-то **другим формам жизни**?

Чтобы не забрести в тупик надо **сохранять** хотя бы миниатюрном, сжатом виде максимальное **многообразие вариантов**, не отсекав бесповоротно никаких возможностей. Если эволюция есть блуждание в лабиринте, то, попав в точку пересечения коридоров, и, выбирая путь направо, не надо забывать, что в этом месте есть еще ход налево и **на это место можно будет вернуться**.

Такова функция **науки истории**. Но достаточны ли те языковые следы, которые она оставляет? Быть может, необходим **сознательный параллелизм** при решении всех общественных проблем?

Люди не стоят того, чтобы их воскрешали, — как и обезьяны, от которых они произошли. **После нас останется лишь то, что мы произвели за отведенное нам время**.

-----  
Олег Деревенец,

г. Воронеж,

август 2013 г.